



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

**Tema:** Ante proyecto del diseño geométrico y estructural de adoquinado de 620 ml en el barrio Oronte Centeno, Tipitapa, Managua.

**Para optar al Título**

Ingeniero Civil

**Presentado por:**

Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

**Tutor:**

Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Managua, Nicaragua

Abril 2018

## Dedicatoria.

Dedicada en primer lugar a **Jehová, Dios**, por ser mi fuerza, por ser mí apoyo, por darme la vida y todo lo que tengo.

A mi querida tía **María Largaespada Acuña**, quien me ha apoyado incondicionalmente a pesar de todo, por quien soy hoy, y por qué la amo como una madre.

A **Sor Carmen** quien me inculco los grandes y buenos principios de la vida, por estar conmigo siempre brindándome su apoyo incondicionalmente.

A una gran amiga, quien dispuso de su tiempo y espacio, a pesar de tener una gran responsabilidad, me apoyo para culminar mis estudios universitarios, gracias por estar ahí.

*Ricardo José Centeno Largaespada*

## **Agradecimientos.**

Le doy gracias a **Jehová, Dios**, por la vida, por la sabiduría y amor durante todos estos años, por llegar a la culminación de este trabajo.

A **Sor Carmen** y a mi gran **Amiga**, por su apoyo incondicional, por estar a mi lado todo este tiempo, por esperar junto a mí este momento de culminación de mis estudios y se hiciera realidad.

Al ing. **Ernesto Cuadra Cheves**, por haberme apoyado como tutor, con sus consejos y recomendación para desarrollar y finalizar este documento, y sobre todo por su disponibilidad y atención.

A los docentes de la Universidad Nacional Autónoma (UNAN-MANAGUA), en especial al **ing. Sergio Rafael Ramírez Lanzas**, por su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestra ideas que han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta monografía, sino también en nuestra formación como ingenieros.

A todos los familiares y amigos que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindando su apoyo incondicional.

*Ricardo José Centeno Largaespada.*

## **Dedicatoria.**

Dedicada en primer lugar a **Jehová, Dios**, por ser mi fuerza, por ser mí apoyo, por darme la vida y todo lo que tengo.

A mi esposa **Darling Margarita Blanco Pérez**, quien me ha apoyado incondicionalmente a pesar de todo, por quien soy hoy, y por qué la amo.

A mis padres **Francisco Bojorge Cortez y Bertha Sequeira González** quienes me inculcaron los grandes y buenos principios de la vida, por estar conmigo siempre brindándome su apoyo incondicionalmente.

A mi hijo **Mario Agustín Bojorge Lara**, quien dispuso de su tiempo y espacio, a pesar de tener una gran responsabilidad me apoyo para culminar mis estudios universitarios, gracias por estar ahí.

*Mario José Bojorge Sequeira.*

## **Agradecimientos.**

Le doy gracias a **Jehová, Dios**, por la vida, por la sabiduría y amor durante todos estos años, por llegar a la culminación de este trabajo.

A mi esposa **Darling Margarita Blanco Pérez**, por su apoyo incondicional, por estar a mi lado todo este tiempo, por esperar junto a mí este momento de culminación de mis estudios y se hiciera realidad.

Al Ing. **Ernesto Cuadra Cheves**, por haberme apoyado como tutor, con sus consejos y recomendación para desarrollar y finalizar este documento, y sobre todo por su disponibilidad y atención.

A los docentes de la Universidad Nacional Autónoma (UNAN-MANAGUA), en especial al **Ing. Ever López, Ing. Víctor Rogelio Tirado Picado, Lic. Álvaro Pavón**, por su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas que han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta monografía, sino también en nuestra formación como ingenieros.

A todos los familiares y amigos que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindando su apoyo incondicional.

*Mario José Bojorge Sequeira.*

## **Dedicatoria.**

Dedicada en primer lugar a **Jehová, Dios**, por ser mi fuerza, por ser mí apoyo, por darme la vida y todo lo que tengo.

A mis hermanas **Zenayda Salazar Sánchez y Mercedes Salazar Sánchez**, quien me ha apoyado incondicionalmente a pesar de todo, por quien soy hoy, y por qué la amo.

A mis padres **José Miguel Salazar Rodríguez y Josefa Sánchez Noguera** quienes me inculcaron los grandes y buenos principios de la vida, por estar conmigo siempre brindándome su apoyo incondicionalmente.

A mi hijo **Reynaldo Ezequiel Salazar Sánchez**, quien dispuso de su tiempo y espacio, a pesar de tener una gran responsabilidad me apoyo para culminar mis estudios universitarios, gracias por estar ahí.

*Reinaldo José Salazar Sánchez.*

## **Agradecimientos.**

Le doy gracias a **Jehová, Dios**, por la vida, por la sabiduría y amor durante todos estos años, por llegar a la culminación de este trabajo.

A mis hermanas **Zenayda Salazar Sánchez y Mercedes Salazar Sánchez**, quien me ha apoyado incondicionalmente a pesar de todo, por quien soy hoy, y por qué la amo.

Al Ing. **Ernesto Cuadra Cheves**, por haberme apoyado como tutor, con sus consejos y recomendación para desarrollar y finalizar este documento, y sobre todo por su disponibilidad y atención.

A los docentes de la Universidad Nacional Autónoma (UNAN-MANAGUA), en especial al **Ing. Ever López, Ing. Víctor Rogelio Tirado Picado, Lic. Álvaro Pavón**, por su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas que han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta monografía, sino también en nuestra formación como ingenieros.

A todos los familiares y amigos que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindando su apoyo incondicional.

*Reinaldo José Salazar Sánchez.*

# Contenido

RESUMEN GENERAL .....	1
CAPITULO I. GENERALIDADES .....	2
1.1 Introducción. ....	2
1.2 Antecedentes. ....	3
1.3 Justificación. ....	4
1.4 Objetivos. ....	5
1.4.1 Objetivo General: .....	5
1.4.2 Objetivo Específicos: .....	5
Capítulo II: Diagnostico del Sitio del Proyecto .....	6
2.1. Descripción del sitio .....	6
2.1.1. Localización del área de estudio. ....	6
2.2. Información Técnica. ....	15
2.2.1. Suelos predominantes.....	15
2.2.2. Topografía del Terreno.....	16
2.2.3. Sistema de drenaje Pluvial. ....	16
2.2.4. Disposición de desechos sólidos .....	17
2.3. Estado actual del camino existente.....	17
2.3.1. Identificación del Problema. ....	17
Capítulo 3: Estudio Topográfico .....	18
3.1 Topografía. ....	18
3.1.1 Levantamiento Topográfico. ....	18
3.1.2 PLANIMETRIA .....	19
3.1.3 ALTIMETRIA .....	19
3.1.4 Equipo utilizado para el levantamiento topográfico.....	20
3.2 Elaboración del plano topográfica. ....	36
3.2.1 Importación de puntos levantados. ....	36
3.2.2 Delimitación del derecho de vía.....	37
3.2.3 Identificación de puntos de detalles. ....	37
3.2.4 Creación de curvas de nivel.....	37
3.2.5 Dimensionamiento del eje. ....	38
3.2.6 Creación de curvas horizontes. ....	39

3.2.7 Cuadro de Curvas. ....	40
3.2.8 Perfil Longitudinal. ....	40
3.2.9 Perfiles Transversales. ....	41
3.2.10 Definición de la Rasante. ....	41
3.2.11 Colocación de la Sección Típica. ....	42
3.2.12 Señalización de Transito. ....	43
3.2.13 Procesamiento de la Sección Típica. ....	43
3.2.14 Tabla de Volumen de Tierra. ....	44
Capítulo 4. ESTUDIO DE SUELO .....	47
4.1 Suelo. ....	47
4.2 Bancos de Materiales .....	47
4.3 Perfiles del Subsuelo .....	48
4.4 Clasificación de los Suelos. ....	49
4.5 Análisis Granulométrico (Método Mecánico). ....	51
4.6 Estados De Consistencia (De Atterberg). ....	51
4.7 Clasificación de los suelos. ....	52
4.8 Compactación de suelos. ....	53
4.9 CBR (Valor relativo soporte) .....	53
4.10 Trabajos de Campo y Laboratorio. ....	54
4.10.1 Ensayes de los sondeo de línea. ....	54
4.11 Ensaye C.B.R (California Bearing Ratio). ....	54
4.12 Banco de Préstamo. ....	57
Capitulo V. Estudio de Transito .....	58
5.1 Conceptos Generales del Estudio de Transito.....	58
5.1.1 Estudio de transito .....	58
5.1.2 Estaciones de conteo vehiculares en Nicaragua .....	58
5.1.3 Transito Promedio Diario (TPD) .....	60
5.1.4 Transito promedio diario anual (TPDA). ....	61
5.1.5 Factores de Ajustes .....	61
5.1.6 Clasificación vehicular .....	64
5.2 Parámetros para determinar el Transito del Carril de Diseño. ....	66
5.2.1 Periodo de Diseño (n). ....	66
5.2.2 El tránsito de Diseño ( $T_D$ ). ....	67

5.2.3 Factor de crecimiento (FCR).....	67
5.2.4 Factor de Distribución por Dirección ( $F_D$ ).....	69
5.2.5 Factor de Distribución por Carril ( $F_C$ ).....	69
5.2.6 Tasa de Crecimiento ( $T_C$ ). ....	69
5.3 Calculo de Transito de Diseño. ....	72
5.4 Factores de carga equivalentes de pavimentos flexibles para ejes simples. ....	73
5.5 Calculo del Esal `s por carril de Diseño.....	75
CAPITULO VI. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO CON ADOQUIN .....	76
6.1 Variables para el Diseño.....	77
6.1.1 Confiabilidad (R).....	77
6.2 Criterios de Comportamiento. ....	78
6.2.1 Pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ).....	78
6.3 Propiedades de los materiales. ....	80
6.3.1 Módulo Resiliente de la Sub Rasante.....	80
6.4 Estructura de Pavimento a Base de Adoquín.....	81
6.4.1 Superficie de Concreto Asfáltica. ....	81
6.5 Desviación estándar ( $S_o$ ).....	81
6.6 Drenaje ( $m_i$ ).....	81
6.7 EL CBR de Base. ....	82
6.8 Características de los materiales en los pavimentos. ....	82
6.9 Coeficientes de capas.....	82
6.9.1 Carpeta de Rodamiento de adoquín ( $a_1$ ):.....	83
6.9.2 Bases granulares: .....	83
6.10 Diseño Estructural de Pavimento.....	83
6.10.1 Procedimientos de diseño de pavimento. ....	84
6.10.2 Espesor de la carpeta. ....	85
6.11 Datos de Diseño. ....	85
Conclusiones. ....	90
Recomendaciones. ....	92
Bibliografía. ....	93

## **RESUMEN GENERAL.**

Una buena infraestructura de calle brinda un mejor nivel de servicio al usuario y permite a la población una buena accesibilidad y la movilización a los diferentes lugares donde realizaran sus actividades. Este anteproyecto de pavimento considera la construcción de la calle con calzada de adoquín con dimensiones y espesores de pavimento adecuados que garanticen un buen servicio de transporte colectivo y comercial.

1

La necesidad de garantizar un adecuado pavimento que garantice una adecuada accesibilidad, transitabilidad y mantener el buen funcionamiento de la calle por muchos años. Nos lleva a proponer la alternativa viable que considere un diseño basados en criterios y especificaciones de la American Association of State Highway and Transportación Officials (A.A.S.H.T.O)

El levantamiento topográfico nos presenta las condiciones actuales de la vía.

En el estudio de suelos, se presentan las especificaciones y los tipos de ensayos realizados a los suelos obtenidos de los sondeos de línea y del banco de material.

En el estudio de tránsito, se consideró la composición de los volúmenes de tránsito, así como las variables que implican el cálculo del tránsito del carril de diseño como son: la tasa de crecimiento vehicular, el periodo de diseño, el factor de distribución por carril ( $F_c$ ), transito de diseño ( $T_d$ ) y el factor de distribución por dirección ( $F_d$ ).

En el diseño de los espesores de pavimento flexible, se calculó el ESAL para el carril de diseño, el módulo de resiliencia y el CBR de diseño de la sub – rasante. También se consideraron los siguientes parámetros: confiabilidad, desviación estándar, Serviciabilidad, propiedades de los materiales y números estructural requerido, hasta llegar a obtener los espesores finales del pavimento.

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## **CAPITULO I. GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción.**

Una vía es un espacio lineal que permite el paso de personas y vehículos, además, brinda acceso a las edificaciones y predios que se encuentran a ambos lados de la misma. Por estas razones, en el diseño de una vía se deben considerar tantos aspectos técnicos como también sociales

La ingeniería de caminos, la construcción de calles son consideradas como ciencia. Sin embargo las calles son un medio de transporte .El diseño debe adoptar los criterio de resistencia, uniformidad y seguridad, se deben construir para resistir y mantener adecuadamente el paso de los vehículos.

El proyecto final de una vía debe cumplir con las necesidades de los usuarios, por ello se debe considerar en el diseño geométrico los detalles necesarios para garantizar la seguridad en la vía y la circulación continua de los vehículos que por ella transita: pero además de esto, se deben considerar como un punto importante, el crecimiento del tránsito, ya que muchas veces es el principal factor en el deterioro de las carreteras.

Los altos costos de construcción, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura vial, tiene una incidencia considerable en la economía de nuestro país.

En el diseño de pavimento se determinaran los espesores de la estructura de pavimento de adoquín, el dimensionamiento de esta permitirá que se establezcan las características de los materiales de las distintas capa del pavimento, de tal forma que el pavimento mantenga un “índice” de servicio aceptable durante la vida de servicio estimada.

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## **1.2 Antecedentes.**

En el año de 1940, cuando fue creado el Departamento de carretera del Ministerio de Obras Publicas actualmente con el nombre de Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), en Nicaragua solamente existían 210 km de carreteras, de los cuales solo 52 eran pavimentados.

De acuerdo al documento “Red vial de Nicaragua 2014” publicado por el MTI, hoy en día Nicaragua cuenta 24,137.49 km de carreteras de los cuales 3,653.38 km están pavimentados (Adoquín, Asfalto y Concreto Hidráulico), y 20,484 km no pavimentados, que corresponden al 15.14 % y 84.86 % respectivamente.

Los datos globales de la red vial en el presente documento, para el año que estamos informando reflejan un total de 24,334.79 kms. de carreteras de los cuales 4,127.09 kms. (16.96%) son pavimentados (Adoquín, Asfalto y Concreto Hidráulico), 20,207.69 kms. (83.04%) correspondiente a no pavimentados. Con respecto al año 2016, la red pavimentada aumento en un 6.26%(243.31kms.) y la red no pavimentada disminuyo en un 0.4%(-80.19kms.) Los departamentos donde se reflejan los cambios cuantitativos son León, RACCN, RACCS. Los cambios cualitativos los encontramos en todo el país, eso significa que caminos que ya estaban registrados ahora han cambiado el tipo de

Tipitapa las principales vías de acceso, están conformadas por las vías regionales Matagalpa-Tipitapa-Masaya, Managua-Tipitapa-Matagalpa carretera panamericana norte, Managua-Tipitapa-Boaco.

La red vial del municipio de Tipitapa está compuesto por un total de 359.50 kms, de los cuales 116.24 kms. (32.33%) son Asfaltadas, 2.30 kms. (0.64%) Concreto Hidráulico, 36.22 kms. (10.08%) Adoquinadas, 67.56 kms. (18.79%) Suelo natural y 137.18 kms. (38.16%) es Balastro.

Red vial de Nicaragua 2016 MTI. Ministerio de Transporte e Infraestructura. División General de Planificación.

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

### **1.3 Justificación.**

El presente estudio nace como resultado de una necesidad sentida y por iniciativa de la población organizada en el barrio Gestionan el apoyo financiero ante el gobierno local para su financiamiento.

Está orientado a reducir el déficit de calles sin veredas y pavimentos, con la finalidad de mejorar la accesibilidad a las viviendas y de esta al equipamiento y servicio; fortalecer el tejido social y la organización local, y mejorar la calidad ambiental del entorno. La necesidad de contar con una mejora en la calidad de vida de la población, minimizando los riesgos de accidentes y mejorar la transitabilidad de los lugareños es que se hace necesario proyectar dicha obra.

Sin embargo están pendientes áreas que sean revestidas con pavimentos, las cuales se vuelven vulnerables en estación de invierno por la cantidad considerable del caudal de agua que pasa por esta calle, provocando dificultades de accesibilidad vehicular y peatonal.

Este escenario de vulnerabilidad genera estancamiento de agua, problemas de escorrentía inundaciones de calle y viviendas y que al final tiene como consecuencia la proliferación de enfermedades infecciosas.

En este caso nos estamos refiriendo al barrio Oronte Centeno del municipio de Tipitapa ubicada en la parte sur del casco urbano y presenta mayor índice peatonal.

El proyecto de adoquinado de 600 m beneficiara a los habitantes del barrio afectado y aledaños a la zona, con una nueva vía de transporte que facilitara la comunicación y economía.



## **1.4 Objetivos.**

### **1.4.1 Objetivo General:**

Realizar el ante proyecto del diseño geométrico y estructural de adoquinado de 620 m en el barrio Oronte Centeno, municipio de Tipitapa, Managua.

5

### **1.4.2 Objetivo Específicos:**

- Realizar el estudio topográfico.
- Analizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo existente en el tramo, esenciales para el diseño de pavimento.
- Ejecutar el estudio de tránsito para determinar los volúmenes de tránsito necesario para obtener las cargas que soportara el pavimento.
- Determinar los espesores requeridos para la Estructura de pavimento de adoquín usando el Método ASSTHO 93.

## Capítulo II: Diagnostico del Sitio del Proyecto

### 2.1. Descripción del sitio

#### 2.1.1. Localización del área de estudio.

#### FICHA MUNICIPAL

<b>Nombre del Municipio</b>	TIPITAPA
<b>Nombre del Departamento</b>	Managua
<b>Fecha de Fundación</b>	1,755
<b>Posición Geográfica</b>	Ubicada entre las coordenadas 12° 11' latitud norte y 86° 05' longitud oeste.
<b>Altitud sobre el nivel del mar</b>	50.44 metros
<b>Superficie</b>	975.17 kms <sup>2</sup>
<b>Densidad Población</b>	112.2 hab./km <sup>2</sup>
<b>Clima y Precipitación</b>	Es seco (sabana tropical) con temperaturas promedios de 23° c en la parte de la zona norte.
<b>Fiestas Locales</b>	Del 6 al 30 Enero Santo Patrono de "Esquipulas" o el Cristo Negro.
<b>Distancia a la capital y a la cabecera</b>	Se encuentra ubicado dentro de los límites del departamento Managua, a 22 km. de la cabecera departamental.

### **2.1.1.1. DERROTOS MUNICIPALES**

#### **TIPITAPA - Ciudad Darío (Dpto. de Matagalpa)**

El límite se inicia al norte de la localidad Sabana Grande, en un punto con coordenada  $86^{\circ} 07'06''W$  y  $12^{\circ} 35'18''N.$ , continúa en dirección este 1.1 Kms. hasta cerro El Pílon (667 mts.), luego gira en dirección sureste 6.8 kms. pasando por la localidad. El terreno hasta intercepta la carretera panamericana, con coordenadas  $86^{\circ} 03'00'' W.$  Y de  $12^{\circ} 34'00'' N.$  En la localidad San Agustín, luego toma dirección sur sobre dicha carretera hasta un punto con coordenadas  $86^{\circ} 03'00'' W$  y  $12^{\circ} 32'48'' N.$  A 0.5 Km. Al oeste de la localidad El Bejuco (El Bejucal), de este punto toma dirección sureste 5.6kms. Pasando por la localidad La Pita, cerro La Tronquera (741 mts).(hasta la cabecera de quebrada Los Llanos, sobre la que sigue aguas abajo hasta su confluencia con Río Teocintal (El Guineo) o La Acicaya. Punto final del límite.

#### **TIPITAPA - Teustepe (Dpto. de Boaco)**

Se inicia este límite en la confluencia del Río Teocintal (El Guineo) o La Acicaya con quebrada de Los Llanos, continúa aguas debajo de este río tomando más adelante el nombre de El Barco, llegando a su desembocadura en el embalse Las Canoas, el cual bordea en la parte oeste hasta Ríos Malacatoya, luego sigue abajo 1.5kms. de dicho río, para luego tomar dirección sureste 14.1kms. Pasando por la cima de cerro El Pílon (221 mts). una altura de 294 mts. Cerro Polo (421 mts.), otra altura de 291 mts, la localidad San Luis, hasta loma de Cerro Pelón (357 mts.), para luego tomar dirección este 4.1kms, hasta un punto de quebrada El Verde situado en la localidad El Chagüite, con coordenadas  $85^{\circ} 47'42'' W.$  Y  $12^{\circ} 16'40'' N.$  Punto dial de este límite.

#### **TIPITAPA - San Lorenzo (Dpto. de Boaco)**

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



Se inicia el límite en un punto de Quebrada de Los Potreros o El Verde, con coordenadas  $85^{\circ} 49'29''$  W. Y  $12^{\circ} 12'38''$  N., se dirige aguas arriba de quebrada El Verde hasta llegar a la localidad El Chagüite, punto con coordenadas  $85^{\circ} 47'42''$  W. Y  $12^{\circ} 16'40''$  N. Punto final del límite.

#### TIPITAPA - Granada (Dpto. de Granada)

Este límite se inicia en un punto de Quebrada de Los Potreros o El Verde, con coordenadas  $85^{\circ}49'29''$  W. Y  $12^{\circ} 12'38''$  N. A partir de este punto gira en Dirección suroeste 3.5kmts. Hasta la confluencia del Río Ayoja con Río Malacatoya, sigue aguas arriba de este último hasta un lugar llamado Santa María, continúa en dirección oeste 2kms. hasta la localidad Finlandia, en un punto con coordenadas  $85^{\circ} 55'00''$  W, y  $12^{\circ} 12'36''$  N, de aquí continúa en dirección sur 1.3kms. hasta un punto con coordenadas  $85^{\circ} 55'00''$  W. Y  $12^{\circ} 11'54''$ , para luego tomar dirección suroeste 12kms. pasando por las localidades de San Nicolás, La Gloria, hasta llegar a la confluencia de los esteros La Loma, El Caballo y Chico Pipe con Río TIPITAPA. Punto final del límite.

#### TIPITAPA - Tisma (Dpto. de Masaya)

Este límite se origina en un punto del camino que une a la localidad de Zambrano con Tisma con coordenadas  $86^{\circ} 04'12''$  W. Y  $12^{\circ} 08'12''$  N. Continúa en dirección noroeste hasta la confluencia de los ríos Viejo y El Achotillo, sigue aguas debajo de este último hasta la confluencia con Río TIPITAPA. Prosigue sobre dicho río aguas abajo hasta llegar a la confluencia de los esteros El Caballo, La Loma y Chico Pipe. Punto final del límite.

#### TIPITAPA - Masaya (Dpto. de Masaya)

El límite tiene su origen en el empalme de la carretera TIPITAPA - Masaya con el camino que conduce a la localidad El Paraíso. Continúa en dirección sureste 2.5kms. hasta interceptar un punto del camino que une a la localidad de Zambrano con Tisma, con coordenadas  $86^{\circ} 04'12''$  W, y  $12^{\circ} 08'12''$  N. 1Km. Al sureste de la localidad de Zambrano. Punto final del límite.

#### TIPITAPA - Nindirí (Dpto. de Masaya)

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Este límite tiene su origen su origen en el empalme de la Carretera Masaya - TIPITAPA con el camino que conduce a la localidad El Paraíso. Continúa sobre este camino hasta llegar al costado oeste de dicha localidad, en un punto con coordenadas  $86^{\circ} 07'35''$  W, y  $12^{\circ} 08'27''$  N. Punto final del límite.

#### TIPITAPA - Managua

Este límite tiene su origen en el cruce de caminos en el costado este de la localidad El Paraíso, en un punto con coordenadas  $86^{\circ} 07'35''$  W, y  $12^{\circ} 08'27''$  N, se dirige al noroeste 1.3kms. hasta el nacimiento de Río Lodoso, sobre el que se dirige aguas abajo hasta su desembocadura en el Lago de Managua (Xolotlán). Punto final de este límite.

#### TIPITAPA - Lago de Managua (Xolotlán)

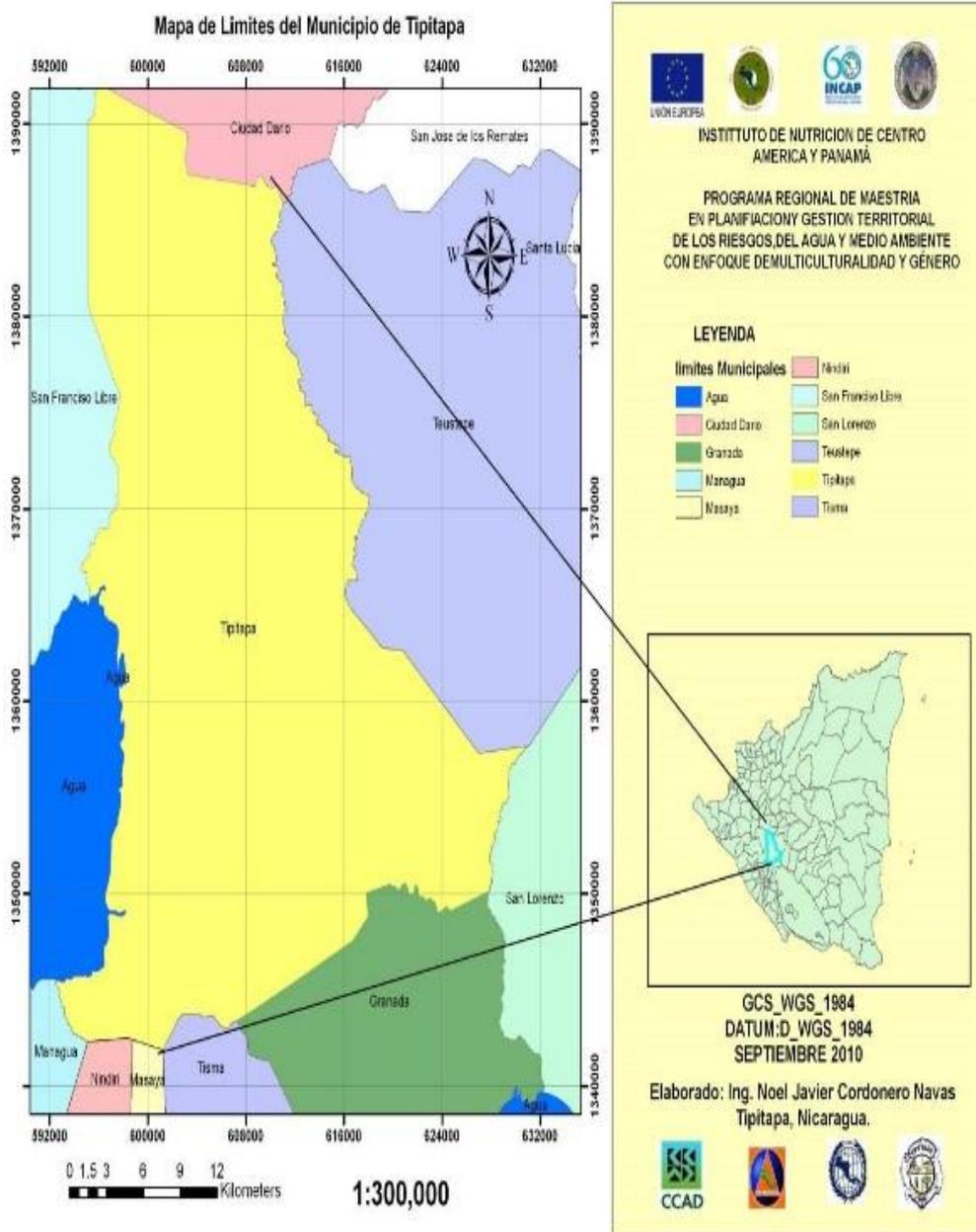
Comprende desde la desembocadura del Estero San Antonio hasta la desembocadura de Río Lodoso.

#### TIPITAPA - San Francisco Libre

Este límite tiene su origen al norte de la localidad Sabana Grande, en un punto con coordenadas  $86^{\circ} 07'06''$  W, y  $12^{\circ} 35'18''$  N, continúa sobre un camino en dirección sur pasando por la localidad La Cañita hasta llegar a un punto con coordenadas  $86^{\circ} 07'30''$  W, y  $12^{\circ} 34'24''$  N, para luego dirigirse 9.5kms. en dirección sur franco hasta una altura de 346 mts. Toma luego dirección sureste 4.5kms. pasando sobre la cima de cerro Punta El Ojoche (394 mts). hasta la cabecera de uno de los afluentes del río Las Maderas, sigue aguas debajo de éste hasta la confluencia con Estero San Antonio, continúa aguas debajo de dicho estero hasta su desembocadura en el Lago de Managua (Xolotlán).

**2.1.1.2. Macro Localización.**

**Figura N° 1: Mapa de Limite del Municipio de Tipitapa.**

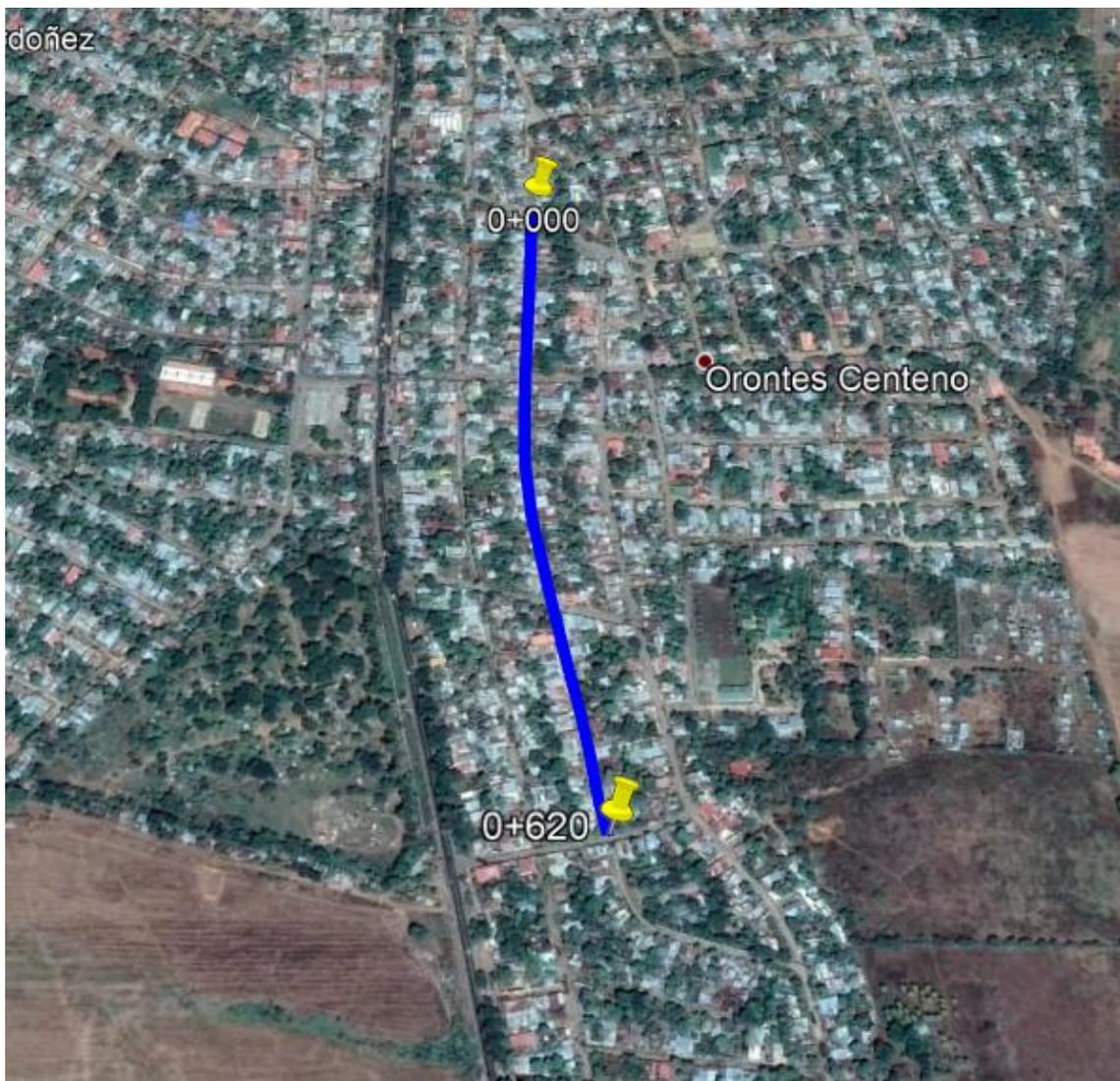


### 2.1.1.3. Micro Localización.

Para llevar a cabo la realización de este trabajo se tomó como tramo en estudio una vía de pavimento de adoquín de 620 ml. Teniendo como punto de partida la estación 0+000 localizado del Guanacaste 118m al este, barrio Oronte Centeno Sur, finalizando en la estación 0+600 localizada de la terminal de buses la majada 114m al este, barrio Oronte Centeno Sur.

11

Figura N° 2: Mapa Urbano de los Reparto Yuri Ordoñez y Oronte Centeno.



Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

#### **2.1.1.4. Hidrografía.**

La hidrología superficial compuesta por el Río Malacatoya ubicado al este de la comunidad Las Banderas, es uno de los recursos hídricos más importantes del municipio debido a su caudal, con una longitud de 106 km y un caudal anual promedio de 1.06 m<sup>3</sup>/seg.

En Tipitapa se ubica la “Cuenca de los Lagos” que se extiende desde el “Golfo de Fonseca” hasta la desembocadura del “Río San Juan” y el río Tipitapa que es un alargado estero de aproximadamente 35 km del largo y une al lago de Nicaragua con el lago de Managua, se encuentra aproximadamente 10 mts más alto que el lago de Nicaragua, por lo que cuando el nivel del agua del Xolotlán es más alto, las aguas de este corren por el río Tipitapa provocando inundaciones que afectan cierta área urbanas de la ciudad.

La hidrología subterránea se localiza en un área de descarga de las aguas subterráneas y superficiales del acuífero “Las Sierras”; este se encuentra limitado por el lago de Managua que constituye el punto terminal de evacuación de las aguas. El nivel freático en la alta zona norte o septentrional se encuentra a una profundidad mayor de 30 m, localizado por la comunidad de Las Banderas, al oeste de la carretera Panamericana, disminuyendo hacia el oeste, en dirección al río Tipitapa desde 30 m en la zona central a menos de 5 m cerca del lago y el río.

#### **2.1.1.5. Datos relevantes de la población.**

Posee una extensión territorial de 975.30 km<sup>2</sup>; en el orden de primacía es el número dos, cabe mencionar que la inmigración en Tipitapa se ha comportado de una manera ascendente, gracias a la disponibilidad de tierra en la zona sub urbana (zona rural), oportunidades de trabajo y la cercanía con Managua.

✓ Proyección al 2013:

Total de Habitantes: 133,475

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Hombres: 66,671

Mujeres: 66,804

✓ Proyección al 2014:

Total de Habitantes: 136,333

Hombres: 68,078

Mujeres: 68,255

✓ Proyección al 2015:

Total de Habitantes: 139,206

Hombres: 69,491

Mujeres: 89,715

✓ Proyección al 2016:

Total de Habitantes: 141,957

Hombres: 70,839

Mujeres: 71,118

✓ Proyección al 2017:

Total de Habitantes: 144,700

Hombres: 72,193

Mujeres: 72,501

La fecundidad está dada por la población femenina dentro del rango etario de los 15 a los 49 años de edad, de acuerdo a información proporcionada por el Hospital Yolanda Mayorga al periodo 2017, este grupo poblacional corresponde al 26.78% de la población general del municipio equivalente a 57,733 habitantes femeninas en edad fértil (de 15 a 49 años).

La natalidad se registra según la oficina de estadísticas del Hospital Yolanda Mayorga en el municipio de Tipitapa en un 2.54% al año 2016.



La tasa de mortalidad en el municipio de Tipitapa se registra de 0.22% (460 defunciones 2016) esto de acuerdo al registro de defunciones de la oficina de Registro Público del municipio de Tipitapa.

De manera general la distribución de la población se presenta de la siguiente manera:

14

✓ Zona Urbana:

Femenina: 45, 763

Masculino: 45, 702

Sub Total: 91, 465

✓ Zona Rural:

Femenina: 62, 137

Masculino: 62, 011

Sub Total: 124, 148

### **2.1.1.6. Servicio Básico del Sitio. Educación.**

En la actualidad Tipitapa posee 13 núcleos educativos, 9 de ellos rurales en su mayoría de modalidad multigrado, no así la población educativa se concentra en su mayoría en el área urbana, el total de matrícula para el año 2017, según las estadísticas es de 35,884 estudiantes activos en aulas clase.

El municipio cuenta con 83 centros escolares de educación pública, 25 centros privados, 5 privados con subvención, 2 subvencionados, estos dos son proyectos sociales que funcionan en el sistema penitenciario para un total de 115 establecimientos escolares, además contamos con 77 preescolares comunitarios.

De los 83 centros públicos, 26 se atienden las tres modalidades de secundaria, 11 de primaria pura y 46 centros escolares que imparten la modalidad de

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

multigrado, contamos con 77 comunitarios en todo el territorio, de estos 29 que se ubican en iglesias y casas comunales en todo el municipio.

Se atienden las modalidades educativas: educación inicial, primaria, primaria multigrado, secundaria, secundaria a distancia y a partir del año 2014 se inició en 4 comunidades rurales la secundaria del campo y en el año 2016 da inicio la primaria del campo.

15

## **Salud.**

De acuerdo al modelo de salud familiar y comunitaria el municipio de Tipitapa está dividido en 44 sectores, cada uno con su equipo de salud; estos sectores atienden a toda la población y están distribuido para la atención de 17 puestos de salud y un hospital primario el cual se encuentra en buenas condiciones, no obstante, en los centros de salud encontramos 7 en buen estado, 9 en condiciones regulares y 1 en mala condición.

En el municipio se brindan todos los programas de atención de salud encomendados por el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, con el objetivo de mejorar la calidad y calidez de atención para el municipio.

## **2.2. Información Técnica.**

### **2.2.1. Suelos predominantes.**

A través del recorrido realizado por el tramo de calle con una longitud de 620 m donde se realizara el proyecto, se puede apreciar en toda la longitud del tramo que está conformado con macadam proveniente de material de banco certificado.

De acuerdo a los resultados de laboratorio, de sondeo realizados en calles cercana a unos 70 metro del tramo en estudio, predominan gravas arenosas que clasifican como A-1-a con índice de grupo 0 en la parte superior y sub yacente a estos materiales suelos limosos que clasifican como A-5 con índice de grupo 3 y arcilla que clasifica como A-7-5 con índice de grupo 8, lo que es indicativo de materiales pobres para terraplén.

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Por lo que hemos tomado como referencia este estudio para nuestra propuesta.

### **2.2.2. Topografía del Terreno.**

El tramo de calle del sitio del proyecto, presenta una topografía bastante plana con pendientes que varían de la siguiente manera:

De la estación 0+000 a la 0+068 presenta una pendiente de 2.24%, de 0+068 a 0+129.03 la pendiente es 5.89 %, de 0+129.03 a 0+179.99 la pendiente es -1.21 %, de 0+179.99 a 0+307.46 la pendiente es -0.78, de 0+307.46 a 0+411 la pendiente es - 2.09 % y de 0+411 a 0+599.44 la pendiente es 1.93 %.

### **2.2.3. Sistema de drenaje Pluvial.**

El sistema de drenaje pluvial existente en este sector es a través de alcantarilla pluviales con dimensiones de 2m de ancho, 2m de largo y 1m de profundidad, con tubos de diámetro, orientado de este a oeste, con el objetivo de que estas aguas sean conducidas hacia el lago.

Por las pendientes que presenta el tramo de calle, las cuales varían gradualmente, las alcantarillas fueron ubicadas de la siguiente manera:

En la estación 0+000, se ubicaron tres alcantarillas, la número 1 ubicada en el lado sureste de la esquina con dimensiones de 1m de ancho, 1 m de largo y 1m de profundidad, la número 2 en el lado noreste y la número 3 en el lado sureste de la esquina, ambas con dimensiones de 2m de ancho, 2m de largo y 1m de profundidad con dos tubos de diámetros 24 “.

Estas alcantarillas drenan las aguas de descende de la estación 0+129.03 a la 0+000. Del tramo en estudio

En la estación 0+400, se ubicaron dos alcantarillas, una de ellas se encuentra en la parte noroeste y la otra en la parte suroeste de la esquina,

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

ambas con dimensiones de 2m de ancho, 2m de largo y 1m de profundidades con dos tubos de 24 “

Estas alcantarillas drenan las aguas que bajan de la estación 0+129.03 a la 0+400 y las otras que desciende de la estación 0+599.44 a la 0+400.

#### **2.2.4. Disposición de desechos sólidos**

Los desechos sólidos son recolectados por un camión de la alcaldía municipal para posteriormente ser depositados al vertedero municipal. La frecuencia de recolección de la basura es de dos veces a la semana.

### **2.3. Estado actual del camino existente.**

El estado en que se encuentra el tramo de calle actualmente es irregular, encontrándose en algunas estaciones del tramo de calles pendientes arriba del 5% en rectas considerables, charcas o cruces de aguas indebidas que dan mal aspecto a la calle y la deterioran. Geometría irregular discontinua con piso de tierra y conformadas con macadam proveniente el material de banco certificado, presentan ancho de calzada de 6,20m.

#### **2.3.1. Identificación del Problema.**

La población demanda la pavimentación del tramo de calle ( en estudio),en este tramo existen calles con terrenos perfilados polvorientos en condiciones inadecuadas, de geometría irregular discontinua con piso de tierra, poniendo en riesgo la vida de los transeúntes y pobladores en general que hacen uso de esta vía para llegar a sus viviendas.

En época de invierno las lluvias producen escorrentía que provocan erosión hídrica y socavaciones, dificultando la accesibilidad vehicular y peatonal. También se presenta la formación de charca o cruces de aguas indebidas, que generan vectores propicios para la proliferación de enfermedades infecciosas.

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor:Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

De lo antes planteado se determina como problemática central: Inadecuadas condiciones de transitabilidad vial y peatonal del tramo de calle en estudio del barrio Oronte Centeno del municipio de Tipitapa departamento de Managua.

## **Capítulo 3: Estudio Topográfico**

### **3.1 Topografía.**

18

Estudia el conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre, por medio de medidas según los tres elementos del espacio: dos distancias y una elevación o una distancia, una elevación y una dirección. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco (grados sexagesimales).

#### **3.1.1 Levantamiento Topográfico.**

El levantamiento topográfico es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calcula superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos que determinan una representación gráfica que cumple con todos los requerimientos que necesita un constructor para ubicar un proyecto y materializar una obra en terreno, ya que éste da una representación completa, tanto del terreno en su relieve como en las obras existentes. De ésta manera, el constructor tiene en sus manos una importante herramienta que le será útil para buscar la forma más funcional y económica de ubicar el proyecto.

El trabajo de campo, que es la recopilación de los datos. Esta recopilación fundamentalmente consiste en medir ángulos horizontales y/o verticales y distancias horizontales o verticales. - El trabajo de gabinete o de oficina, que consiste en el cálculo de las posiciones de los puntos medidos y el dibujo de los mismos sobre un plano.

La mayor parte de los levantamientos, tienen como objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía, donde reciben el nombre de topometría.

### **3.1.2 PLANIMETRIA**

La planimetría es aquella rama de la Topografía que se ocupa de la representación planimétrica de la superficie terrestre sobre un plano. Así es que la misma centra su estudio en el conjunto de métodos y procedimientos que tenderán a conseguir la representación a escala de todos aquellos detalles interesantes del terreno en cuestión sobre una superficie plana, exceptuando su relieve y representándose en una proyección horizontal.

### **3.1.3 ALTIMETRIA**

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar la altura o "cota" de un punto situado sobre la superficie de la tierra, con respecto a un plano de referencia. Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno, (planos de curvas de nivel, perfiles, etc.).

La nivelación compuesta. Es la nivelación más corriente y de más frecuente uso en la práctica diaria y no es más que una sucesión de varias nivelaciones simples.

En la nivelación compuesta el aparato no permanece en un mismo sitio sino que va trasladándose a diversos puntos desde cada uno de los cuales se toman nivelaciones simples que van ligándose entre sí por los llamados Puntos de Cambio (PC) o Puntos de Liga (PL). Es de vital importancia la escogencia del PC, ya que de esto depende en gran parte la precisión del trabajo. Este debe ser estable y de fácil identificación, por lo general se utilizan pines o planchas metálicas para esto.

Se define como Punto de Cambio o de Liga (PC o PL), al punto donde se ejecutan las lecturas de frente y de espalda para calcular la nueva altura del instrumento y la vez el enlace entre dos nivelaciones simples.

Una Lectura de Espalda (LE), es una lectura de hilo central efectuada en la mira sobre un punto de elevación conocida, como por ejemplo la lectura del BM que se toma como referencia para nivelar los puntos restantes.

Una Lectura de Frente (LF), es la lectura de hilo central efectuada en la mira sobre un punto cuya elevación se desea conocer o bien un punto de cambio.

### **3.1.4 Equipo utilizado para el levantamiento topográfico**

Estación Total Leica R500 TS06: La Estación Total Leica FlexLine TS06

Plus cuenta con teclado alfanumérico, puerto USB y conectividad Bluetooth.

Cuenta con el nuevo software Flex Field con una precisión de 2".

- Disponible en precisiones angulares: 1 ", 2", 3 ", 5", 7 "
- Medición con prisma 3.500 m
- Medición sin prisma > 500 m (opcional) 1.000 m
- Pantalla de alta resolución en blanco y negro (la mayor de su clase)
- Teclado: completo alfanumérico
- Memoria interna de gran capacidad, USB y tecnología inalámbrica Bluetooth
- Aplicaciones avanzadas: Road 2D, Reference Arc, Reference Plane & COGO
- Soporta conexión remota a Leica Viva CS10/15 controladores que ejecutan el software SmartWorx Viva.

Medición Electrónica de Distancias

Modo medición a Prisma

◆ Precisión+ (1.5 mm + 2 ppm)

◆ Velocidad (1 segundo)

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



### Modo medición sin Prisma

- ◆ Precisión (2 mm + 2 ppm)
- ◆ PinPoint EDM coaxial, con un puntero y tamaño de spot de medición láser minúsculo para una medición precisa y puntería fina. Necesidad de menos configuraciones, porque los objetivos en los que no es posible establecer un prisma se puede medir con medición sin prisma
- ◆ Hasta 1000 m

### Trípode SOKKIA:

Longitud total 1810mm

Min. Longitud 1100mm

Lock Type Quick Clamp

Tipo de cabeza plana

Cabeza Externa 158mm

Cabeza interior 60mm

Pierna tipo redondo

Peso neto 6.5 kg

Color como el cuadro

Tornillo central: M16 5/8 pulgadas

- prismas Leica: sencillo circular
- 2 bastones:
- ✓ Telescópico graduado de 2.5m de altura.
- ✓ Nivel esférico para verticalidad.
- ✓ Funda de transporte.

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



- ✓ Diseñado para una larga vida con tubos de aluminio y punta de acero inoxidable.
- ✓ El seguro por compresión mantiene la presión y la linealidad logrando variabilidad en la altura hasta de 2.5m.

1 cinta de 30 metros: cinta de fibra de vidrio.

- 1 cinta de 8 metros TRUPPER
- 1 GPS Garmin Oregon 550:
  - a. Receptor de 12 canales
  - b. Receptor de alta sensibilidad
  - c. Waypoints 1000
  - d. Rutas 50
  - e. Cálculo de área en campo
  - f. Precisión de +-10 m.
  - g. Datum WGS 84
- 1 Brújula BRUNTON: sistema de graduación 360°, norte 0°y sentido horario, Este 90°. Sur 180°, Oeste 270° Y Norte 360°.

Precisión Plate Level: 15'± 5'/2 (mm), Precisión Circular Level: 30'±5'/2 (mm), Reading Error: ≤ 0.5°.

- Chapas: tapas de bebida con un clavo incrustado.
- Spray: tipo pintura para hacer marcajes distintivos.
- Libreta de campo: tabla de madera para anotar cualquier detalle, como los puntos de cambios en estaciones.

Se estableció un punto de inicio que consiste en un clavo de 4 pulgadas, empotrado sobre viga remate, que está ubicada a 5.35 metros y con rumbo N3°7'31"E de la esquina LIM 36, y a 7.38 metros y con un rumbo N41°47'6"W de la esquina LIM 35.

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Fase de levantamiento de campo.

Para la obtención de los datos topográficos, se empleó un levantamiento planimétrico y altimétrico con una estación total marca LEICA R500 TS06, mediante un puesta en estación en el punto inicial que fue denominado "A", las coordenadas iniciales fueron  $X=1000, Y=1000$ , la coordenada  $Z=100$ , luego de ingresar esta información al equipo se enrasa al norte magnético usando la brújula.

Una vez plantado el equipo, ya con todos los datos que este requiere, se inicia con el levantamiento de todos los puntos necesario para una mejor descripción del sitio. Se inició levantando el bordillo de la calle cercana que esta adoquinada, de igual forma postes del tendido eléctrico, cada uno de los puntos se le anexaba su descripción en el equipo para poder identificarlos posteriormente. Se levantó los linderos de las viviendas que se encuentran sobre la vía. En lo que respecta al eje se tomaron lecturas a cada 10 metros entre estación y a cada 4.60 metros de ancho, así sucesivamente hasta terminar todo el tramo en estudio, se hicieron cambios de estacionamiento ya que no se lograba divisar ciertos puntos, entonces se enraso la estación en los puntos de estación anteriores.

Cabe mencionar que se levantó una sección en las calles que interceptaban al eje de la vía para conocer su nivel con respecto a este, y de esa manera sugerir una boca calle. Los puntos levantados se guardaron automáticamente en el equipo a través de una memoria USB, que se incorpora a este.

Todos los puntos obtenidos a partir del levantamiento topográfico, se guardan por defecto en un Bloc de notas, archivo tipo texto (TXT) y delimitado por comas; estos pueden ser convertidos a Excel, para una mejor presentación. Los datos se presentaron en la siguiente tabla:

### **Tabla N°1: Resumen de Datos del Levantamiento Topográfico.**

CUADRO DE COORDENADAS
-----------------------

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



**Ante proyecto del diseño geométrico y estructural de adoquinado de 620 ml  
el barrio Oronte Centeno, Tipitapa, Managua.**

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
1	1000	1000	100	A
2	9.999.993	10.087.383	99.931	NOR
3	10.033.572	9.999.958	1.001.227	BOR
4	10.032.522	9.999.932	999.725	BOR
5	10.041.118	10.012.846	1.001.141	BOR
6	10.040.584	10.013.371	999.664	BOR
7	10.062.609	10.017.829	1.000.936	BOR
8	10.063.221	10.018.265	99.931	BOR
9	10.075.218	10.012.361	1.000.845	BOR
10	10.075.181	10.012.757	99.919	BOR
11	9.966.486	9.998.817	1.000.783	BOR
12	9.967.134	9.998.891	999.409	BOR
13	9.962.581	10.052.054	999.516	BOR
14	9.963.878	10.051.758	998.091	BOR
15	9.952.618	10.068.618	999.005	BOR
16	9.953.642	10.069.284	997.442	BOR
17	9.937.163	10.076.591	998.587	BOR
18	9.937.279	10.077.388	996.099	TRAG
19	10.071.979	10.091.437	100.05	BOR
20	10.072.005	10.091.098	999.024	BOR
21	10.040.629	1.010.804	1.000.345	BOR
22	10.040.224	10.107.572	998.668	BOR
23	1.002.754	10.129.961	1.000.273	BOR
24	10.026.691	10.130.367	998.665	BOR
25	10.021.705	1016.86	1.000.523	BOR
26	10.020.904	10.168.666	99.883	BOR
27	991.253	10.161.226	998.841	BOR
28	9.912.823	10.160.423	996.717	BOR
29	9.943.715	10.155.173	99.956	BOR
30	9.944.126	10.154.839	998.041	BOR
31	995.682	10.179.045	1.000.352	BOR
32	9.958.106	10.178.821	1.000.105	BOR
33	9.955.241	9.890.899	1.004.802	BM1
34	10.027.014	10.000.586	1.000.034	VIGA
35	9.970.961	9.997.705	999.768	VIGA
36	9.942.819	10.047.757	999.607	LIM
37	10.050.831	9.996.129	1.004.239	LIM
38	9.944.472	10.185.191	1.000.694	LIM
39	10.042.603	10.120.902	1.000.954	LIM

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
40	9.921.388	10.188.589	999.281	LIM
41	10.067.376	10.109.931	1.000.854	LIM
42	9.942.494	10.206.608	1.003.031	LIM
43	10.038.955	10.146.415	1.001.139	LIM
44	9.963.029	9.801.146	1.005.834	LIM
45	9.976.032	9.801.827	1.005.517	NT
46	9.988.438	9.802.432	1.004.255	NT
47	10.012.614	9.807.319	1.004.151	LC
48	10.037.859	981.05	1.004.511	NT
49	10.051.992	9.811.168	1.008.755	NT
50	10.061.329	9.811.884	1.009.781	LIM
51	10.051.976	982.797	1.009.572	ACERA
52	10.060.348	9.829.183	1.009.322	ACERA
53	10.064.379	9.760.989	100.999	ACERA
54	10.057.266	9.697.386	1.009.095	ACERA
55	10.050.417	9.709.265	1.005.082	PL
56	9.975.668	9.622.914	1.010.802	LIM
57	9.987.876	962.398	1.008.571	NT
58	999.782	9.624.062	1.007.123	NT
59	10.024.039	9.624.196	1.007.096	LC
60	1.005.126	9.627.769	1.007.228	NT
61	10.056.583	9.629.068	1.008.811	NT
62	9.991.021	956.498	1.009.994	ACERA
63	997.96	9.563.852	1.013.606	ACERA
64	998.64	9.647.857	1.007.965	ACERA
65	9.974.179	9.646.425	1.010.442	ACERA
66	9.986.208	943.641	1.017.893	LIM
67	10.000.006	9.437.958	1.015.675	NT
68	10.010.754	9.438.494	1.015.377	NT
69	10.037.459	9.442.084	1.011.973	LC
70	10.059.912	9.442.278	1.011.948	NT
71	10.070.952	9.442.187	1.013.723	NT
72	10.014.999	9.396.964	1.013.972	ACERA
73	9.990.567	9.395.651	1.017.425	ACERA
74	10.053.058	9.243.857	1.020.459	TRAS
75	10.019.218	9.339.581	1.015.802	ACERA
76	9.994.531	9.338.553	1.021.951	ACERA
77	10.091.499	9.312.365	1.021.824	ACERA
78	10.081.552	9.312.102	1.019.843	ACERA
79	10.086.706	9.246.544	1.021.914	ACERA

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
80	10.098.196	924.638	1.023.532	ACERA
81	10.085.863	9.247.293	1.021.456	NT
82	10.077.133	9.246.228	1.020.906	NT
83	10.023.915	9.246.235	1.020.631	NT
84	10.020.871	9.283.336	1.020.441	ACERA
85	9.998.643	9.283.335	1.023.353	ACERA
86	10.026.184	9.226.128	1.021.574	ACERA
87	10.002.331	922.399	1.027.136	ACERA
88	10.016.474	9.228.894	1.025.587	PT
89	10.013.535	9.222.712	1.026.547	ACERA
90	10.002.796	9.218.251	1.029.835	ACERA
91	10.014.256	9.044.397	1.036.077	LIM
92	10.017.174	8.973.278	1.038.209	ACERA
93	10.031.393	8.973.318	1.035.612	ACERA
94	1.002.852	9.044.603	1.033.473	NT
95	10.036.632	9.043.649	1.031.997	NT
96	10.065.012	9.048.157	1.031.139	LC
97	10.086.834	9.050.479	1.030.631	NT
98	1.009.746	9.047.789	1.032.415	NT
99	10.110.197	9.064.389	1.033.939	LIM
100	10.026.011	8.858.432	1.043.017	LIM
101	10.035.384	886.019	1.041.489	NT
102	10.045.483	8.859.866	1.039.082	NT
103	10.076.368	8.860.943	1.038.133	LC
104	10.106.629	8.860.955	1.038.887	NT
105	10.115.959	8.861.218	1.042.733	ACERA
106	10.122.877	8.861.413	1.043.074	ACERA
107	1.011.148	892.461	1.042.666	ACERA
108	10.118.268	8.925.434	1.042.696	ACERA
109	10.133.437	867.402	1.048.401	LIM
110	1.011.981	8.675.131	1.046.752	NT
111	10.110.742	8.675.359	1.045.753	NT
112	10.090.018	867.461	1.045.221	LC
113	10.059.487	8.672.663	1.045.567	NT
114	10.045.405	8.673.246	1.046.275	NT
115	10.032.253	8.674.802	1.046.819	NT
116	10.041.755	872.041	1.044.416	PT
117	10.123.896	8.766.239	1.047.359	PL
118	10.096.671	9.217.913	1.023.279	PL
119	10.105.509	8.318.068	1.046.562	TRAS

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
120	10.050.658	8.486.109	1.049.688	LIM
121	10.059.571	8.485.906	1.047.495	NT
122	10.072.182	8.487.586	1.047.332	NT
123	1.009.574	8.489.155	1.047.655	LC
124	10.119.442	8.489.439	1.048.514	NT
125	10.131.121	8.489.487	1.049.845	NT
126	10.146.728	8.486.264	1.053.379	LIM
127	10.057.468	829.91	1.045.247	LIM
128	10.034.437	8.297.294	1.045.296	LIM
129	10.161.902	8.304.633	1.048.888	LIM
130	10.181.977	8.303.675	1.050.426	LIM
131	10.159.011	8.299.909	1.048.266	PL
132	1.004.138	8.283.229	1.045.122	BOR
133	10.041.508	8.282.774	1.043.722	BOR
134	10.024.923	8.281.785	1.044.509	BOR
135	10.025.163	8.281.126	1.043.178	BOR
136	10.058.084	8.292.085	1.045.696	BOR
137	1.005.857	8.291.682	1.044.409	BOR
138	10.067.791	8.303.937	104.617	BOR
139	10.068.359	8.304.186	104.497	BOR
140	10.069.678	8.317.017	1.046.393	BOR
141	10.076.276	8.317.152	1.045.642	VIGA
142	10.194.266	8.293.382	1.049.462	BOR
143	10.193.767	8.292.264	104.868	BOR
144	1.017.007	8.292.307	1.048.382	BOR
145	1.016.991	8.291.864	1.047.578	BOR
146	10.152.189	8.300.723	1.048.094	BOR
147	10.151.703	830.01	1.047.143	BOR
148	10.143.374	8.313.107	1.048.188	BOR
149	1.014.252	8.312.658	1.047.324	BOR
150	10.140.744	8.321.762	1.048.235	BOR
151	10.133.258	8.319.983	1.047.388	VIGA
152	10.015.711	8.210.504	1.044.033	BOR
153	9.962.129	8.207.675	1.042.366	BOR
154	9.962.082	8.208.139	1.040.985	BOR
155	1.006.112	8.207.457	1.045.462	BOR
156	10.061.382	8.208.591	1.044.403	BOR
157	10.063.511	8.214.141	104.412	F
158	10.109.607	8.216.614	1.045.616	F
159	10.158.263	8.217.119	1.046.867	F

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
200	10.184.723	7.740.827	1.044.487	ACERA
201	10.198.705	7.740.599	1.046.032	ACERA
202	10.164.285	7.457.319	1.039.027	LC
203	10.120.534	7.456.115	1.039.032	LIM
204	10.120.542	7.455.624	1.039.022	LIM
205	10.141.181	7.457.936	1.037.259	NT
206	10.185.753	7.461.236	1.037.598	NT
207	10.220.491	7.465.239	1.039.445	NT
208	10.187.518	727.985	1.037.343	TRAS
209	10.221.977	7.480.935	1.040.781	LIM
210	10.121.566	7.425.287	1.039.046	LIM
211	10.226.779	732.747	1.037.944	LIM
212	10.138.854	7.256.435	1.037.096	LIM
213	1.014.363	7.259.713	1.037.245	PT
214	10.231.912	7.281.173	1.037.536	LIM
215	10.217.706	7.281.089	1.036.016	NT
216	10.209.419	728.174	1.035.018	NT
217	10.135.262	7.422.053	1.038.983	PL
218	10.159.325	7.276.903	1.034.971	NT
219	1.014.884	7.275.961	1.036.882	NT
220	10.121.716	7.424.445	1.039.044	ACERA
221	10.136.294	7.425.975	1.037.546	ACERA
222	10.146.353	729.474	1.036.536	ACERA
223	10.133.946	7.294.825	1.037.515	ACERA
224	10.142.926	7.228.803	1.037.268	ACERA
225	10.154.613	7.230.247	1.035.882	ACERA
226	10.154.309	7.148.293	1.036.094	ACERA
227	10.165.266	7.149.941	1.035.376	ACERA
228	10.149.689	7.175.606	1.037.453	LIM
229	1.023.561	7.179.024	1.037.307	ACERA
230	10.250.836	7.181.223	1.037.623	ACERA
231	10.262.751	708.69	1.037.416	ACERA
232	10.247.907	708.574	1.037.158	ACERA
233	1.026.397	7.082.306	1.035.718	LIM
234	10.245.318	7.103.103	1.035.139	NT
235	10.235.512	7.101.525	1.033.665	NT
236	10.210.833	7.096.725	1.035.578	LC
237	10.184.424	7.093.527	1.033.513	NT
238	10.172.041	7.093.848	103.496	NT
239	10.167.798	7.065.699	1.037.227	LIM

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
240	10.279.597	6.970.888	1.033.188	ACERA
241	10.288.127	6.976.676	1.034.554	ACERA
242	10.296.113	6.895.188	1.034.285	ACERA
243	10.304.675	6.896.211	103.448	ACERA
244	1.027.481	6.953.617	1.032.729	PL
245	10.288.928	6.926.015	1.032.586	NT
246	10.266.285	692	1.030.065	NT
247	10.246.274	6.916.045	1.031.688	LC
248	10.220.373	691.108	1.029.436	NT
249	1.021.049	6.911.873	103.227	NT
250	10.196.913	6.906.388	1.033.453	LIM
251	10.246.586	6.767.791	1.030.923	ACERA
252	10.226.163	6.844.496	1.030.761	ACERA
253	10.214.426	6.846.245	1.032.758	ACERA
254	10.228.321	6.772.284	1.031.218	ACERA
255	10.254.546	6.755.266	1.029.748	NT
256	10.266.069	6.750.769	1.027.111	NT
257	10.290.178	6.749.363	1.029.513	LC
258	10.308.619	6.754.022	1.027.978	NT
259	10.318.264	6.758.074	1.029.315	NT
260	10.335.867	6.762.499	1.032.437	LIM
261	10.337.123	6.570.453	1.026.458	TRAS
262	1.037.884	6.612.434	1.029.666	LIM
263	10.368.036	6.597.076	1.027.846	NT
264	10.355.968	6.586.739	1.024.881	NT
265	10.318.525	6.572.471	1.024.458	NT
266	10.303.424	6.568.765	1.026.392	NT
267	10.309.455	6.542.458	1.025.766	ACERA
268	10.296.192	6.538.841	1.027.021	ACERA
269	10.294.832	6.600.125	1.026.773	ACERA
270	1028.08	6.596.924	1.027.402	ACERA
271	10.301.552	6.526.442	1.027.309	LIM
272	10.317.728	6.505.237	1.025.643	ACERA
273	10.308.754	6.501.599	1.027.245	ACERA
274	10.323.715	6.468.478	1.027.114	PT
275	10.324.507	6.441.746	1.027.258	ACERA
276	10.333.758	6.444.167	1.025.783	ACERA
277	10.343.274	6.380.894	1.023.238	LIM
278	10.355.028	6.384.033	1.021.835	NT
279	1.036.518	6.386.875	1.020.552	NT

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
280	1.038.807	6.395.764	1.022.235	LC
281	10.409.003	6.403.299	1.021.172	NT
282	10.419.076	6.409.873	1.023.328	NT
283	10.440.806	6.404.433	1.027.327	LIM
284	10.432.934	6.433.974	1.027.105	ACERA
285	10.419.585	6.431.814	1.025.451	ACERA
286	10.419.361	6.461.862	1.028.544	PL
287	10.397.385	6.202.676	1.020.406	NT
288	10.413.086	6.194.674	101.97	NT
289	10.420.675	619.705	1.016.745	NT
290	10.441.044	6.221.561	1.018.611	LC
291	10.462.373	6.227.428	1.018.138	NT
292	10.476.086	6.226.596	1.021.804	NT
293	10.508.483	6.114.521	1.018.985	ACERA
294	10.519.766	6.123.333	1.023.097	ACERA
295	1050.01	6.005.042	1.015.489	TRAS
296	10.446.383	6.020.528	1.015.808	LIM
297	10.414.785	6.020.867	101.648	LIM
298	10.557.863	5.998.836	1.018.974	LIM
299	10.592.983	5.993.232	1.019.592	LIM
300	10.377.609	5.905.509	1.013.885	LIM
301	10.461.088	5.904.883	1.015.285	PT
302	10.496.586	5.896.373	1.015.694	LIM
303	1.055.801	598.903	101.841	PL
304	10.418.426	5.928.955	1.014.227	BOR
305	10.420.146	5.929.047	1.012.748	BOR
306	10.425.447	5.918.112	1.014.218	CAJA
307	10.426.372	5.925.604	101.425	CAJA
308	10.450.205	5.915.418	1.014.618	CAJA
309	10.451.486	5.922.284	1.014.654	CAJA
310	10.446.139	5.922.958	1.008.074	F
311	10.431.199	5.924.387	1.003.795	F
312	10.485.293	5.916.151	1.015.463	BOR
313	10.485.074	5.916.334	1.013.964	BOR
314	10.505.561	5.903.317	101.598	BOR
315	10.505.937	5.903.838	1.014.336	BOR
316	10.528.377	585.429	1.016.909	BOR
317	10.530.658	585.475	1.015.503	BOR
318	10.528.901	602.169	1.017.621	BOR
319	1.052.851	6.021.841	1.016.275	BOR

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
320	10.534.588	5.996.448	1.016.036	BOR
321	10.535.558	5.996.242	1.017.549	BOR
322	10.546.124	5.973.567	1.016.235	BOR
323	10.546.838	5.974.904	1.016.999	BOR
324	10.566.078	5.965.884	1.017.223	BOR
325	10.566.166	5.964.072	1.015.519	BOR
326	10.581.002	5.962.796	1.017.306	BOR
327	10.580.723	5.961.927	1.015.855	BOR
328	10.623.106	5.861.921	1.020.016	LIM
329	10.655.691	5.860.541	1.020.627	LIM
330	10.617.584	5.826.521	1.019.967	LIM
331	10.629.178	5.781.138	1.020.851	LIM
332	10.592.919	5.860.851	1.018.495	BOR
333	10.591.468	586.111	1.017.147	BOR
334	10.603.319	5.887.993	1.018.225	BOR
335	10.603.077	5.888.615	1.016.739	BOR
336	10.631.829	5.894.995	1.018.355	BOR
337	10.631.987	5.895.249	101.678	BOR
338	10.671.407	5.889.139	1.019.131	BOR
339	10.671.431	5.889.252	1.017.638	BOR
340	10.464.349	6.017.743	101.563	BOR
341	1.046.513	6.017.713	1.014.474	BOR
342	10.458.825	6.006.515	1.013.951	BOR
343	1.045.741	6.006.655	1.015.451	BOR
344	10.454.639	6.005.026	1.015.276	CAJA
345	10.450.709	6.010.221	1.015.318	CAJA
346	10.442.214	6.004.871	1.014.929	CAJA
347	10.445.044	5.996.281	1.015.048	CAJA
348	10.436.311	599.262	1.014.751	CAJA
349	10.433.983	5.999.781	1.014.765	CAJA
350	10.440.071	5.996.891	1.005.143	F
351	10.446.202	600.14	1.006.977	F
352	1042.12	5.988.893	1.014.013	BOR
353	10.421.215	5.988.387	1.012.641	BOR
354	10.408.149	599.07	1.012.457	BOR
355	10.408.168	5.991.282	1.013.999	BOR
356	10.623.767	5.897.357	1.016.706	F
357	10.564.071	5.905.529	1.015.528	F
358	10.523.256	5.912.541	1.014.776	F
359	10.494.902	5.914.845	101.415	F

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
360	10.438.733	5.984.926	1.013.066	F
361	10.499.809	5.974.981	1.014.328	F
362	10.544.908	5.966.703	1.015.381	F
363	1.052.343	6.021.568	1.016.396	VIGA
364	10.471.187	6.017.608	1.015.011	VIGA
365	10.532.045	585.495	1.015.775	VIGA
366	10.563.664	5.855.324	1.017.536	VIGA
367	10.588.465	5.854.444	1.017.624	VIGA
368	1.051.001	5.873.098	1.019.427	PT
369	10.581.294	5.962.928	1.017.343	BM3
370	10.709.493	530.793	1.027.227	TRAS
371	10.614.467	5.662.491	1.020.461	LC
372	10.638.937	5.664.944	1.018.793	NT
373	10.644.876	5.661.271	1.020.747	NT
374	10.614.767	5.790.055	1.020.449	ACERA
375	10.626.178	5.791.688	1.020.484	ACERA
376	10.703.428	5.458.361	1.023.672	ACERA
377	10.716.909	5.462.996	102.687	ACERA
378	10.559.224	5.732.363	1.021.357	ACERA
379	10.548.318	5.697.524	102.168	ACERA
380	10.583.064	5.657.946	101.921	NT
381	10.588.798	5.657.993	1.019.658	NT
382	10.560.894	5.653.414	1.022.959	NT
383	10.727.444	509.584	1.032.209	ACERO
384	10.743.587	5.100.674	1.030.131	ACERO
385	10.730.101	509.648	103.216	PT
386	1.061.234	5.472.494	1.026.432	NT
387	10.632.349	5.476.468	1.022.062	NT
388	10.640.051	5.478.618	102.327	NT
389	10.659.847	5.484.985	1.023.847	LC
390	10.686.724	5.493.118	1.022.064	NT
391	10.692.105	5.494.683	102.345	NT
392	10.707.593	5.496.876	102.644	NT
393	10.768.975	5.289.223	1.031.376	LIM
394	10.750.056	5.285.355	1.026.695	NT
395	10.723.371	5.279.484	1.027.928	LC
396	10.698.986	5.275.651	1.025.617	NT
397	1.067.827	5.255.731	1.028.396	LIM
398	10.726.662	5.097.625	103.218	NT
399	10.747.296	5.105.859	1.027.912	NT

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
400	10.773.918	5.110.375	103.145	LC
401	1079.25	5.116.925	1.029.548	NT
402	10.798.724	5.119.222	1.031.433	NT
403	1081.86	5.126.353	1.034.023	NT
404	10.825.388	4.929.478	1.034.686	LC
405	10.798.964	4.923.481	1.032.106	NT
406	10.796.401	4.922.516	1.033.171	NT
407	10.775.895	493.174	1.036.643	NT
408	10.775.673	4.931.732	103.669	ACERA
409	10.792.254	4.935.698	1.032.231	ACERA
410	10.815.428	4.859.347	1.034.914	ACERA
411	10.799.168	4.853.136	1.036.766	ACERA
412	10.848.089	4.944.388	1.032.286	NT
413	10.869.887	4.951.286	1.036.964	NT
414	10.827.346	5.048.537	1.032.809	ACERA
415	10.855.372	4.948.813	1.034.486	ACERA
416	10.840.893	505.051	1.036.869	ACERA
417	10.871.332	4.946.323	1.037.054	ACERA
418	10.840.303	5.035.619	1.036.579	PL
419	10.840.362	4.750.697	1.037.424	NT
420	1.085.093	4.753.691	1.036.367	NT
421	10.876.137	4.761.117	1.038.272	LC
422	10.902.543	4.771.202	1.035.702	NT
423	10.921.368	4.777.481	1.039.092	NT
424	10.925.338	4.588.109	1.041.403	LC
425	10.887.834	4.567.938	104.065	NT
426	10.903.639	4.572.025	103.97	NT
427	10.951.585	4.594.874	1.038.164	NT
428	10.963.916	4.596.636	1.040.135	NT
429	10.998.943	4.534.437	1.044.808	ACERA
430	10.982.826	4.530.019	1.042.082	ACERA
431	10.923.173	4.769.577	1.041.554	ACERA
432	10.913.985	4.764.524	1.037.615	ACERA
433	1.085.503	4.667.831	1.041.805	ACERA
434	10.869.668	4.670.816	103.914	ACERA
435	10.884.499	461.93	1.039.483	ACERA
436	10.869.375	4.615.709	1.041.923	ACERA
437	10.977.585	4.418.068	1.045.449	LC
438	1.094.784	4.410.778	104.193	NT
439	10.938.709	4.409.231	1.043.667	NT

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
440	10.930.698	4.406.349	1.045.061	NT
441	11.004.779	4.425.456	104.29	NT
442	11.014.757	4.430.012	1.043.671	NT
443	11.022.381	4.432.162	1.046.318	NT
444	11.030.178	424.436	1.047.475	LC
445	10.985.774	4.222.291	1.046.695	NT
446	11.004.303	4.229.304	1.044.397	NT
447	11.059.274	4.249.146	1.045.313	NT
448	11.075.991	4.257.442	1.051.028	NT
449	11.136.643	3.895.637	1.044.083	TRAS
450	11.091.469	4.163.534	1.047.524	ACERA
451	11.103.459	4.168.426	1.050.864	ACERA
452	11.076.459	4.257.801	1.050.662	ACERA
453	11.064.662	4.252.969	1.047.658	ACERA
454	1.103.142	4.244.522	1.047.398	LC
455	11.059.078	4.251.376	1.045.125	NT
456	10.988.426	4.206.418	1.048.032	NT
457	11.083.685	407.012	1.048.793	LC
458	11.110.919	4.078.275	1.046.472	NT
459	11.120.852	4.078.865	1.048.441	NT
460	11.130.695	4.080.523	1.049.931	NT
461	11.127.837	4.074.019	1.048.905	PL
462	11.031.165	4.067.798	1.049.736	NT
463	11.055.899	4.062.541	104.599	NT
464	11.042.688	405.82	1.048.949	NT
465	11.110.994	3.897.601	1.043.354	NT
466	11.085.208	3.893.735	1.045.141	NT
467	11.159.303	3.912.306	1.043.535	NT
468	11.170.467	3.914.219	1.045.315	NT
469	11.182.656	3.909.537	1.046.137	NT
470	1.108.759	3.884.762	1.045.325	NT
471	11.090.626	3.864.591	1.044.079	LIM
472	11.078.468	3.860.734	1.044.379	LIM
473	11.190.733	3.891.723	1.045.157	LIM
474	11.229.717	3.900.482	1.046.811	LIM
475	1116.54	3.906.675	1.045.349	BOR
476	11.164.184	3.905.597	1.043.802	BOR
477	11.176.037	3.889.341	1.044.902	BOR
478	11.176.071	3.888.029	1.043.691	BOR
479	11.199.931	3.882.516	1.045.337	BOR

PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
480	11.200.576	3.881.906	1.044.292	BOR
481	11.228.935	3.888.424	1.046.087	BOR
482	11.228.923	388.819	1.044.579	BOR
483	11.193.267	3.877.508	1.043.978	F
484	11.148.843	3.864.839	1.043.066	F
485	11.102.928	385.058	1.042.276	F
486	11.111.259	3.891.582	1.045.186	BOR
487	11.111.737	3.891.799	1.043.799	BOR
488	11.109.384	3.872.024	1.044.174	BOR
489	11.110.198	3.871.904	1.042.738	BOR
490	11.101.144	3.855.205	1.043.768	BOR
491	11.101.653	3.854.461	1.042.164	BOR
492	11.074.994	3.843.985	1.043.322	BOR
493	11.075.116	3.843.162	1.041.731	BOR
494	11.097.936	3.777.372	1.043.305	BOR
495	11.097.734	3.777.868	1.041.645	BOR
496	11.126.485	3.779.811	1.044.083	BOR
497	11.127.314	378.126	1.042.558	BOR
498	11.145.776	3.757.477	1.045.095	BOR
499	11.147.043	3.757.969	1.043.583	BOR
500	11.159.069	3.719.526	1.045.455	BOR
501	11.159.586	3.719.409	1.043.931	BOR
502	11.137.369	3.714.267	1.045.934	LIM
503	11.124.665	375.652	1.045.121	LIM
504	11.092.152	3.746.609	1.045.997	LIM
505	11.218.824	378.408	104.609	LIM
506	11.237.515	3.718.973	1.046.585	LIM
507	11.220.013	371.449	1.045.879	BOR
508	11.219.401	3.714.212	1.044.513	BOR
509	11.203.633	3.770.045	1.045.776	BOR
510	11.202.767	3.770.063	1.044.172	BOR
511	11.203.698	3.794.602	1.045.138	BOR
512	11.202.842	3.795.061	1.043.955	BOR
513	11.218.648	3.809.669	104.545	BOR
514	11.218.225	3.810.703	1.043.971	BOR
515	11.242.392	3.819.219	1.046.241	BOR
516	11.242.486	3.820.544	1.044.705	BOR
517	11.242.582	3.820.476	1.044.704	BOR
518	11.281.237	3.802.593	104.879	LIM
519	11.137.657	3.790.054	1.042.601	F



PUNTO	X	Y	Z	DESCRIPCION
520	11.209.518	3.809.939	1.043.856	F
521	11.165.385	3.797.928	1.043.086	F
522	11.104.193	3.862.673	1.044.086	BM4
523	11.116.727	3.891.451	1.044.028	VIGA
524	11.160.889	3.902.022	1.043.907	VIGA

## **3.2 Elaboración del plano topográfica.**

### **3.2.1 Importación de puntos levantados.**

Cuando los puntos obtenidos del levantamientos topográficos son guardados en la memoria USB, estos se archivan en Bloc de notas, archivo tipo texto (TXT) delimitados por comas, ya que el programa utilizado Autocad Civil 3D Land Desktop requiere un formato de parte de los datos delimitados por coma para un mejor orden al dispersarlos en el software antes mencionado.

En este software procesamos la información topográfica obtenida en el levantamiento de campo, aquí logramos graficar el área de trabajo y la calle que proponemos, la curvas a nivel, los perfiles longitudinales, secciones transversales con las proyecciones de rasante que diseñamos.

El software utilizado permitió la importación de los puntos desde el documento Bloc de notas, previamente trasladados para que tengan formato TXT (delimitados por comas), cargando los datos mediante el menú de POINTS, este comando se encarga de insertar los puntos como lo son, archivos topográficos y agrupándolos, seleccionando IMPORT/EXPORT/POINTS, aquí se configuro la hoja para que se reflejen en formato de puntos, estableciendo una tabla en la cual se representaran las coordenadas X,Y,Z y su descripción topográfica, usando comando LOAD (buscar),posteriormente PARSE (cargar), de esta forma cargamos los puntos al software.

Ya con la nube de puntos mostrados en pantalla que son la información topográfica se obtuvieron los resultados gráficos de toda el área del proyecto.

### **3.2.2 Delimitación del derecho de vía.**

Habiendo terminado la importación, se ubicó los puntos que en el momento del levantamiento topográfico fueron guardados con la descripción “LIMITE” que corresponde a la de marcación de propiedad a ambos lados de la vía, estos se unieron mediante una línea para obtener una gráfica de lo que corresponde a las viviendas y a su vez estimar el derecho de vía que de 9.0 metros.

### **3.2.3 Identificación de puntos de detalles.**

Los puntos de detalles, son todos los objetos de mayor relevancia e influencia directa del proyecto, objetos tales como los postes de tendido eléctrico (PL) y telefónico (PT), bordillos de calle, eje central de la vía existente (LC), secciones transversales en las calles que interceptan al eje del proyecto

Para una mejor identificación en el plano, cada una de estos detalles son agrupados en nombres que faciliten sus rápida ubicación, de manera se creó una capa distinta (Layers) para cada uno de ellos en el programa.

### **3.2.4 Creación de curvas de nivel**

Las curvas de nivel son líneas que en un mapa unen puntos de la misma altitud por encima o por debajo de una superficie de referencia que generalmente coincide con la línea del nivel del mar y tienen el fin de mostrar el relieve de un terreno.

Los puntos que se levantaron poseen tres características: coordenada X, Y y la elevación Z, esta última nos servirá para crear las curvas de nivel.

Mediante el menú TERRAIN seguido del comando TERRAIN MODEL EXPLORER procedemos a crear una superficie (SURFACE), se le ubica un nombre que en este caso fue TESIS, es necesario crear las triangulaciones

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

entre los puntos antes de crear las curvas de nivel, así que con el comando EDIT SURFACE luego IMPORT 3D LINES, ejecutándolo y seleccionando todos los puntos en pantalla se forman las triangulaciones. Luego para crear las curvas de nivel, con el comando CONTOURS se seleccionan los puntos en pantalla para que el programa logre de esta manera identificar todas las cotas y principalmente la elevación más baja y más alta. Luego con el comando CONTOURS STYLE MANGER se configuran las etiquetas de curvas de nivel y el tamaño del texto. A través del comando CONTOURS se importan las curvas de nivel, aparece un recuadro donde se configuran a que intervalo estarán, que para este caso fue: curvas de nivel menores a cada 0.20 metro y curvas de nivel mayores a cada 1 metro.

Para el etiquetado de las curvas de nivel el procedimiento es el siguiente: aplicando el comando CONTOURS LABELS y el subcomando INTERIOR, para acotar las curvas de una manera independiente, aunque es posible hacerlo de una forma grupal con el subcomando GROUP.

Es importante hacer énfasis en que cada una curvas de nivel y las triangulaciones poseen un layer distinto, entonces se recomienda apagar el layer de la triangulación debido a que solo se utiliza para la creación de las curvas de nivel. No existe necesidad de que aparezcan reflejadas.

Una vez acotad las curvas de nivel mayores y menores, representado el lindero de la vía, el plano se encuentra listo para el diseño geométrico del eje de la calle.

### **3.2.5 Dimensionamiento del eje.**

El eje ene estudio se definió longitudinalmente con ayuda dl programa Autocad Civil 3D Land, a través de la pestaña ALIGNMENTS y del comando CREATE ALIGNMENT, este se define por polilinea y se le ubica un nombre que este caso fue EJE DE VIA, con el comando STATION LABEL SETTINGS se configura los parámetros para el marcaje de estaciones a cada 10 metro.

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Para observar el marcaje sobre la línea del eje, se usa el comando CREATE STATION LABEL, y con el puntero se selecciona el tramo en pantalla, de esta manera queda el marcaje definitivo de las estaciones a cada 10 metros a lo largo de la vi.

Cabe mencionar que los letreros de cada una de las estaciones poseen un LAYER distintivos el cual puede ser modificado al gusto del usuario.

Cuadro de derroteros del alineamiento.

Un cuadro de derrotero es en donde se muestra en un orden específico las longitudes de los tramos, sus coordenadas y el rumbo; para ubicar este inicialmente se identificaron los tramos rectos, luego con la pestaña LABELS y el comando ADD TAG LABELS se seleccionan en orden los tramos rectos, luego con la pestaña LABELS y el comando ADD TAG LABELS se seleccionan los tramos rectos únicamente del eje de la calle, una vez hecho esto, automáticamente aparecerá un letrero en abreviatura de la línea y su número correspondiente.

Para configurar la tabla del cuadro de derrotero usando el programa CIVIL CAD, usando el comando generar cuadro, cuadro de construcción.

### **3.2.6 Creación de curvas horizontes.**

Las curvas horizontales están compuestas por dos tangentes, esta posee varios elementos tales como ángulos de deflexión, grado de curvatura, longitud de la curva, radio de curvatura, punto de tangencia, punto de curvatura, etc., que sirve para el replanteo de la misma en el campo.

Con el software que se ha venido trabajando se confeccionaron dos curvas horizontales la primera entre el tramo 0+262.76 y 0+285.32, la segunda entre el tramo 0+303.74 y 0+324.43.

Ambas curvas se formaron siguiendo a rutina descrita a continuación: con el menú LINE/CURVES se selecciona el comando CURVE BETWEEN TWO

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

LINES, esto quiere decir que la curva se forma entre dos líneas o dos tangentes, se seleccionan ambas tangentes y el programa pide el parámetro para formar dicha curva pequeña en la intercepción de dos calles y la otra con radio de 200 metros.

### **3.2.7 Cuadro de Curvas.**

Para la generación de este cuadro de curvas el procedimiento es similar al del cuadro de derroteros, con la diferencia que en este caso solo se seleccionaran las curvas horizontales previamente creadas.

Para elaborar este cuadro se trabaja de la siguiente manera: usando el programa CIVIL CAD, generar cuadro, cuadro de construcción.

### **3.2.8 Perfil Longitudinal.**

Un perfil longitudinal representa el comportamiento del terreno a lo largo de un eje determinado, ubicada las cotas del terreno en cada una de las secciones.

Para crear el perfil longitudinal del tramo, es necesario saber que en lo que respecta a las escalas, la vertical deberá ser 10 veces mayor que la escala horizontal, ya que de esta manera se lograra un realce de los detalles que posee el terreno a lo largo del eje.

Auxiliándose del programa se trabaja de la siguiente manera: ubicado en la pestaña PROFILES se encuentra el comando SURFACES, y dentro el subcomando SET CURRENT SURFACES para actualizar la superficie con la que estamos trabajando, hecho esto se ubica en el comando EXISTING GROUND y con él su comando SAMPLE FROM SURFACES, luego se ejecuta el comando CREATE PROFILE y aplicando el subcomando FULL PROFILE, acá aparecerá por defecto un cuadro de dialogo, en este se modifica de acuerdo a las necesidades del proyecto, se ubica el datum este fue 100 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), la escala vertical que fue de 10 veces mayor que la horizontal, de igual manera se modifican los

Presentado por: **Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

estacionamientos para que aparezcan a cada 10 metros, la altura vertical se dejó a cada 1 metro y el tamaño de la grilla fue de 10 metros aceptamos y aparecerá el perfil del terreno natural, por defecto el programa elabora dicho perfil de izquierda a derecha.

El perfil del terreno natural se le da un color distinto del de los demás para que se realce cuando se ubique la rasante.

Dentro del perfil se aprecia muy fácilmente las elevaciones en cada estacionamiento así como también las elevaciones en la mitad de cada tramo, dando de esta manera una mayor descripción del terreno y suficiente información para la toma de decisiones en la elaboración de la rasante definitiva.

### **3.2.9 Perfiles Transversales.**

Los perfiles transversales nos muestran el comportamiento del terreno en una sección específica y en un ancho determinado a lo largo del eje.

Para el caso del proyecto se tomaron perfiles transversales a cada 10 metros en izquierda y 10 metros a la derecha, apoyados del software en la pestaña CROSS SECTION se usó el comando EXISTING GROUND y con el subcomando SAMPLE FROM SURFACES, luego en el comando SECTION PLOT aplicando el subcomando ALL aparecen los perfiles transversales a cada diez metros, en escala natural.

### **3.2.10 Definición de la Rasante.**

En el caso del cálculo de la rasante definitiva para el eje central de la calle, básicamente se ajustó al nivel de la vía que existe en el tramo 0+00 y a la topografía del terreno natural existente, dejando está por debajo del perfil natural.

Una vez obtenidas todas las cotas de la rasante, mediante el menú PROFILES y el comando FG CENTERLINE TANGENTS seguido del subcomando CREATE TANGENTS instantáneamente el programa pedirá la manera en que se ira ingresando las cotas de la rasante; el método es

anotar la estación y luego su respectiva elevación, así sucesivamente hasta finalizar todo el eje. Formándose así la rasante definitiva para la calle.

### Normativa AASHTO 2011

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) es la norma que regula el diseño geométrico de las carreteras, calles y caminos, estableciendo parámetros para el diseño de velocidad según el lugar, el tipo de carretera y la capacidad de la misma, por lo tanto es de gran utilidad el uso de esta ley para el correcto diseño de vía que se propone.

Velocidad directriz no es un factor importante para las calles urbanas locales porque en la parrilla típica de la calle, las intersecciones muy próximas entre si suelen limitar las velocidades vehiculares. Para mantener la coherencia en los elementos de diseño, velocidades directriz de 25 a 40 km/h puede usarse, dependiendo de zona- de – camino, presencia disponible terreno probable peatonal, el desarrollo adyacente, y otros controles de la zona. Dado que la función de calles locales es facilitar el acceso a la propiedad adyacente, todos los elementos de diseño deben ser coherentes con el carácter de la actividad en y al lado de la calle, y deben animar a velocidades por lo general no superior a 40 km/h.

Por lo tanto se usó una velocidad directriz de 25 km/h.

#### **3.2.11 Colocación de la Sección Típica.**

La sección típica de una calle es la estructura de la misma, en donde se detallan sus dimensiones, cada una de sus capas y su composición.

La sección que se utilizó es sencilla, la cual solo abarca carril, cuneta y bordillo, para la confección de esta se dibujó en el software un boceto en donde se le ubico su respectivo desnivel para obligar un bombeo del 3% requerido, se dibujó el bordillo y la cuneta.

Luego mediante el menú CROSS SECTIONS y el comando DRAW TEMPLATE se redibuja la sección con un LAYER distinto, usando el comando TEMPLASTS y el subcomando DEFINE TEMPLATE, acá se debe picar un punto y seleccionar la sección, aparecer un cuadro de dialogo en donde se especifica el tipo de material que llevara cada una de las capas, y se guarda con un nombre esta plantilla.

Para mostrar las sección en su tamaño total, es decir, a ambos lados se usa el comando TEMPLATES y luego el subcomando IMPORT TEMPLATE y se ubica la sección originada.

### **3.2.12 Señalización de Transito.**

Las señales de tráfico o señales de tránsito son los signos usados en la vía pública para impartir la información necesaria a los usuarios que transitan por un camino o carretera, en especial los conductores de vehículos y peatones.

Existen señales Verticales, Marcas en el Pavimento y Semáforos.

Las señales que se usaron en este diseño son las señales verticales que su vez, se subdividen en: Señales reguladoras, Preventivas y de información. Siendo estas las señales reguladoras de ALTO y VELOCIDAD MAXIMA. Su ubicación se encuentra detallada en el plano de detalles número 14.

### **3.2.13 Procesamiento de la Sección Típica.**

Una vez obtenida y reconocida la sección típica de la calle por el programa, con el comando DESIGN CONTROL luego con el comando PROCESS SECTIONS se procesa la sección para que de esta forma se pueda realizar el cálculo del movimiento de tierra, luego en el comando PLOT SECTIONS y seguido del subcomando ALL se insertan todas las secciones naturales ya anexadas sus respectivas secciones típicas según la cota definida por la rasante.

Primeramente se hace el ploteo de las secciones transversales ya con las secciones porque de lo contrario el programa no podrá calcular el movimiento de tierra.

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

### **3.2.14 Tabla de Volumen de Tierra.**

La tabla de volumen de tierra es un formato en donde aparecen los estacionamientos con sus respectivas áreas ya sea de corte o terraplén, de igual manera el volumen de que debe cortarse o rellenarse y el volumen acumulado, al final de la tabla se encuentra el total de lo mismo.

El volumen de tierra incluye todas las operaciones de desmonte (descapote), excavación de la carretera y drenaje, excavación para obras mayores y menores, terraplenas, materiales de préstamos, transporte, escarificación y todos los trabajos de preparación de cimientos para cualquier estructura.

Para obtener esta tabla, se usa en el menú CROSS SECTIONS seguido del comando EXISTING GROUND aplica el subcomando SAMPLE SURFACE, luego con el comando DESIGN CONTROL y con el subcomando EDIT DESIGN CONTROL aparecerá un cuadro de dialogo en donde se configuran los parámetros de la sección y el volumen de tierra, en la parte de TEMPLATE CONTROL se pondrá el nombre de la sección típica que estamos usando, que en este caso fue CALLE COMP, luego en la parte inferior de SLOPES acá es para configurar los taludes en la parte que dice LEFT-RIGHT a ambos lados se ubica 1, le damos aceptar, luego en el comando TOTAL VOLUMEN OUTPUT seguido del subcomando VOLUME TABLE e insertamos el sitio en donde queremos que aparezca la tabla. Le damos el factor de abundamiento requerido.

Tabla N° 2: Datos del movimiento de tierra.

## CUADRO DE MOVIMIENTO DE TIERRA

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	1.830	0.000				
0+020	2.424	0.000	42.536	0.000	42.536	0.000
0+040	0.000	0.000	24.237	0.000	66.772	0.000
0+060	0.000	0.000	0.000	0.000	66.772	0.000
0+080	3.674	0.000	36.740	0.000	103.512	0.000
0+100	2.554	0.000	62.277	0.000	165.789	0.000
0+120	1.755	0.000	43.091	0.000	208.880	0.000
0+140	1.740	0.000	34.949	0.000	243.829	0.000
0+160	1.875	0.000	36.141	0.000	279.971	0.000
0+180	2.587	0.000	44.617	0.001	324.587	0.001
0+200	5.022	0.000	76.095	0.001	400.682	0.003
0+220	5.136	0.000	101.583	0.000	502.265	0.003
0+240	1.623	0.000	67.588	0.000	569.853	0.003
0+260	1.505	0.001	31.277	0.006	601.131	0.009
0+270	1.166	0.004	13.351	0.024	614.482	0.033
0+280	1.362	0.000	12.623	0.022	627.104	0.055
0+300	1.497	0.001	28.590	0.010	655.694	0.065
0+310	0.070	0.624	7.791	3.098	663.486	3.163
0+320	0.664	0.020	3.639	3.241	667.125	6.404
0+340	1.634	0.005	22.981	0.253	690.105	6.657
0+360	2.734	0.000	43.680	0.048	733.785	6.705
0+380	1.873	0.000	46.071	0.000	779.857	6.705
0+400	2.607	0.000	44.801	0.000	824.657	6.705
0+420	2.572	0.000	51.794	0.000	876.451	6.705
0+440	0.000	0.000	25.723	0.000	902.175	6.705
0+460	1.977	0.000	19.768	0.000	921.942	6.705
0+480	2.310	0.000	42.872	0.000	964.815	6.705
0+500	2.615	0.000	49.259	0.000	1014.073	6.705
0+520	2.576	0.000	51.916	0.000	1065.989	6.705
0+540	1.853	0.000	44.290	0.000	1110.279	6.705
0+560	1.519	0.001	33.717	0.007	1143.997	6.712
0+580	0.904	0.032	24.234	0.326	1168.230	7.038
0+600	1.169	0.000	20.736	0.319	1188.966	7.356
0+620	1.475	0.000	26.443	0.000	1215.409	7.356
			0.000	0.000	1215.409	7.356

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Volumen total de corte:

$$\text{Volumen de corte} = 620\text{m} * 6.20\text{m} * 0.25\text{m} = 961.00 \text{ m}^3$$

$$V_c = 961.00 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total de corte} = 1,215.409 \text{ m}^3 + 961.00 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total de Corte} = \mathbf{2,176.409 \text{ m}^3}$$

Volumen de material de préstamo.

$$V_{mp} = 620\text{m} * 6.20\text{m} * 0.25\text{m}$$

$$\text{Volumen de material de préstamo} = 961.00 \text{ m}^3$$

$$\text{Por el factor de Abundamiento VR} = 961.00 \text{ m}^3 * 1.30$$

$$\text{Volumen Total de Material de Préstamo} = \mathbf{1,249.30 \text{ m}^3}$$

**Tabla N° 3: Derrotero de la poligonal.**

DERROTERO DE LA POLIGONAL						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	1,346,539.0000	598,483.0000
1	2	S 10°33'08.84" E	620.661	2	1,345,928.8354	598,596.6652
2	3	N 16°36'06.73" W	212.826	3	1,346,132.7892	598,535.8567
3	4	N 16°25'45.65" W	86.983	4	1,346,216.2211	598,511.2549
4	6	N 13°28'00.81" W CENTRO DE CURVA DELTA = 05°55'29.68" RADIO = 200.000	20.673	6	1,346,236.3253	598,506.4406
			LONG. CURVA = 20.682 SUB.TAN.= 10.350	5	1,346,272.7877	598,703.0888
6	7	N 10°30'15.97" W	18.424	7	1,346,254.4410	598,503.0816
7	9	N 07°16'22.82" W CENTRO DE CURVA DELTA = 06°27'46.29" RADIO = 200.000	22.548	9	1,346,276.8073	598,500.2271
			LONG. CURVA = 22.560 SUB.TAN.= 11.292	8	1,346,290.9033	598,699.7298
9	10	N 04°02'29.68" W	87.749	10	1,346,364.3377	598,494.0426
LONGITUD = 1,244.896 m						

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## **Capítulo 4. ESTUDIO DE SUELO**

### **4.1 Suelo.**

Se define en ingeniería como cualquier material no consolidado, compuesto de distintas partículas sólidas con gases o líquidos incluidos. El suelo contiene una amplia variedad de materiales, tales como: grava, arena, mezcla arcillosa, limos, etc. Existen dos problemas principales al analizar los suelos en la naturaleza: como se encuentran dichos suelos en el medio y como se transforman estos materiales naturales en nuevos materiales estructurales.

Ante esto se hace indispensable realizar pruebas de laboratorio que consiste en analizar muestras de suelo mediante procedimientos y mecanismo especiales. Existen dos grandes grupos de procedimientos o métodos para la exploración del subsuelo, son llamados Método Directo y Métodos Indirectos; en el primero se encuentran los pozos a Cielo Abierto o sondeos manuales, Perforaciones Tipo Auger, Perforación a Rotación y Perforación a Percusión; el segundo método hace referencia al uso de equipos especiales como el geófono, etc.

### **4.2 Bancos de Materiales**

Se debe de ubicar todas las fuentes de materiales posibles que pudieran suplir los volúmenes suficientes para la construcción de las diferentes capas de la estructura de pavimento que se requieren en los proyectos.

A estas posibles fuentes de materiales se les debe de analizar las cualidades y características requeridas para los fines estructurales procurando el mínimo costo en procesamiento y estabilización.

Se procurara en la medida de lo posible que los bancos de materiales estén lo más cercano al proyecto, y generalmente se realizan en cada banco 5 sondeos a una profundidad de 3 metros para conocer sus características.

### 4.3 Perfiles del Subsuelo

Una vez conocido los perfiles topográficos de la zona, es necesario conocer el perfil del subsuelo, es decir, conocer las clases de materiales que forman el subsuelo a diferentes profundidades.

Cualquiera que sea el tipo de perforación que se ejecute, a medida que se va profundizando en ella se deben anotar los espesores de los distintos estratos atravesados, el color y olor de los materiales. Con estos datos y los resultados obtenidos en el laboratorio a los materiales de la línea, se realiza un perfil de suelo.

Principales características de un suelo.

Entre las características principales del suelo se pueden mencionar:

**Porosidad:** Es la relación entre el volumen de huecos en la muestra de suelo y el volumen total de la muestra.

$$n = \frac{V_v}{V}$$

**Ecuación 1**

Donde;

V<sub>v</sub>: Volumen de huecos

V: Volumen total de la muestra de suelo.

**Humedad:** Es definida como la relación entre el peso del agua contenida en una muestra y el peso del suelo de esa misma muestra, se expresa en porcentaje.

$$\alpha = \frac{\varepsilon}{\delta}$$

**Ecuación 2**

**Grado de Saturación:** Es la relación entre el volumen ocupado por el agua en una muestra de suelo dado y el volumen total de huecos.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

**Densidad:** Es la cantidad de materia sólida presente por unidad de volumen.

**Cohesión:** Es la tracción entre partículas, originada por las fuerzas moleculares y las películas de agua. Por lo tanto, la cohesión de un suelo variará si cambia su contenido de humedad.

**Compresibilidad:** Es la propiedad que define las características de esfuerzo de deformación de los suelos, la aplicación de esfuerzos agregados a una masa de suelo originan cambios de volumen y desplazamiento.

#### **4.4 Clasificación de los Suelos.**

Un sistema de clasificación de suelo consiste en un ordenamiento de los diferentes suelos en grupos que tienen propiedades similares, siendo su propósito dar facilidades para estimar las propiedades o aptitudes de un suelo por comparación con otros de la misma clase, cuyas propiedades se conocen y facilitar un método preciso para su descripción.

Actualmente los sistemas más utilizados para la clasificación de los suelos, en estudio para diseño de pavimentos de carretera y aeropistas son el de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el Unified Soil Classification System, conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (S.U.C.S).

En general los suelos se clasifican en tres grandes grupos que son:

- **Arenas y gravas:** Son materiales granulares no plásticos.
- **Limos:** Son suelos algo plásticos.
- **Arcillas:** Son suelos muy cohesivos y plásticos.



## Clasificación de suelos por AASHTO

La AASHTO clasifica los suelos en tres grandes categorías:

- **Granulares:** Suelos con más de 35% pasando por el tamiz No. 200 (es decir más fino que 0.074 mm).
- **Finos:** Suelos con más de 35% pasando por el tamiz No.200.
- **Orgánicos:** Suelos que contienen material orgánico.

50

Estas tres categorías son subdivididas en ocho grupos, desde el grupo A-1 hasta el A-8, basándose en la composición granulométrica, el límite líquido y el índice de plasticidad de los suelos. A su vez los grupos A-1, A-2, y A-7 se subdividen en 2, 4 y 2 subgrupos respectivamente.

A cada una de estas clasificaciones se determina igualmente su “Índice de Grupo”, el cual es calculado mediante una formula empírica.

Índice de grupo: La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su límite de líquido, grado de plasticidad y porcentaje de material fino que pasa el tamiz No. 200. Los índices de grupo de los suelos granulares están generalmente comprendidos entre 0 y 4; los correspondientes a los suelos limosos, entre 8 y 12 y de los suelos arcillosos, entre 11 y 20, o más. El índice de grupo se calcula con la fórmula:

$$IG = (F-35)[0.2+0.005(LL-40)]+0.01(F-15)*(IP-10)$$

Donde:

IG = Índice de grupo.

F = Porcentaje del suelo que pasa por el tamiz No.200, expresado como numero entero.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

LL= Limite líquido.

IP = Índice de plasticidad.

La categoría de suelos granulares la forman los grupos A-1, A-2, y A-3, mientras que la categoría de suelos finos la constituyen los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. Los suelos orgánicos corresponden al grupo A-8.

51

#### **4.5 Análisis Granulométrico (Método Mecánico).**

El análisis granulométrico tiene por objeto determinar el tamaño de las partículas o granos que constituye un suelo y fijar, en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que el mismo contiene. El procedimiento del ensaye consiste en tomar una muestra de suelo de peso conocido, colocarlo en un juego de tamices ordenados de mayor a menor abertura, y registrar los pesos retenidos parciales en cada tamiz. Sin embargo debido a que el menor tamaño de tamiz que generalmente se utiliza es 0.074 mm (malla # 200), el análisis mecánico está restringido a partículas mayores que ese tamaño, que corresponde a arenas limpias y finas. Por lo tanto si el suelo contiene partículas menores que dicho tamaño la muestra de suelo analizada debe ser separada en dos partes para análisis mecánico y vía humedad (hidrometría).

#### **4.6 Estados De Consistencia (De Atterberg).**

Una de las pruebas a realizar consiste en la determinación de los estados de consistencia.

Los Límites de Consistencia principales son:

- Límite de contracción (LC)
- Límite Plástico (LP)
- Límite Líquido (LL)

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Estos se utilizan para saber cuándo un suelo cambia de un estado a otro con respecto al porcentaje de humedad. Cuando el contenido de agua es muy elevado, realmente se tiene una suspensión muy concentrada, sin resistencia estática al esfuerzo cortante; al perder agua va aumentando esa resistencia hasta alcanzar un estado plástico donde el material es fácilmente moldeable; si el secado continua el suelo llega a adquirir las características de un sólido, pudiendo resistir esfuerzos de compresión y tensión considerable. El siguiente esquema representa con mayor claridad lo que se quiere decir:

Otra propiedad que debe ser analizada en el estudio de suelos es el Índice de Plasticidad (IP) el cual consiste en la diferencia algebraica entre el LL (Límite Líquido) y el LP (Límite Plástico). Desde el punto de vista ingenieril es el parámetro más importante en lo que se refiere a consistencia de los suelos.

#### **4.7 Clasificación de los suelos.**

Consiste en agrupar a los suelos que presentan casi la misma característica de granulometría y consistencia. Los dos principales métodos de clasificación de suelos son:

- Método HRB (AASHTO)
- Método SUCS (Sistema unificado de clasificación de suelos)

El primero tiene su principal aplicación en los suelos que se van a clasificar para ser utilizados en obras horizontales, mientras que el segundo se utiliza para clasificar suelos que serán utilizados en obras verticales. Cabe señalar que en este trabajo se utilizara los dos métodos de clasificación (HRB, y SUCS).



Para la clasificación de suelos se necesita de la siguiente información: Tabla de clasificación de suelos (ASSHTO); Porcentaje que pasa la malla #200, #40 y #10; Límite líquido y límite plástico (LL, LP); Índice de plasticidad  $IP = LL - LP$ ; Índice de Grupo.

$IG = 0.2a + 0.05ac + 0.01bd$ . Dónde:

**a = %QP#200–35**

**b = %QP#200–15**

$$a_{\min} = 0$$

$$b_{\min} = 0$$

$$a_{\max} = 40$$

$$b_{\max} = 40$$

$$c = LL - 40$$

$$d = IP - 10$$

$$c_{\min} = 0$$

$$d_{\min} = 0$$

$$c_{\max} = 20$$

$$d_{\max} = 20$$

El método del HRB plantea que si el 35% del material pasa por la malla #200 es de tipo fino, de lo contrario se considera de tipo grueso. Tomando en cuenta este criterio de granulometría y plasticidad.

#### **4.8 Compactación de suelos.**

Al proceso mecánico de comprimir el suelo para reducir los vacíos, aumentar la capacidad soporte, impermeabilizar el suelo, reducir su volumen y aumentar la densidad se le llama compactación de los suelos.

#### **4.9 CBR (Valor relativo soporte)**

Se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya y el esfuerzo requerido para introducir el pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada. CBR para:

- Sub-base: 25% - 80%
- Base: 80% o más.
- Sub-rasante No menor del 10%.

El CBR de diseño depende del tránsito:

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## **4.10 Trabajos de Campo y Laboratorio.**

Con el propósito de obtener información de las características de los materiales que conforman la estructura actual del pavimento, se llevó a cabo la ejecución de sondeos manuales a lo largo de la vía.

54

### **4.10.1 Ensayes de los sondeo de línea.**

Se efectuaron ensayos de suelos a las muestras extraídas a lo largo del camino.

Se realizaron 3 sondeos para el tramo en estudio y consistieron en perforaciones manuales a cielo abierto de 1.5 m de profundidad ubicada en las siguientes estaciones; 0+100, 0+300, 0+500, alternadamente a la izquierda y derecha de la línea central, de ellos se extrajeron 6 muestras de suelo muestra por sondeo. Y se realizaron ensayos, al igual que pruebas para determinar las propiedades físicas y mecánicas.

Estos fueron realizados de acuerdo a la siguiente tabla en donde se presentan los tipos de ensayos con su respectiva asignación basada en los criterios establecidos por la AASTHO, por la ASTM y según la NIC 2000.

### **4.11 Ensaye C.B.R (California Bearing Ratio).**

Con este ensayo se determina la capacidad de soporte de los suelos, bajo condiciones de humedad y densidad controlada. Para la aplicación de este ensayo las muestras se someten a saturación por un periodo de 96 horas de anticipación.

De acuerdo al estudio realizar de un adoquinado que se encuentra a 70 m del proyecto tomamos los valores del CBR (**Ver anexo B, Tabla 2.5**) como se muestran a continuación:

**Tabla N° 4: Límite de Resistencia.**

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA ESTANDAR	PROCTOR
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO	1115 KGS/M <sup>3</sup>
HUMEDAD OPTIMA	33.9 %

PRUEBAS DE CBR SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUMETRICO SECO (Kgs/m <sup>3</sup> )	1004	1059	1115
C.B.R SATURADO	1	3	5
HINCHAMIENTO	0.69	0.55	0.41
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

Según el criterio más difundido para la determinación del valor de la resistencia del diseño (CBR de diseño para la sub – rasante propuesto por el instituto de asfalto), recomienda utilizar un valor total percentil de acuerdo al tránsito que se espera circule por la vía, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 5: Límites de Selección de Resistencia.**

N° de ejes de 8.2 toneladas en el carril de Diseño (N)	Percentil a seleccionar para encontrar la resistencia
$< 10^4$	60%
$10^4 - 10^6$	75%
$> 10^6$	87.5%

Fuente: Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Fonseca Montejo. Segunda Edición 2001. Página 68.

Para este estudio en particular el valor del Esal's de 50,000 ejes equivalentes por carril de diseño, por lo tanto el valor del percentil a utilizar es de 70%.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

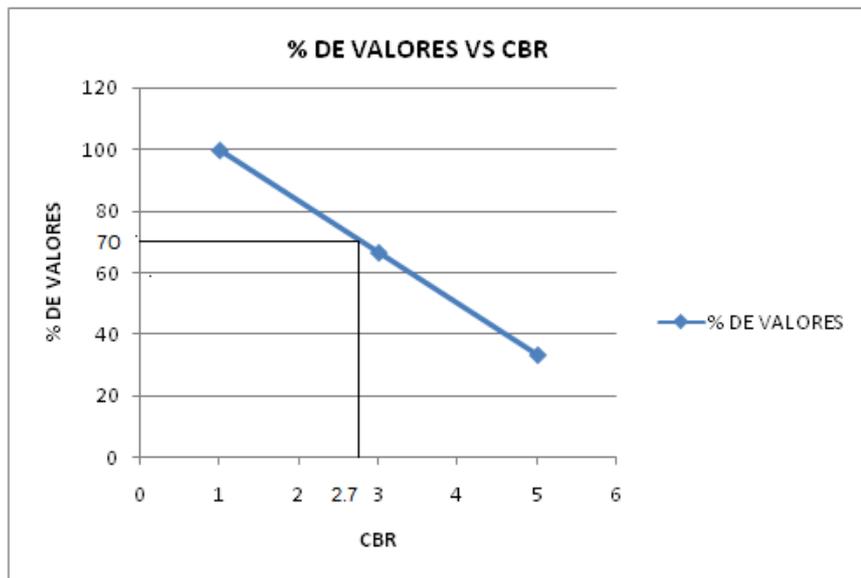
Se ordena los valores de CBR de menor a mayor y se determina el número y el porcentaje de valores iguales o mayores de cada uno. A continuación se presentan los datos a utilizar:

**Tabla N° 6: Cálculos para la elaboración del gráfico N°1.**

CBR	Números de Valores Iguales o Mayores	% de Valores Iguales o Mayores
1	3	$3/3 * 100 = 100$
3	2	$2/3 * 100 = 66.67$
5	1	$1/3 * 100 = 33.33$

Con los valores obtenidos del CBR y los 3 de valores, se realizó la siguiente grafica donde se determinó el CBR para la sub-rasante.

**Gráfico N° 1: Porcentajes de CBR vs Porcentajes de valores.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

Al trazar la tangente sobre el valor percentil de 70% obtenemos el CBR de diseño para la sub-rasante igual a.

#### 4.12 Banco de Préstamo.

Con el propósito de suministrar a la obra de un material adecuado de cimentación, se tomó una muestra de la fuente de materiales conocida como el “**Banco de Materiales Guadamuz**”, localizado a 3.9 km del sitios del proyecto carretera hacia San Juan la Plywood 100m al sur mano derecha.

El cual se encuentra certificado por el laboratorio I.M.S. Ingeniería Mecánica de Suelos, S.A.

**Tabla N° 7: Resultado de los ensayos para el banco de préstamo.**

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA ESTANDAR	PROCTOR
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO	1568 KGS/M <sup>3</sup>
HUMEDAD OPTIMA	11.6 %

**PRUEBAS DE CBR SATURADA**

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
	90	95	100
% DE COMPACTACION			
PESO VOLUMETRICO SECO (Kgs/m <sup>3</sup> )	1411	1490	1568
C.B.R SATURADO	50	63	76
HINCHAMIENTO	0.07	0.05	0.03
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

Fuente: Elaboración Propia.

## **Capítulo V. Estudio de Transito**

### **5.1 Conceptos Generales del Estudio de Transito**

#### **5.1.1 Estudio de transito**

Un estudio de transito permite analizar las características y el comportamiento de la circulación vehicular sobre un tramo de carretera. A través de este estudio se logra determinar el volumen de transito que actualmente tiene una determinada carretera, descrito por tipología vehicular, así como para estimar el volumen de transito futuro que tendrá la vía. Estos elementos tienen una gran importancia en el diseño de una carretera ya que los datos obtenidos en este estudio son fundamentales para determinar características estructurales de una carretera. Por esta razón es que su adecuada cuantificación es indispensable para obtener buenos resultados en la ejecución de un proyecto de infraestructura vial.

El transito es uno de los factores más importantes que afectan el comportamiento de un pavimento, por consiguiente, es necesario conocer el número y tipo de vehículo que circulan por una vía, para determinar los efectos que las cargas de estos vehículos causen al pavimento.

#### **5.1.2 Estaciones de conteo vehiculares en Nicaragua**

##### **5.1.2.1 Antecedentes**

En el año 2009 existían 589 estaciones de conteo en el país y estaban clasificadas generalmente en base a la estructura de pavimento y el rodamiento presente en la carretera donde se encontraba la estación. Su clasificación era la siguiente:

- a) Estaciones Permanentes.
- b) Estaciones de Control.
- c) Estaciones Sumarias.

Las estaciones permanentes en la red troncal principal y en ellas se realizaban conteos de 7 días por 24 horas, dos veces al año, una vez en invierno y otra en verano.

Las estaciones de Control se encontraban en carreteras pavimentadas, pavimentos de adoquín o asfalto, donde el tránsito era menor que las de las estaciones permanentes.

Las estaciones sumarias se encontraban en carreteras no pavimentadas donde el flujo vehicular era moderado.

#### 5.1.2.2 Situación Actual.

Al igual que en el año 2009 actualmente existen un total de 589 estaciones de conteo de tránsito, sin embargo en el año 2010 el Sistema de Conteo de Tránsito sufrió una reestructuración con el fin de establecer niveles más aceptables de confiabilidad y calidad en la información generada.

Para llevar a cabo esta reestructuración y mejora del sistema, el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), bajo el auspicio del Programa de Apoyo al Sector Transporte (PAST) del Gobierno Real de Dinamarca, utilizó una nueva metodología en la cual se incluía la obtención de vectores de correspondencia y su clasificación, a través de las cuales se identificaron las afinidades existentes entre las estaciones de conteo largo (Permanente) y las estaciones de conteo corto (Control- Sumaria). En base a estos vectores se determinó la Dependencia de las Estaciones, que no es más que identificar cual estación de Mayor Cobertura debe servir de referencia para determinada Estaciones de Corta Duración o Control Sumario.

Definidos los vectores de correspondencia y sus rangos, se realizaron una nueva clasificación de las estaciones de conteo en base a la tipología y función, manteniendo como referencia la ubicación actual de las estaciones, siendo la nueva clasificación la siguiente:

a) Estaciones de Mayor Cobertura



b) Estaciones de Corta Duración

c) Estaciones de Conteo Sumario

➤ **Estaciones de Mayor Cobertura**

Son las estaciones donde se realizan conteos vehiculares durante tres periodos en el año, de 24 horas durante 7 días consecutivos cada periodo.

60

➤ **Estaciones de Corta Duración**

Se aplica a un conjunto de estaciones donde los flujos vehiculares reportados (TPDA) son mayores de 300 TPDA.

➤ **Estaciones de Conteo Sumario**

Son las estaciones donde los flujos vehiculares reportados (TPDA) son menores de 300 TPDA.

Para las estaciones de corta duración y las de conteos sumarios se realizan conteos clasificados por 12 horas continuas por tres días consecutivos con un intervalo de conteo de cada dos años.

### 5.1.3 Transito Promedio Diario (TPD)

Es definido como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un periodo de tiempo determinado. Este periodo de tiempo deberá mayor de un día y menor o igual a un año. El

TPD  $TPD = \frac{N}{T}$  mediante la ecuación, mostrada a continuación.

**Ecuación 3**



Donde **N** representa el número vehículos que pasan durante **T** días. ( $1 < T \leq 365$ ). De acuerdo al número de días del periodo, se presentaran los volúmenes de transito promedio diario, dados en vehículos por día.

#### **5.1.4 Transito promedio diario anual (TPDA)**

El transito promedio diario anual se define como el número total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera durante un año, dividido entre los 365 días del mismo se calcula la siguiente ecuación:

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

TA: Volumen de transito anual

Es muy importante hacer notar que el TPDA constituye un indicador numérico de vital importancia para el diseño de carreteras, por constituir una medida característica de la circulación de vehículos, como por su facilidad de obtención. Además el TPDA indica la cantidad de vehículos por tipología (livianos y pesados) y funciones (transporte de personas y de mercancías), que hacen uso de la carretera y que continuarán haciendo uso de dicha carretera una vez más sea mejorada o ampliada.

#### **5.1.5 Factores de Ajustes**

Con el fin de poder estimar el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) partiendo de los datos obtenidos de los conteos realizados en las estaciones de Corta Duración o Conteo Sumaria, de acuerdo a la nueva metodología utilizada por el MTI, la cual se encuentra en detalle en

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



Anuario de Transito del año 2010 del MTI, se aplicaran los factores correspondientes de los valores de volúmenes de transito encontrados en las estaciones de mayor cobertura, en base a la dependencia de las estaciones de corta duración o conteo sumario.

Hay factores de ajustes diferentes para cada cuatrimestre del año: enero-abril, mayo-agosto y septiembre-diciembre, los cuales se usaran de acuerdo al periodo de levantamiento de datos que se hayan realizados en las estaciones de corta duración o conteo sumario.

Los factores utilizados en el cálculo del TPDA por parte del MTI para las estaciones de corta duración (ECD) y estaciones conteo sumario (ECS) son los siguientes:

a) Factor Día:

Corresponde a expandir el transito diurno de 12 horas a transito diario de 24 horas. Se obtiene mediante los resultados correspondientes a las estaciones de mayor cobertura de 24 horas, siendo la fórmula para calcular:

$$Fd = 1 + \frac{Tn}{Td} \quad \text{Ecuación 5}$$

Fd: Factor Día

Tn: Transito Nocturno

Td: Transito Diurno

b) Factor Semana:



Es el factor para expandir el resultado obtenido para un periodo corto de tres días de la semana (martes a jueves) a promedio semanal de 7 días (lunes a domingo) siendo la fórmula para calcular:

$$F_s = \frac{T_{lab} \cdot 5 + T_{fs} \cdot 2}{T_{lab} \cdot 7} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

F<sub>s</sub>: Factor Semana

T<sub>lab</sub>: Transito levantado en campo durante el periodo de lunes a viernes

T<sub>fs</sub>: Transito levantado en campo durante el periodo sábado a domingo

c) Factor Fin de Semana:

Es el factor para expandir un conteo realizado durante el fin de semana a los 7 días de la semana, siendo la fórmula para calcular:

$$F_{fs} = \frac{T_{lab} \cdot 5 + T_{fs} \cdot 2}{T_{fs} \cdot 7} \quad \text{Ecuación 7}$$

F<sub>fs</sub>: Factor Fin de Semana

T<sub>lab</sub>: Transito levantado en campo durante el periodo de lunes a viernes

T<sub>fs</sub>: Transito levantado en campo durante el periodo sábado a domingo

d) Factor de Expansión:

Es el factor para expandir el transito diario semanal al tráfico promedio diario anual (TPDA).



### 5.1.6 Clasificación vehicular

Actualmente transitan por las carreteras de nuestro país una gran variedad de vehículos, con diferentes características cada uno de ellos, ya sean en materia de tamaño, peso o velocidades.

Para simplificar su estudio se han agrupado en cuatro grandes categorías. A continuación se da una breve explicación de cada categoría vehicular:

a) **Vehículo de pasajeros:** En esta categoría se incluyen motocicletas, vehículos livianos de uso personal como automóviles, jeep y camionetas, así como vehículos destinados al transporte público de pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los microbuses pequeños (hasta de 14 pasajeros), minibuses (15-30 pasajeros) y buses (>30 pasajeros).

b) **Vehículos de carga:** Son los vehículos destinados al transporte pesado de cargas mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en dos, tres, cuatro, ocho y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2), los camiones de tres ejes (C3) los camiones combinados con remolque del tipo (CxRx) y los vehículos articulados de seis y ocho ejes de los tipos (TxSx).

c) **Equipo Pesado:** En esta categoría se incluyen vehículos agrícolas u vehículos de construcción. Los vehículos agrícolas generalmente están previstos de llantas de hule de gran tamaño. Entre ellos tenemos arados, tractores, cosechadoras. Los vehículos de construcción se utilizan en la construcción de obras civiles, entre ellos tenemos Compactadoras, Moto niveladoras, Retroexcavadoras, etc.

d) **Otros:** En esta categoría entran los remolques y/o tráiler. Estos pueden ser halados por cualquier vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (semovientes).

Las características de los distintos tipos de vehículos que transitan en nuestro país son presentadas en el Anexo



El conocer la composición del tránsito que circula por las diferentes carreteras descrita de acuerdo a su tipología vehicular es muy importante dado que los efectos que ejercen los vehículos entre sí dependen de sus características. Además las cargas que ejercen los vehículos de grandes dimensiones (C2, C3, C4, C2R2, C3R2, T2S2, T3S2, T3S3), determinaran en gran medida las características de la estructura de pavimento a construir.

Con el propósito de obtener los datos del tránsito para el diseño de pavimento se realizó un conteo vehicular de tránsito en el tramo de diseño durante una semana por 12 horas diarias (**Ver anexo C, Tabla 3.1- 3.16**).

En vista que los datos recolectados son una muestra representativa de un periodo de una semana, se hace necesario estimar el TPDA. Para este propósito se utilizaron factores de ajuste diario, y de expansión (**Ver Anexo C, Tabla 3.17-3.19**).

Estos factores permiten expandir el volumen del tránsito de la muestra del tramo de vía en estudio para obtener el TPDA.

Por lo antes mencionado, en este estudio el TPDA pasa a ser el Tránsito Actual. Del conteo vehicular se obtuvo el tipo y cantidad de vehículos que circulan en este vía, y se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla N° 8: Resumen de conteo vehicular (Transito Diurno).**

**Hora de 6:00 am- 6:00 pm**

Día/Tipo de vehículo	Moto	Automóvil	Camioneta	Microbús	C2	Total (veh/12 horas)
<b>Lunes</b>	47	29	22	3	2	103
<b>Martes</b>	40	41	21	0	1	103
<b>Miércoles</b>	48	27	5	1	2	83
<b>Jueves</b>	49	21	16	4	1	91
<b>Viernes</b>	45	29	17	2	1	94
<b>Sábado</b>	52	29	17	2	0	100
<b>Domingo</b>	63	30	20	3	0	116
<b>Total</b>	344	206	118	15	7	690

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos resultantes del conteo vehicular mostrados en la tabla anterior nos indica que el tipo de vehículo con mayor presencia de circulación en el tramo en estudio son las motocicletas; aunque para el diseño de pavimento no se toma en cuenta.

## 5.2 Parámetros para determinar el Transito del Carril de Diseño.

### 5.2.1 Periodo de Diseño (n).

Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable.

Generalmente el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación. (**Ver Anexo C, Tabla 3.22**), muestra los periodos recomendados por el Manual Centroamericano de Normas para el diseño de las carreteras regionales.

Para nuestro caso tomamos el promedio de diseño para tener un mayor margen de seguridad resultando un periodo de diseño de 15 años por ser catalogada como una calle local (**Ver Anexo C, Tabla 3.23**).

### 5.2.2 El tránsito de Diseño ( $T_D$ ).

Será igual al tránsito en el año cero (inicial), multiplicada por el factor de crecimiento por el porcentaje factor direccional y este se multiplica a su vez por el factor carril.

La siguiente formula nos permite calcular el Transito de diseño:

$$\text{Tránsito de diseño} = T_0 \times F_{CR} \times F_D \times F_C$$

**Ecuación N° 8**

Siendo:

$T_0$ : Transito en el año cero (inicial)

$F_{CR}$ : Factor de crecimiento

$F_D$ : Factor direccional

$F_C$ : Factor carril.

### 5.2.3 Factor de crecimiento (FCR).

El tránsito de diseño se determina mediante el uso del factor de crecimiento, determinado por el año horizonte y la tasa de crecimiento anual vehicular, indicándonos la medida en que aumentara el flujo de los vehículos durante el paso del tiempo.

La tasa del crecimiento anual vehicular es del 3.71%, la cual fue proporcionada por el anuario de aforo de trafico 2016 MTI. Además se

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

observa que el crecimiento del PIB promedio es del 5.08 % y la tasa de Crecimiento Poblacional es de 1.8.

En la tabla se muestra las variables analizadas, sus tasas de crecimientos y el promedio de estas.

**Tabla**

**Tabla N° 9: Variables analizadas y Tasa de Crecimiento Promedio**

Variable	Tasa de Crecimiento
PIB	5.08 %
Población	1.80 %
Transito Tipitapa	3.71%
<b>Tasa de Crecimiento Promedio</b>	<b>3.53%</b>

**Ecuación N° 9**

$$F_c = 365 * \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Donde :

**Fc** = Factor de Crecimiento

**i** = Tasa de Crecimiento 3.53% (Tasa estimada, según nuestro criterio)

**n** = Es el periodo de años hasta donde se pretende pronosticar el transito que hará uso de la vía a construirse, Tomamos el promedio del periodo de diseño para tener un mayor margen de seguridad resultando un periodo de diseño de **15 años** por ser catalogada como una calle local (**Ver Anexo C Tabla 3.23**).

$$F_c = 365 * \frac{(1+0.0353)^{15} - 1}{0.0353}$$

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

0.0353

$$F_c = 7,058.5391$$

#### 5.2.4 Factor de Distribución por Dirección ( $F_D$ ).

Es el factor del total del flujo vehicular contado, el que se emplea para diferenciar las viabilidades en doble sentido tomando un valor de 0.5 y para viabilidades de un sentido un valor de 1. En la mayoría de los casos se utiliza el valor de 0.5, ya que la mitad de los vehículos va en la dirección y la otra mitad en dirección opuesta. (Ver Anexo C, Tabla 3.24). El factor para este estudio tendrá un valor de 0.54.

#### 5.2.5 Factor de Distribución por Carril ( $F_C$ ).

Se define por el carril de diseño aquel que recibe al mayor número de tránsito vehicular. Para un camino de dos carriles se toma el factor igual a la unidad, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril. (Ver Anexo C, Tabla 3.25). El factor para este estudio tendrá un valor de 1.0.

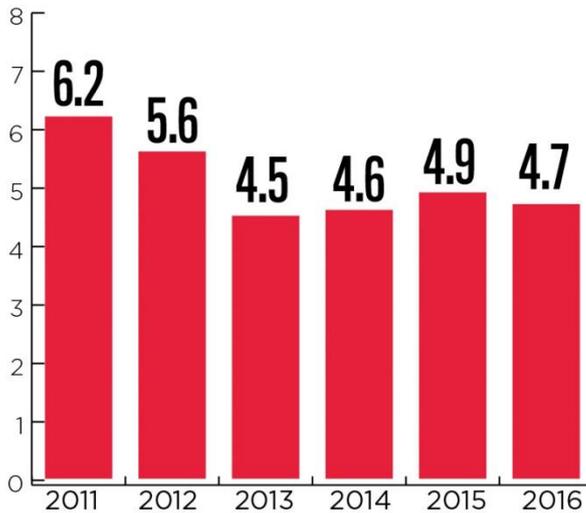
#### 5.2.6 Tasa de Crecimiento ( $T_C$ ).

Es el incremento anual de volumen de tránsito en una vía, expresado en porcentaje. Se determina basándose en los datos de las estaciones de conteo, así como también tomando en cuenta otras variables como son, el Producto Interno Bruto (PIB), y el Crecimiento Poblacional.

### 5.2.6.1 Crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB).

Grafica N° 2: PIB

#### CRECIMIENTO PORCENTUAL DEL PIB



FUENTE: BCN

Fuente : Estadísticas económicas anuales BCN- Nicaragua.

Tasa de Crecimiento Promedio del PIB 2011- 2016 5.08 %

### 5.2.6.2 Tasa de Crecimiento Poblacional.

Es el cambio en la población en un cierto plazo y puede ser cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población usando tiempo por unidad para su medición.

Estos datos fueron obtenidos del Plan Estratégico Municipal de Desarrollo Humano 2015- 2024 del Municipio de Tipitapa.

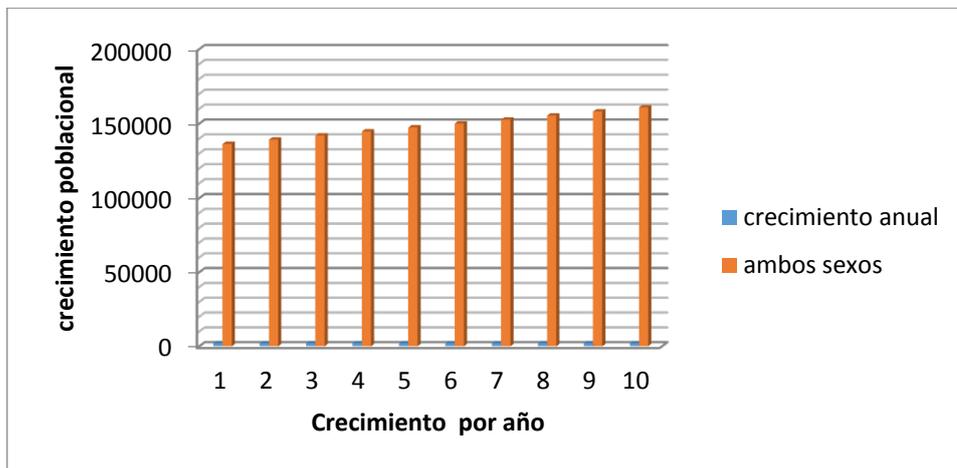
**Proyección de población por sexo, según año calendario y tasa de crecimiento. Periodo 2014- 2023.**

**Tabla N° 10: Tasa de crecimiento poblacional.**

Año .	Ambos Sexos	Hombres	Mujeres
2014	136 333	68 078	68 225
2015	139 206	69 491	69 715
2016	141 957	70 839	71 118
2017	144 700	72 193	72 507
2018	147 451	73 567	73 884
2019	150 153	74 900	75 253
2020	152 651	76 248	76 403
2021	155 398	77 696	77 778
2022	158 146	79 145	79 153
2023	160 894	80 594	80 528
2024	163 791	82 126	81 978
<b>Tasa de crecimiento</b>			
2010-2015	1.7	1.7	1.7
2015-2024	1.8	1.9	1.8

Fuente INIDE.

**Grafica N° 3: Crecimiento por año.**



Fuente Planificación Municipal. Alcaldía de Tipitapa.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

### 5.3 Calculo de Transito de Diseño.

Tabla N° 11: Transito de Diseño.

Tipo de vehículo	Transito Actual	Factor Crecimiento	Fd	fc	Tránsito de Diseño
Automóviles	38	7058,5391	0,54	1	144841,2223
Camionetas	24	7058,5391	0,54	1	91478,6667
Microbús	3	7058,5391	0,54	1	11434,8333
C2	2	7058,5391	0,54	1	7623,2222
<b>Total</b>	<b>67</b>				<b>255377,9446</b>

Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente formula permite calcular el número de ESAL'S de diseño

$$ESAL = \text{Tránsito de diseño} * F_{ESAL's}$$

Ecuación N° 10

**Siendo:**

ESAL 'S : Ejes equivalentes de 80 KN o 18Kips<sup>2</sup>

F<sub>ESAL 'S</sub> : Factor de carga equivalente ASSTHO 93

## 5.4 Factores de carga equivalentes de pavimentos flexibles para ejes simples.

Tabla N° 12: Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles,

Ejes simples AASTHO 93/  $P_t = 2,0$   $SN = 5$

Carga P/eje (Kips)	Numero Estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.009	0.0012	0.0011	0.0010	0.009	0.009
8	0.03	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	0.075	0.085	0.090	0.085	0.079	0.076
12	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	0.325	0.338	0.354	0.350	0.338	0.331
16	0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.00	9.20	8.60	8.70	9.20
32	14.0	13.50	12.40	11.50	11.50	12.10
34	18.5	17.90	16.30	15.00	14.90	15.60
36	24.2	23.30	21.20	19.30	19.00	19.90
38	31.1	29.90	27.10	24.60	24.00	25.10
40	39.6	38.00	34.30	30.90	30.00	31.20
42	49.7	47.70	43.00	38.60	37.20	38.50
44	61.8	59.30	53.40	47.60	45.70	47.10
46	76.1	73.00	65.60	58.30	55.70	57.00
48	92.9	89.10	80.00	70.90	67.30	68.60
50	113.0	108.00	97.00	86.00	81.00	82.00

Fuente: Manual de Pavimentos (SIECA).



Tabla N° 13: Estructura y Carga de Vehículo por tipo de Eje.

TIPO DE VEHÍCULO	EJES			
	Partes	Peso por eje en Toneladas	Peso por eje en libras	Tipo
<b>Automóvil</b>	F	1	2200	simple
	R	1	2200	Simple
<b>Jeep</b>	F	1	2200	Simple
	R	1	2200	simple
<b>Camioneta</b>	F	1	2200	Simple
	R	2	4400	simple
<b>MC-15</b>	F	2	4400	simple
	R	4	8800	simple
<b>MC-12-30</b>	F	4	8800	Simple
	R	8	17600	simple
<b>C2-Liv.</b>	F	4	8800	Simple
	R	8	17600	simple
<b>Bus</b>	F	5	11000	Simple
	R	10	22000	simple

Fuente: Departamento de peso y dimensiones, Dirección de Vialidad, MTI.

F : Eje delantero  
M : Eje carga media  
R : Eje trasero

## 5.5 Calculo del Esal`s por carril de Diseño.

Tabla N° 14: Esal`s.

Periodo de Diseño	Numero Estructural	Índice de Serviciabilidad final
n = 15 años	SN = 5	Pt = 2

Tipo de Vehículo	Pesos por eje (lbs)	Tránsito de Diseño	Factor Esal's	Esal's de Diseño
<b>Automóviles</b>	2200	144841,2223	0,00038	55,0397
	2200	144841,2223	0,00038	55,0397
<b>Camionetas</b>	2200	91478,6667	0,00038	34,7619
	4400	91478,6667	0,0034	311,0275
<b>Microbús</b>	4400	11434,8333	0,0034	38,8784
	8800	11434,8333	0,0502	574,0286
<b>C2</b>	8800	7623,2222	0,0502	382,6858
	17600	7623,2222	0,9206	7017,9384
<b>Total</b>		<b>510755,889</b>		<b>8.469,3999</b>

ESAL o W18 = **8,469.3999** por carril de tránsito.

El Esal`s calculado es menor que el mínimo para diseñar por este método debido a que el tránsito del tramo en estudio es bajo, por ende se tomó el Esal`s mínimo de Diseño (50,000) para este caso.

## CAPITULO VI. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO CON ADOQUIN

A partir de los resultados de la AASTHO ROAD TEST, el comité de diseño de la AASTHO produjo la guía provisional para el diseño de pavimentos rígidos y flexibles, la cual se basó además en procedimientos de diseños existentes.

Después de haber sido utilizado por algunos años, este fue ajustado dando origen a la versión de 1993, a la cual se incorporaron nuevas consideraciones entre la que cabe mencionar la confiabilidad del diseño, los módulos de elasticidad de la Sub-Rasante y la capa del pavimento, los factores ambientales de temperatura y humedad, el drenaje, los aspectos económicos, procedimientos de diseño para la construcción por etapas y el conocimiento de los diseños de tipo empírico.

La ecuación para el cálculo de diseño de la guía AASHTO 93 es:

$$\log W_{18} = Z_R S_D + 9.36 \text{ LOG}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \Delta PSI}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Ecuación N° 11

**Donde:**

**$W_{18}$**  : Número de aplicaciones de cargas de 80 KN.

**$Z_R$**  : Abscisa correspondiente a un área igual a la

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



Confiabilidad R en la curva de distribución normalizada.

**So** : Desviación estándar de las variables.

**$\Delta$ PSI** : Pérdida de Serviciabilidad prevista en el diseño.

**M<sub>R</sub>** : Módulo resiliente.

## 6.1 Variables para el Diseño.

### 6.1.1 Confiabilidad (R).

Es la probabilidad de que nuestro diseño se comporte satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambiente durante el periodo de diseño que se implementó. **(Ver Anexo D, Tabla 4.1)**. Para el diseño se usará una confiabilidad igual a  $R=70\%$ , por tratarse de una calle local (Urbana).

## 6.2 Criterios de Comportamiento.

### 6.2.1 Pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI).

La Serviciabilidad de una estructura de pavimento es la capacidad que tiene éste de servir al tipo y volumen de tráfico para el cual fue diseñado. El índice de Serviciabilidad varía de 5 (excelente) a 0 (pésimo).

El método AASHTO - 93 predice el porcentaje de pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) para varios niveles de tránsito y cargas de ejes, entre mayor sea la pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI), mayor será la capacidad de carga del pavimento antes de fallar.

La pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI o Present Serviciability Index) es la diferencia entre el índice de Serviciabilidad inicial y final.

$$\Delta \text{ PSI} = P_0 - P_t$$

Ecuación N° 12

**Donde:**

$P_0$ = Serviciabilidad Inicial, es la condición inmediata después de la construcción.

$P_t$ = Serviciabilidad Final, es la condición final que tendrá el pavimento de fallar.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Los valores que la AASHTO recomienda dependiendo del tipo de camino son los siguientes:

### Índice de Serviciabilidad Inicial:

$P_o = 4.2$  para pavimentos flexibles.

$P_o = 4.5$  para pavimentos rígidos.

### Índice de Serviciabilidad Final:

$P_t = 2.5$  o más para caminos principales

$P_t = 2.0$  para caminos de tránsito menor

Para este diseño se utilizará:

$P_o = 4.2$  para pavimentos flexibles

$P_t = 2.0$ , por tratarse de una vía de tránsito menor

Por lo tanto:

$\Delta \text{PSI} = 4.2 - 2.0 \rightarrow \Delta \text{PSI} = 2.2$  es el valor de la pérdida de la Serviciabilidad para nuestro diseño.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## 6.3 Propiedades de los materiales.

### 6.3.1 Módulo Resiliente de la Sub Rasante.

El módulo Resiliente se refiere a los esfuerzos del comportamiento del material bajo condiciones normales de repetición de carga. Es importante mencionar que el módulo Resiliente puede ser aplicado a cualquier tipo de material.

El factor principal para la caracterización de los materiales de sub-rasante en este método es el módulo Resiliente o Elástico. Este módulo se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición y por tal motivo el Manual de Pavimentos (SIECA) ha establecido correlaciones para determinarlos a partir de otros ensayos, como el CBR, encontrándose que:

$$MR (PSI) = 1,500 * CBR$$

Ecuación N° 13

**Donde:**

**MR:** Módulo Resiliente de la sub-rasante.

**CBR:** Razón de soporte estimada.

$$MR (PSI) = 1,500 * (2.7)$$

$$MR (PSI) = 4050 \text{ PSI}$$

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## 6.4 Estructura de Pavimento a Base de Adoquín.

### 6.4.1 Superficie de Concreto Asfáltica.

Los adoquines tienen un comportamiento similar al de un concreto Asfáltico por lo que el coeficiente de la capa que normalmente se utiliza para este tipo de carpeta (adoquín) es de 0.45 cm que corresponde a un módulo de 450,000 PSI.

81

### 6.5 Desviación estándar ( $S_o$ ).

Este parámetro está ligado directamente con la confiabilidad (R); en este paso deberá seleccionarse un valor  $S_o$  “Desviación estándar global” representativo de las condiciones locales particulares, que se presentan posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

El método recomienda que para pavimentos flexibles la desviación estándar esté en un rango de 0.40 a 0.50. Por lo detallado en el párrafo anterior para este estudio se asume un valor de diseño de  $S_o = 0.45$ .

### 6.6 Drenaje ( $m_i$ ).

El coeficiente de drenaje puede variar entre 0.7 y 1.25. En este diseño utilizaremos  $m_i = 1.0$ ; ya que en el laboratorio se trabaja con un suelo en condición saturada o más adversa, para obtener el **CBR (Ver Anexo D, Tabla 4.2)**.

## 6.7 EL CBR de Base.

Tomando como CBR el del “**Banco de Materiales Guadamuz**”, localizado a 3.9 km del sitios del proyecto carretera hacia San Juan la Plywood 100m al sur mano derecha, teniendo un **CBR = 63%**.

## 6.8 Características de los materiales en los pavimentos.

82

La caracterización de las capas del pavimento, se efectúa a través de sus módulos de elasticidad, obtenidos por ensayos normalizados de laboratorios.

El uso de la sub-base en este método requiere del empleo de un coeficiente de capa (a3) Para convertir su número estructural en (SN), que es el indicativo del espesor total requerido del pavimento. Para nuestro caso no se utilizará este coeficiente de capa debido a que el tránsito es poco; y además según el resultado del método de la AASHTO 93 nos demuestra que no lo amerita.

En relación con la base, esta podrá ser granular o estabilizada y los requerimientos de calidad deben de ser, superiores a los de sub-base el material estará representado por un coeficiente (a2), que permite convertir su espesor real a su número estructural.

## 6.9 Coeficientes de capas.

Debido que la AASHTO en su guía de diseño 1993 no considera el diseño con adoquines, a pesar de que su comportamiento es similar a la de un pavimento flexible, al emplear el método que presente dicha guía para el cálculo de los espesores, se trata de utilizar coeficientes que de alguna manera tengan equivalencias con los tipos de materiales con que se forman la estructura de pavimento, de la Guía de Diseño de la AASHTO contiene los coeficientes aceptables para los fines propuestos.

Presentado por: **Reynaldo José Salazar Sánchez.**

**Mario Bojorge Sequeira.**

**Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Los coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa a cada material para funcionar como parte de la estructura de pavimento.

### 6.9.1 Carpeta de Rodamiento de adoquín ( $a_1$ ):

Como el espesor del adoquín es de 10 cm equivalente a 4pulgadas, el coeficiente de la carpeta de rodamiento es de  $a_1 = 0.45$ .

### 6.9.2 Bases granulares:

La AASTHO muestra un gráfico que se puede emplearse para estimar el coeficiente estructural ( $a_2$ ), a partir de unos cuatro resultados diferentes de laboratorio de un material de base, incluyendo el módulo Resiliente de la base que tiene un valor de .El valor del coeficiente de la capa de Base granular  $a_2 = 0.126$  (Ver Anexo D, Grafico 4.1).

## 6.10 Diseño Estructural de Pavimento.

Este método de diseño es aplicable para vías con tránsito superior a  $0.05 \times 10^6$  ejes equivalentes de 8.2 toneladas y la ecuación utilizada para el diseño de pavimento flexible, derivada de la información obtenida empíricamente por la AASTHO ROAD TEST es:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

Ecuación N° 14

Donde:

$a_i$  : Coeficiente estructural de la capa i, la que depende de la caracterización del material con que ella se construye.

$D_i$ : Espesor de la capa i en pulgadas.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

$m_i$ : Coeficiente de drenaje de la capa i.

El **SN**, es el número abstracto, que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido para la combinación dada de soporte del suelo ( $M_r$ ), del tránsito total ( $W_{18}$ ), de la Serviciabilidad terminal y de las condiciones ambientales.

### **6.10.1 Procedimientos de diseño de pavimento.**

La gráfica de diseño recomendada por la AASHTO permite tener el número estructural (SN), a partir de los siguientes parámetros:

1. Tránsito de diseño estimado durante el periodo de diseño.
2. El nivel de confiabilidad (R) debe de recordarse que la aplicación de este nivel implica la utilización de promedios en los datos de entradas, según tabla de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras.
3. Seleccione o evalúe la desviación estándar global ( $S_o$ ) los valores determinados en la prueba de caminos de la AASHTO fueron entre 0.40 y 0.50.
4. El módulo resiliente de la sub-rasante (MR).
5. La pérdida de nivel de servicio durante el periodo de diseño,  $\Delta PSI = P_o - P_t$  (Donde  $P_o = 4.2$  y  $P_t = 2.0$ , obteniendo un resultado de  $\Delta PSI = 2.2$ ).

### 6.10.2 Espesor de la carpeta.

La carpeta de rodamiento ya está predeterminada porque se utilizará adoquines de concreto de cuatro pulgadas de espesor.

### 6.11 Datos de Diseño.

Cuadro N° 15: Resumen de Datos Calculados

Parámetros	Datos	Observaciones
De la línea de la vía		
ESAL` S	<b>50,000</b>	
Confiabilidad ( R)	<b>70%</b>	Vías Locales
Desviación Standard (So)	<b>0.45</b>	
Módulo Resiliente de la Sub -Rasante (lb/in <sup>2</sup> )	<b>4,050</b>	
Serviciabilidad Inicial (Po)	<b>4.2</b>	
Serviciabilidad Final (Pt)	<b>2</b>	
Espesor de Adoquín (D1)	<b>4in =10cm</b>	
$\Delta$ PSI	<b>2.2</b>	
Coeficiente de Capas (a <sub>n</sub> )	<b>a<sub>1</sub> = 0.45</b>	
	<b>a<sub>2</sub> = 0.126</b>	
Coeficiente de Drenaje (m <sub>1</sub> )	<b>1</b>	
CBR de la sub-rasante (%)	<b>2.7</b>	
Periodo de diseño en años	<b>15</b>	
Del material del banco de préstamo		
CBR de la base (%)	<b>63</b>	Se usara el mismo Banco de préstamo
CBR de la sub-base (%)	<b>63</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### Carpeta de rodamiento.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

$$D_1 \geq SN_1/a_1 \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde

$D_1$  = Espesor de la carpeta de rodamiento, en este caso es 4 ", por ser adoquín.

$SN_1$  = Numero estructural de la carpeta.

$SN_1 = 2.5$ ,  $SN_2 = 2.5$ ,  $SN_3 = 2.5$  (cálculos de números estructurales) **(Ver anexo D, Grafico 4.3)**

$$D_1 = 4 \text{ "}$$

**$SN_1^*$  absorbido de la carpeta**

$$SN_1^* = a_1 * D_1$$

$$SN_1^* = 0.45 * 4 = 1.80$$

**Base.**

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2} \quad \text{Ecuación 16}$$

$$a_2 * m_2$$

Donde

$D_2$  = Espesor de la capa de base.

$SN_2$  = Numero estructural de la base. **(Ver anexo D, Grafico 4.3, Calculo de número estructural  $SN_2$ )**

**$SN_1^*$  = Absorbido de la carpeta.**

$a_2 = 0.126$  Coeficiente de base **(Ver anexo D, Grafico 4.1 Calculo del coeficiente estructural,  $a_2$ )**

$m_2$  = Coeficiente de drenaje.

$$D_2 \geq \frac{2.5 - 1.80}{0.126 * 1.0}$$

$$0.126 * 1.0$$

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

$$D_2 = 5.56 \text{ ''}$$

Por lo tanto se asumirá el valor para base de 6''

$$D_2 = 6'' \approx 15 \text{ cm}$$

**SN\*<sub>2</sub> absorbido de la base.**

$$SN^*_2 = a_2 * m_2 * D_2 \quad \text{Ecuación 17}$$

$$SN^*_2 = 0.126 * 1.0 * 6$$

$$SN^*_2 = 0.76$$

**Sub-base**

$$D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3 * m_3} \quad \text{Ecuación 18}$$

D<sub>3</sub> = Espesor de la capa de sub-base.

SN<sub>3</sub> = Numero estructural de la sub- base (Ver anexo D, Grafico 4.3,  
**Calculo de numero estructural SN<sub>3</sub>**).

SN\*<sub>1</sub> = Valor adsorbido de la carpeta de rodamiento.

SN\*<sub>2</sub> = Valor adsorbido de la base.

m<sub>3</sub> = Coeficiente de drenaje.

**a<sub>3</sub> = 0.1286** Coeficiente de sub- base (Ver anexo D, Grafica 4.2, Calculo  
**del coeficiente estructural a<sub>3</sub>**).

$$D_3 \geq \frac{2.5 - (1.80 + 0.76)}{0.1286 * 1.0}$$

$$D_3 = - 0.47$$

Por lo tanto se usara el espesor mínimo para sub- base de 4 ''.

$$D_3 = 4 \text{ ''} \approx 10 \text{ cm (mínimo)}$$

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



**SN<sub>3</sub> absorbido de la sub-base.**

$$SN^*_3 = a_3 * m_3 * D_3 \quad \text{Ecuación 19.}$$

$$SN^*_3 = 0.1286 * 1.0 * 4$$

$$SN^*_3 = 0.51$$

**Calculo del número estructural (SN).**

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * m_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3 \quad \text{Ecuación 20}$$

$$SN = 0.45 * 4 + 0.126 * 1.0 * 6 + 0.1286 * 1.0 * 4$$

$$SN = 3.07$$

**Verificación**

$$SN^*_1 + SN^*_2 + SN^*_3 \geq SN \quad \text{Ecuación 21}$$

$$1.80 + 0.76 + 0.51 \geq 3.07$$

$$3.07 \geq 3.07 \quad \text{OK.}$$

Esto quiere decir que el diseño cumple con las condiciones y significa que cada capa del paquete estructural queda protegida de los esfuerzos a los

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.

Mario Bojorge Sequeira.

Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



cuales va a ser sometida. Los espesores de diseño que cumple con las especificaciones de los materiales son:

Capa de rodamiento: 4" (10 centímetro)

Base: 6" (15 centímetro)

Sub-base: 4" (10 centímetro)

**Tabla 16. Diseño final para el tramo 620 m.**

Capa	Espesor capas (cm)	Descripción
Adoquín	10	Tipo Trafico de 3500 psi
Arena	5	Motastepe
Base	15	Material del banco de préstamo, localizado a 3,9 km del sitio del proyecto carretera hacia San Juan la Plywood 100m al sur mano derecha. Compactadas al proctor estándar.
Sub-base	10	
Espesor total	40	

## **Capitulo VII : Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusiones.**

Luego de realizar el análisis técnico del ante proyecto del diseño geométrico y estructural de 620m de adoquinado en el barrio Oronte Centeno de Tipitapa Managua, se puede concluir lo siguiente:

90

- Se obtuvieron los datos necesarios para la elaboración de los planos topográficos, realizar el diseño geométrico del tramo de 620 ml de adoquinado y calcular el movimiento de tierra.
- El suelo predominante en la parte superior es grava arenosa como A-1-a con índice de grupo 0 y sub yaciendo a estos materiales suelos limosos que clasifican como A-5 con índice, grupo 3 y arcilla que clasifica como A-7-5 con índice de grupo 8, lo que es indicativo de materiales pobre para terraplén.
- Se ubicaron dos posibles bancos de materiales, el banco de materiales Guadamuz es el que se escogió, ya que su CBR es del 63% al 95 % de compactación.
- Se propuso una tasa de crecimiento del tránsito de 3.53 % para esta calle .Esta fue utilizada para determinar el factor de crecimiento y el tránsito de diseño.
- El Transito Promedio Diario Anual (TPDA) resultante es de 138 vehículo por día.
- Se obtuvo un  $E_{sal}$  de diseño = 8,454.9157.El  $E_{sal}$  calculado es menor que el mínimo para diseñar por el método AASTHON 93, debido



a que el tránsito del tramo en estudio es bajo, se tomó el  $E_{sa}$ 's mínimo de diseño (50,000), para este caso.

- Resultados del cálculo de diseño estructural de pavimento.

<b>Espesor de pavimento</b>	
<b>Capa</b>	<b>Espesor capas (cm)</b>
Adoquín	10
Arena	5
Base	15
Sub-base	10
<b>Espesor total</b>	<b>40</b>

## **Recomendaciones.**

- Si se desea tener una mayor información sobre la cartografía estratigrafías y la composición del suelo, se recomienda realizar sondeo cada 50 metros y una profundidad mayor a 1.50 metros.
  
- Ubicar dos posibles bancos de materiales que tengan CBR adecuados para base y subbase.
  
- Construir las tapas de las alcantarillas, para evitar accidentes y que se llenen de basuras.
  
- En la fase de ejecución de proyecto, se deberá tener mucho cuidado en la adquisición de los adoquines de concreto. Garantizar que su procedencia sea de fábricas certificadas legalmente, ya que los mismos, deberán cumplir con una resistencia de 3,500 psi, requerida por la NIC-2000.
  
- Por tener la sección típica del proyecto un ancho de rodamiento de 5m, sugerimos al departamento de transporte municipal de la alcaldía de Tipitapa, que dicha calle sea utilizada para una sola vía, ya sea de norte a sur o de sur a norte.

## **Bibliografía.**

- 1) Campos Irma.,Herrera, Yader. (2015). Levantamiento Topográfico y Diseño Geométrico de 740.34 metros de calles de concreto hidráulico en el barro Bueno Aires del Municipio de Tipitapa departamento de Managua.
  
- 2) Monografía “Diseño de estructura de pavimento de adoquín y drenaje de la calle en el costado sur del Hospital “Humberto Alvarado”, Reparto Héroe y Mártires de Monimbó; Masaya,” Realizado por: Br. Kenia Yaosca Escobar Canda. . Br. Haroldo Rafael Muñoz Cabrales. Tutor: Ing. Claudia Reyes.
  
- 3) Monografía “Diseño de un tramo vial de 1.73 km en el casco urbano del municipio de El Tortuguero, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (R.A.C.C.S)- Nicaragua”.Realizado por Br. Alfonso Bismark Rivera Mendoza y Br. Vicente Gregorio Garcia Lira. Tutor Ing. Adolfo Ernesto Cordero Andrade.3)
  
- 4) Bladimir Brenes; Luis Brebes; Cristhian Rodríguez. Formulación del estudio Técnico de 1.5 km de adoquinado para el tramo de camino “NIQHINOHOMO-LOS POSITOS.
  
- 5) Libro Verde AASHTO 2011, Política sobre DISEÑO GEOMÉTRICO DE CAMINOS Y CALLES. 6ta ed., 2011.
  
- 6) Navarro Hudiel, S., (2008). Topografía II. Estelí, Nicaragua.

7) Silva, E., y López, H. (2014). Levantamiento Topográfico del proyecto “Unidad de Transferencia de residuos sólidos de UNAN-MANAGUA Recinto Universitario Rubén Darío (RURD)”. Managua, Nicaragua.

8) Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes, NIC 2000.Nicaragua (1999). MTI.

9) Manual Centroamericano para diseño de pavimentos. Coronado Iturbide Jorge. Secretaría de Integración Económica Centroamericana SIECA, Guatemala, Segunda Edición, (2002).

10) Sitio web: <http://ribuni.uni.edu.ni/1004/1/10866.pdf>

11) Sitio Web: <http://ribuni.uni.edu.ni/1374/1/39726.pdf>

12) Ficha Municipal de Tipitapa.

13) Caracterización del Municipio de Tipitapa.

15) Anuario de Aforos de Trafico año 2016, Ministerio de Transporte e infraestructura Nicaragua.



## **Capítulo VIII: Anexos**

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



# Anexo A: Planos Topográficos

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



## **Anexo B: Estudio de Suelo**

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo B

Tabla 2.1 : Clasificación de suelos, según AASHTO.

Clasificación General	Materiales Granulares ( 35 ó menos pasan la malla No. 200 )							Materiales Limo-Arcilla ( Más del 35% pasan malla No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Análisis de Mallas, (%) que pasan por la: No. 10.... No. 40.... No. 200....	50 Máx. 30 Máx. 15 Máx.	50 Máx. 25 Máx.	51 Min. 10 Máx.	35 Máx.	35 Máx.	35 Máx.	35 Máx.	36 Min.	36 Min.	36 Min.	36 Min.
Característica de la fracción que pasan la malla No. 40											
Límite Líquido (%)	6 Máx.		N.P	40 Máx. 10 Máx.	41 Máx. 10 Máx.	40 Máx. 11 Min.	41 Min. 11 Min.	40 Máx. 10 Máx.	41 Min. 10 Máx.	40 Máx. 11 Min.	41 Min. 11 Min.
Índice de Grupo	0		0	0			4 Máx.	8 Máx.	12 Máx.	16 Máx.	20 Máx.
Tipos usuales de materiales constituyentes significativos	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena Fina	Grava y Arena Limosas y Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Clasificación General como Sub-rasante	Excelente a Bueno						Regular a Pobre				
<p>PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACION: Con los datos requeridos y disponibles de prueba, procédase de Izquierda a Derecha en la carta y, por proceso de eliminación se encontrará el grupo correcto. El primer grupo de la Izquierda, en el cual coinciden los datos de las pruebas, será la Clasificación correcta.</p> <p>El I.P. del sub-grupo A-7-5 es igual o menor que el LL. menos 30. El I.P. del sub-grupo A-7-6 es mayor que el LL. menos 30.</p>											
$IG = (F - 35) [0.2 + 0.005(LL-40)] + 0.01(F - 15) (IP - 10)$											

Fuente: Libro de Diseño de Pavimentos, AASHTO 93.



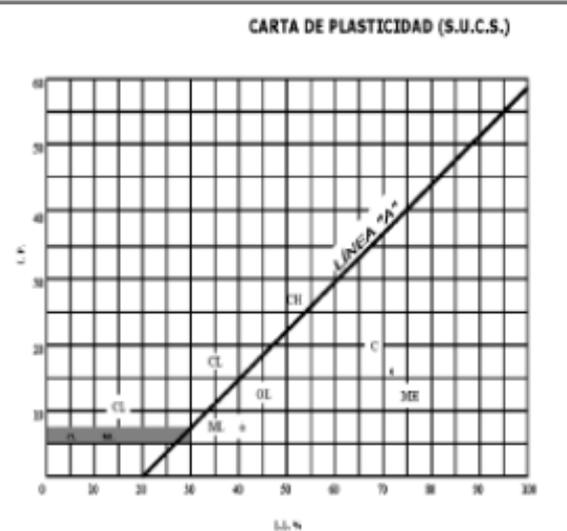
Anexo B

Tabla 2.2 : Clasificación de suelos, según SUCS

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 Ⓢ	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4  PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 em. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD $C_u$ : mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA $C_c$ : entre 1 y 3. $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$		
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos			
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.		
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla			
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4  PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 em. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	SW	Arenas bien graduadas, arena con grava, con poco o nada de finos.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.		
		SP	Arenas mal graduadas, arena con grava, con poco o nada de finos.			
		SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.		
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.			
		ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	ARENA LIMPÍA Poco o nada de partículas finas	ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	ARENA LIMPÍA Poco o nada de partículas finas	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.
ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	ARENA LIMPÍA Poco o nada de partículas finas	ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	ARENA LIMPÍA Poco o nada de partículas finas	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.		
					ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	ARENA LIMPÍA Poco o nada de partículas finas

DETERMINE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (basado que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO: SM, SW, SP, GP, GM, GC, GW, SC. Más del 12% GM, GC, SM, SC. Entre 5% y 12%: Casos de 8 estados que requieren el uso de símbolos dobles \*\*

G - Grava, S - Arena, O - Suelo Orgánico, P - Turba, M - Limo  
C - Arcilla, W - Bien Graduada, P - Mal Graduada, L - Baja Compresibilidad, H - Alta Compresibilidad



\*\* CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.  
 Ⓢ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.  
 \* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFICIO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 25 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFICIO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 25.

Fuente: Libro de Diseño de Pavimento, AASHTO 93.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
 Mario Bojorge Sequeira.  
 Ricardo José Centeno Largaespa.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo B

**Tabla 2.3: Clasificación y Uso del Suelo según el valor de CBR.**

CBR	Clasificación Cualitativa del Suelo	Uso
0-5	Muy mala	Sub-rasante
6-10	Mala	Sub-rasante
11-20	Regular-Buena	Sub-rasante
21-30	Muy Buena	Sub-rasante
31-50	Buena	Sub-base
51-80	Buena	Base
81-100	Muy Buena	Base

Fuente: Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Carlos Crespo Villalaz; Editorial Limusa, 5ta edición México

## ANEXO B: Estudio de Suelo

### ESTUDIO REALIZADO POR:

**I.M.**

**S. INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S. A.**

101

### I. TRABAJOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas en los Sondeos realizados se sometieron a los siguientes ensayos de Laboratorio, de acuerdo a las especificaciones ASTM.

TIPO DE ENSAYE	NORMA ASTM
◆ Granulometría	D-422
◆ Límites de Atterberg	D-423 y D-424
◆ Pesos Volumétricos	C-29
◆ C.B.R.	D-1883
◆ Proctor Estándar (Sondeos Manuales)	D-698
◆ Proctor Modificado (Bancos de Materiales)	D-1557
◆ Clasificación HRB	D-3282

En base a los resultados obtenidos las muestras se Clasificaron de acuerdo al Sistema H.R.B. (ASTM D-3282).

En el anexo de este Informe se incluyen los resultados de los ensayos de Laboratorio realizados.

### II. ANALISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados de Laboratorio, en los sondeos realizados en la calle investigada, predominan Gravas Arenosas que Clasifican como A-1-a con Índice de Grupo 0 en la parte superior y sub yaciendo a estos materiales Suelos Limosos que Clasifican como A-5 con Índice

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Grupo 3 y Arcilla que clasifica como A-7-5 con Índice de Grupo 8, lo que es indicativo de Materiales pobres para terraplén.

## FUENTES DE MATERIALES

Las Fuentes de Material investigada presentan las características siguientes:

**Tabla 2.4: Características del Banco de materiales Guadamuz.**

Banco	% Que pasa Malla					LL	IP
	$\frac{3}{4}$ "	No.4	No.10	No.40	No.200		
Guadamuz	99	82	69	41	23	-	NP
Cuadrante 175	100	76	64	50	35	-	NP

El Banco Cuadrante 175 no puede ser utilizado por sí solo como material de Base y Sub Base, debido al exceso de finos que posee por el Tamiz No.200; únicamente se deberá usar como material de relleno.

En cuanto al Banco Guadamuz puede ser utilizado por sí solo como material de Base y Sub Base.

En el Anexo de este Informe se incluyen los resultados de los ensayos de Laboratorio realizados.

**Fuente: Estudio de suelo realizado por IMS.**

## Anexo B

Tabla 2.5: Resultados de Ensayes de Suelo del Sitio.

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Límite %		Clasificación H.R.B.	C.B.R. a Compact.		
					3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
0+030	Der.	1	1	0-45			100	95	90	77	60	42	21	8	30	1	A-1-a(0)			
			2	45-150						100	84	71	59	48	45	10	A-5(3)			
0+080	Izq.	2	=1	0-55			100	95	90	77	60	42	21	8	30	1	A-1-a(0)			
			3	55-150					100	96	80	73	71	57	47	18	A-7-5(8)	1	3	5

Fuente: Estudio de suelo realizado por IMS.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



HUMEDAD OPTIMA		33.9 %	
<b>PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA</b>			
METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:		DINAMICA	
% DE COMPACTACION	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>
PESO VOLUM. SECO (kgs/m <sup>3</sup> )	1004	1059	1115
C.B.R. SATURADO	1	3	5
HINCHAMIENTO (%)	0.69	0.55	0.41
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96
OBSERVACIONES:			

**Tabla 2.7: Informe de ensayos de Banco de Materiales.**

ENSAYE	Banco Guadamuz			
MUESTRA	1			
UBICACIÓN	Km 3+000 Carretera hacia San Juan La Plywood,			
DESVIACIÓN	100 al Sur M/Der.			
PROFUNDIDAD				
SONDEO	Material tomado del Stock, costado Este			

### GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ				
3"				
2"				
1 ½"				

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

1"	100				
3/4"	99				
3/8"	93				
No.4	82				
No.10	69				
No.40 (a)	41				
No.200 (b)	23				
Relación de Finos: (b)/(a)	0.56				

**LIMITES DE ATTERBERG**

Límite Líquido	-				
Índice de Plasticidad	NP				

**CLASIFICACION**

Clasificación H.R.B.	A-1-b(0)				
Clasificación de Casagrande					
% C.B.R. (90,95,100)	50,63,7 6				

**ENSAYES ADICIONALES**

Peso Vol. Seco Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1137				
Peso Vol. Varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1285				
Peso Vol. Máximo (kg/m <sup>3</sup> )	1568				
Humedad Óptima (%)	11.6				
Factor de Abundamiento (%)	1.38				

OBSERVACIONES:

**Fuente: Estudio de suelo Realizado por IMS.**  
Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo B

**Tabla 2.8: Informe de pruebas de C.B.R. Saturado del Banco de Materiales Guadamuz.**

PROYECTO: Adoquinado Calles Para El Pueblo, Barrio Oronte Centeno Sur,  
Tipitapa  
CAMINO:

ENSAYE No. 1 EFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 1 CÁLCULO: M.B. COTEJO: M.B.

FUENTE DEL MATERIAL: Banco Guadamuz  
Ubicación: Km 3+000 Carretera hacia San Juan La Plywood, Desviación 100 m. al  
Sur M/Der.

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	$\frac{3}{4}$	3/8"	4	10	40	200
%QUE PASA	99	93	82	69	41	23

LIMITE LIQUIDO : INDICE DE PLASTICIDAD NP

CLASIFICACION S.U.C.S. A-1-b(0) EQUIVALENTE DE ARENA\_

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR MODIFICADO
PESO VOLUM. SECO MÁXIMO	1568 <b>kgs/m<sup>3</sup></b>
HUMEDAD OPTIMA	11.6 %

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

**PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA**

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:		DINAMICA		
% DE COMPACTACION	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>	
PESO VOLUM. SECO (kgs/m <sup>3</sup> )	1411	1490	1568	
C.B.R. SATURADO	50	63	76	
HINCHAMIENTO (%)	0.07	0.05	0.03	
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96	
OBSERVACIONES:				

**Tabla 2.9: Informe de ensayos de suelo Banco de Materiales Cuadrante 175.**

ENSAYE	Banco Cuadrante 175				
MUESTRA	1				
UBICACIÓN	Km 33+500 Carretera hacia San Benito, 800 m.				
DESVIACIÓN	Al Este, 600 m. al Norte, 250 m. al Este, 100 m. al sur				
PROFUNDIDAD	Material tomado del Stock				
DUÑO	ALCALDIA DE TIPITAPA				

**GRANULOMETRIA**

% QUE PASA TAMIZ					
3"					
2"					
1 1/2"					
1"					

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

$\frac{3}{4}$ "					
3/8"	100				
No.4	76				
No.10	64				
No.40 (a)	50				
No.200 (b)	35				
Relación de Finos: (b)/(a)	0.70				

**LIMITES DE ATTERBERG**

Límite Líquido	-				
Índice de Plasticidad	NP				

**CLASIFICACION**

Clasificación H.R.B.	A-2-4(0)				
Clasificación de Casagrande					
% C.B.R. (90,95,100)	23,40,5 7				

**ENSAYES ADICIONALES**

Peso Vol. Seco Suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1130				
Peso Vol. Varillado ( $\text{kg/m}^3$ )	1266				
Peso Vol. Máximo ( $\text{kg/m}^3$ )	1492				
Humedad Óptima (%)	13.6				
Factor de Abundamiento (%)	1.32				

OBSERVACIONES:

Fuente: Estudio de Suelo Realizado por IMS.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

**Tabla 2.10: Informe de pruebas de C.B.R. Saturado del Banco de Materiales Cuadrante 175.**

PROYECTO: Adoquinado Calles Para El Pueblo, Barrio Oronte Centeno Sur, Tipitapa  
CAMINO:

ENSAYE No. 1 EFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 1 CÁLCULO: M.B. COTEJO: M.B.

FUENTE DEL MATERIAL: Banco Cuadrante 175

Ubicación: Km 33+500 Carretera hacia San Benito, 800 m. al Este, 600 m. al Norte, 250 m. al Este, 10 m. al Sur M/Der.

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	$\frac{3}{4}$	3/8"	4	10	40	200
%QUE PASA		100	96	93	86	75

LIMITE LIQUIDO 52 INDICE DE PLASTICIDAD 11

CLASIFICACION S.U.C.S. A-7-5(10) EQUIVALENTE DE ARENA\_

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MÁXIMO	1213 <i>kgs/m<sup>3</sup></i>
HUMEDAD OPTIMA	25.2 %



### PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO: DINAMICA			
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kgs/m <sup>3</sup> )	1092	1152	1213
C.B.R. SATURADO	1	3	5
HINCHAMIENTO (%)	0.34	0.28	0.22
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96
OBSERVACIONES:			

**Fuente: Estudio de suelo realizado por IMS.**

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



# **Anexo C: Estudio de transito**

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.1: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Fecha: Lunes 18/12/18		Sentido de Circulación: Norte-Sur	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	2	2	2	0	0
7:00-8:00	1	1	1	0	0
8:00-9:00	2	1	1	0	0
9:00-10:00	1	0	0	0	1
10:00-11:00	3	3	0	0	0
11:00-12:00	1	0	2	0	0
12:00-1:00	1	2	1	0	0
1:00-2:00	0	0	0	0	0
2:00-3:00	1	0	0	0	0
3:00-4:00	3	1	2	0	0
4:00-5:00	2	2	1	0	0
5:00-6:00	5	4	3	0	0
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.2: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Fecha: Lunes 18/12/18		Sentido de Circulación: Sur-Norte	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	2	1	0	0	0
7:00-8:00	1	0	1	1	0
8:00-9:00	1	2	0	0	0
9:00-10:00	3	0	3	0	0
10:00-11:00	2	0	0	0	1
11:00-12:00	3	1	0	0	0
12:00-1:00	2	2	0	1	0
1:00-2:00	0	1	0	0	0
2:00-3:00	2	2	0	0	0
3:00-4:00	3	0	2	0	0
4:00-5:00	2	1	1	0	0
5:00-6:00	4	3	2	1	0
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.3: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Martes 19/12/18		Sentido de Circulación: Norte - Sur	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	2	0	0	0	0
7:00-8:00	0	0	1	0	0
8:00-9:00	1	1	2	0	0
9:00-10:00	2	3	1	0	0
10:00-11:00	1	2	2	0	0
11:00-12:00	4	4	0	0	1
12:00-1:00	1	1	2	0	0
1:00-2:00	2	2	1	0	0
2:00-3:00	3	1	0	0	0
3:00-4:00	1	3	1	0	0
4:00-5:00	2	2	0	0	0
5:00-6:00	2	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.4: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Martes 19/12/18		Sentido de Circulación: Sur- Norte	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	4	1	2	0	0
7:00-8:00	2	2	1	0	0
8:00-9:00	2	1	0	0	0
9:00-10:00	1	3	0	0	0
10:00-11:00	2	2	0	0	0
11:00-12:00	1	1	2	0	0
12:00-1:00	2	3	1	0	0
1:00-2:00	1	1	2	0	0
2:00-3:00	0	0	0	0	0
3:00-4:00	1	2	1	0	0
4:00-5:00	2	1	1	0	0
5:00-6:00	1	4	1	0	0
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.5: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Miércoles 20/12/18		Sentido de Circulación: Norte - Sur	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	3	3	0	0	0
7:00-8:00	3	1	1	0	0
8:00-9:00	1	2	0	0	1
9:00-10:00	3	1	0	0	0
10:00-11:00	2	2	0	0	0
11:00-12:00	2	0	0	0	0
12:00-1:00	2	2	0	0	0
1:00-2:00	1	0	0	0	0
2:00-3:00	2	0	0	0	0
3:00-4:00	1	1	0	0	0
4:00-5:00	4	1	1	0	0
5:00-6:00	3	2	0	0	0
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.6: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Miércoles 20/12/18		Sentido de Circulación: Sur - Norte	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	2	1	0	0	0
7:00-8:00	2	1	1	0	0
8:00-9:00	1	2	0	0	0
9:00-10:00	1	1	0	0	0
10:00-11:00	1	0	0	0	0
11:00-12:00	1	1	1	0	0
12:00-1:00	2	2	0	0	0
1:00-2:00	2	0	0	1	0
2:00-3:00	2	1	0	0	1
3:00-4:00	3	1	0	0	0
4:00-5:00	3	0	0	0	0
5:00-6:00	1	2	1	0	0
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.7: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Jueves 21/12/18		Sentido de Circulación: Norte - Sur	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	2	1	2	1	0
7:00-8:00	1	0	0	1	0
8:00-9:00	1	1	2	0	0
9:00-10:00	1	0	0	0	0
10:00-11:00	3	1	1	0	1
11:00-12:00	1	2	0	0	0
12:00-1:00	0	0	0	0	0
1:00-2:00	3	1	0	0	0
2:00-3:00	0	2	1	1	0
3:00-4:00	1	0	0	0	0
4:00-5:00	3	1	1	0	0
5:00-6:00	5	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.8: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Jueves 21/12/18		Sentido de Circulación: Sur - Norte	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	3	2	2	0	0
7:00-8:00	4	1	1	0	0
8:00-9:00	3	0	1	0	0
9:00-10:00	1	2	0	0	0
10:00-11:00	2	0	0	1	0
11:00-12:00	2	0	0	0	0
12:00-1:00	4	1	2	0	0
1:00-2:00	3	0	0	0	0
2:00-3:00	1	0	1	0	0
3:00-4:00	2	2	0	0	0
4:00-5:00	2	2	1	0	0
5:00-6:00	1	1	1	0	0
Total	28	11	9	1	0

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.9: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Viernes 22/12/18		Sentido de Circulación: Norte - Sur	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	1	3	0	0	0
7:00-8:00	5	1	0	0	0
8:00-9:00	1	0	1	0	0
9:00-10:00	1	1	0	1	1
10:00-11:00	2	2	2	0	0
11:00-12:00	1	1	0	0	0
12:00-1:00	3	0	0	0	0
1:00-2:00	0	1	1	0	0
2:00-3:00	1	2	0	0	0
3:00-4:00	1	1	0	0	0
4:00-5:00	5	0	1	0	0
5:00-6:00	1	2	3	0	0
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.10: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Viernes 22/12/18		Sentido de Circulación: Sur - Norte	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	3	2	1	0	0
7:00-8:00	2	0	0	0	0
8:00-9:00	0	3	1	0	0
9:00-10:00	1	0	0	1	0
10:00-11:00	2	2	1	0	0
11:00-12:00	1	0	0	0	0
12:00-1:00	4	1	1	0	0
1:00-2:00	0	2	0	0	0
2:00-3:00	3	0	2	0	0
3:00-4:00	0	0	2	0	0
4:00-5:00	3	2	0	0	0
5:00-6:00	4	3	1	0	0
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.11: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Sábado 23/12/18		Sentido de Circulación: Norte - Sur	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	1	2	0	0	0
7:00-8:00	1	1	1	0	0
8:00-9:00	2	0	1	0	0
9:00-10:00	3	0	0	0	0
10:00-11:00	4	3	1	0	0
11:00-12:00	5	2	0	0	0
12:00-1:00	1	2	1	0	0
1:00-2:00	2	1	0	0	0
2:00-3:00	2	0	3	1	0
3:00-4:00	1	1	0	0	0
4:00-5:00	3	2	0	0	0
5:00-6:00	2	2	1	0	0
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.12: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Sábado 23/12/18		Sentido de Circulación: Sur - Norte	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	5	1	2	0	0
7:00-8:00	3	2	0	0	0
8:00-9:00	2	0	1	0	0
9:00-10:00	1	0	0	0	0
10:00-11:00	0	1	1	0	0
11:00-12:00	4	2	1	0	0
12:00-1:00	1	0	1	0	0
1:00-2:00	0	0	0	0	0
2:00-3:00	1	1	1	0	0
3:00-4:00	2	0	0	0	0
4:00-5:00	2	2	2	1	0
5:00-6:00	4	4	0	0	0
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.13: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Domingo 24/12/18		Sentido de Circulación: Norte - Sur	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	1	1	0	0	0
7:00-8:00	1	2	1	0	0
8:00-9:00	2	1	0	1	0
9:00-10:00	3	1	1	0	0
10:00-11:00	3	1	0	0	0
11:00-12:00	2	0	0	0	0
12:00-1:00	3	1	2	0	0
1:00-2:00	4	0	2	0	0
2:00-3:00	2	2	0	0	0
3:00-4:00	2	0	0	0	0
4:00-5:00	3	1	1	0	0
5:00-6:00	4	2	1	0	0
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.14: Formato de conteo vehicular.

Lugar: Oronte Centeno Sur		Domingo 24/12/18		Sentido de Circulación: Sur - Norte	
Hora	Motos	Automóvil	Camionetas	Microbús	C2
6:00-7:00	3	2	2	0	0
7:00-8:00	1	0	0	0	0
8:00-9:00	2	1	1	0	0
9:00-10:00	2	2	0	0	0
10:00-11:00	2	2	3	1	0
11:00-12:00	4	2	0	0	0
12:00-1:00	5	2	0	0	0
1:00-2:00	2	1	2	0	0
2:00-3:00	3	0	0	0	0
3:00-4:00	2	2	1	0	0
4:00-5:00	2	2	0	0	0
5:00-6:00	5	2	3	1	0
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

**Tabla 3.15: Resumen de conteo vehicular.**

**Hora de 6:00 am-6:00 pm**

127

Estación 0+000-0620								
Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Automóvil	16	20	15	10	14	16	12	103
Camioneta	13	10	2	7	8	8	8	56
Microbús	0	0	0	3	1	1	1	6
C2	1	1	1	1	1	0	0	5
Motos	22	21	27	21	22	27	30	170
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>45</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>52</b>	<b>51</b>	<b>340</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 3.16: Resumen de conteo vehicular.**

**Hora de 6:00 am-6:00 pm**

Estación 0+620-0000								
Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Automóvil	13	21	12	11	15	13	18	103
Camioneta	9	11	3	9	9	9	12	62
Microbús	3	0	1	1	1	1	2	9
C2	1	0	1	0	0	0	0	2
Motos	25	19	21	28	23	25	33	174
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>38</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>65</b>	<b>350</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo C

**Tabla 3.17: Resumen de ambos sentidos del conteo vehicular.**

Grupo	Motos	Autos	Camionetas	Micro bus < 15 pasajeros	C2
Transito Total	344	206	118	15	7
TPDiurno	49	29	17	2	1
Factor Diario	1.4	1.33	1.4	1.38	1.75
TPDS	69	39	24	3	2
Factor Expansión	1.03	0.99	1.02	1.07	0.94
TPDA	71	38	24	3	2
% TPDA	51.45%	27.54%	17.39%	2.17%	1.45%
% Porcentaje de vehículo liviano : 98.55 %					% de vehículo pesado : 1.45 %

**Fuente: Elaboración Propia.**

## Anexo C

Tabla 3.18: Estación 103, Tramo: Empalme San Benito- Maderas Tasa de Crecimiento Vehicular.

### TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL HISTORICO POR TIPO DE VEHICULO AÑO 2016

N°	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Depart.	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA					
9	NIC-1	103	ECD	Emp. San Benito - Maderas	Tipitapa	2015	261	843	324	1208	76	17	346	497	502	149		328	56		3		18	4,628					
						2012	208	792	605	1,805	81	12	359	576	668	124	1	515				4	1	11	5,762				
						2010	57	588	394	1,335	51	70	342	418	524	57	3	371								8	4,218		
						2007	60	538	403	1,145	37	14	327	412	500	58	1	299					4			14	3,813		
						2005	33	573	462	1,220	37	9	278	310	539	47	1	411	0	2							5	3,927	
						2003	33	574	514	1,037	75	7	274	328	465	52	1	338	1									8	3,706
						2001	20	324	408	1,027	29	7	237	197	400	38		168	0							1	4	2,861	
						1998	25	366	496	1,319	23	8	186	160	456	45		159								2	7	3,252	
						1997	21	314	396	976	19	6	179	107	410	63		143	1							1	4	2,640	
						1996	32	380	380	994	14	35	141	112	297	55	2	103	1							4	6	2,556	
						EMC: 2803																							
Tasa Crecimiento:						3.71%	2016	271	874	336	1253	76	18	359	515	521	155		340	56		3	19	4,600					
10	NIC-1	104	ECD	Las Maderas - Las Calabazas	Managua / Matagalpa	2015	136	859	326	1467	137	9	312	456	492	120	1	412						11	4,738				
						2012	125	631	431	1,367	70	10	291	317	448	79		416									8	4,193	
						2010	73	537	394	1,256	48	7	277	435	381	51	1	382									21	3,863	
						2007	28	507	375	1,017	40	15	303	322	389	46	1	286										9	3,337
						2005	13	548	435	1,091	35	8	255	303	384	47	1	418										3	3,542
						2003	16	547	444	952	68	8	257	272	371	53	1	322	1							0	2	3,315	
						2001	25	367	414	1,069	23	9	248	257	324	31		278									2	8	3,055
						1999	24	425	365	1,121	26	6	216	177	436	51	2	228										8	3,086
						1997	12	291	376	893	29	3	168	88	361	60	1	139	1									4	2,426
						1996	24	371	371	932	17	33	131	100	272	43	2	103	1							1	1	1	2,402
						EMC: 2803																							
Tasa Crecimiento:						3.71%	2016	141	891	336	1521	142	9	324	473	510	124	1	427					11	4,914				

Fuente: Anuario de Aforo de Trafico 2016.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.19: Factores de ajustes estación de mayor cobertura 700.

*Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril*

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.40	1.33	1.35	1.40	1.38	1.54	1.33	1.45	1.75	1.63	3.00	1.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.36
Factor Semana	0.98	1.03	1.02	0.93	0.96	1.29	0.98	0.92	0.90	0.91	1.07	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95
Factor Fin de Semana	1.04	0.93	0.96	1.22	1.10	0.64	1.05	1.26	1.39	1.31	0.86	1.47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.16
Factor Expansión a TPDA	1.03	0.99	0.90	1.02	1.07	1.01	1.04	0.98	0.94	0.93	0.93	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	0.71

*Factores del segundo cuatrimestre del año Mayo - Agosto*

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.39	1.30	1.40	1.38	1.37	1.91	1.37	1.40	1.72	1.66	1.14	1.74	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43
Factor Semana	0.99	1.03	0.98	0.94	0.95	1.21	0.98	0.90	0.89	0.91	0.95	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94
Factor Fin de Semana	1.01	0.94	1.05	1.19	1.16	0.70	1.04	1.36	1.45	1.31	1.14	1.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21
Factor Expansión a TPDA	1.02	1.02	1.19	1.01	0.97	1.24	1.01	1.07	1.05	1.09	1.04	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11

*Factores del tercer cuatrimestre del año septiembre - Diciembre*

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.28	1.30	1.33	1.41	1.37	1.47	1.34	1.42	1.75	1.65	1.33	1.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.71
Factor Semana	0.98	1.03	1.06	0.97	0.96	1.47	1.00	0.91	0.87	0.89	0.95	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86
Factor Fin de Semana	1.06	0.93	0.88	1.10	1.12	0.55	0.99	1.31	1.59	1.43	1.14	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.67
Factor Expansión a TPDA	0.95	0.99	0.96	0.97	0.97	0.83	0.96	0.96	1.02	0.99	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.47

Fuente: Anuario de Aforo de Trafico 2016.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

Anexo C

Tabla 3.20: Peso máximo permisible por tipo de Vehículo.

REPUBLICA DE NICARAGUA  
MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA  
DIRECCION GENERAL DE VIALIDAD

DIAGRAMA DE CARGAS PERMISIBLES.  
PESOS MAXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHICULOS

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						Peso Máximo Total (t) Ton - Met.
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	
C2 11		4.50	9.00					13.50
C3 12		5.00	16.00					21.00
			8.00	8.00				
C4 Tx-Sx=4		5.00	20.00					25.00
			6.67	6.66	6.66			
T2-S1 Tx-Sx=4		5.00	9.00	9.00				23.00
T2-S2 Tx-Sx=4		5.00	9.00	16.00				30.00
				8.00	8.00			
T2-S3 Tx-Sx=5		5.00	9.00	20.00				34.00
				6.67	6.66	6.66		
T3-S1 Tx-Sx=4		5.00	16.00		9.00			30.00
			8.00	8.00				
T3-S2 Cx-Rx=4		5.00	16.00		16.00			37.00
			8.00	8.00	8.00	8.00		
T3-S3 Cx-Rx=5		5.00	16.00		20.00			41.00
			8.00	8.00	6.67	6.66	6.66	
C2-R2 Cx-Rx=4		4.50	9.00	4.0 a	4.0 a			21.50
		4.50	9.00	6.5 b	6.5 b			26.50
C3-R2 Cx-Rx=5		5.00	16.00		4.0 a	4.0 a		29.00
		5.00	8.00	8.00	6.5 b	6.5 b		34.00
C3-R3 Cx-Rx=5		5.00	16.00		4.0 a	5.0 a	5.0 a	35.00
		5.00	8.0 b	8.0 b	6.5 b	5.0 b	5.0 b	37.50

NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.

a: Eje sencillo llanta sencilla.  
b: Eje sencillo llanta doble.

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.21: Tipología y descripción vehicular de conteo de tráfico.

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimoto, Cuadraciclo, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos cope y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4*4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC.
	CAMIONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con lina en la parte trasera, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están diseñadas a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MINIBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.
VEHICULOS DE CARGA	LIVIANO DE CARGA		Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3		Son todos aquellos camiones tipos C2 (2 Ejes) y C3 (3 Ejes), con un peso mayor de 5 toneladas. También se incluyen las furgonetas de carga liviana.
	CAMIÓN DE CARGA PESADA Tx-Sx<=4		Camiones de Carga Pesada, son vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tx-Sx<=4.
	Tx-Sx>=5		Este tipo de camiones son considerados combinaciones Tractor Camión y semi-Remolque, que sea igual o mayor que 5 ejes.
	Cx-Rx<=4		Camión Combinado, son combinaciones camión remolque que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como Cx-Rx<=4
	Cx-Rx>=5		Son combinaciones iguales que las anteriores pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.
EQUIPO PESADO	VEHICULOS AGRICOLAS		Son vehículos provistos con llantas especiales de hule, de gran tamaño. Muchos de estos vehículos poseen arados u otros tipos de equipos, con los cuales realizar las actividades agrícolas. Existen de diferentes tipos (Tractores - Arados - Cosechadoras)
	VEHICULOS DE CONSTRUCCIÓN		Generalmente estos tipos de vehículos se utilizan en la construcción de obras civiles. Pueden ser de diferentes tipos, <b>Motoniveladoras, retroexcavadoras, Recuperador de Caminos/Mezclador, Pavimentadora de Asfalto, Tractor de Cadenas, Cargador de Ruedas y Compactadoras.</b>
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS		Se incluye remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (Semoventes).

Fuente: Anuario de Aforo de Trafico 2016.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

Tabla 3.22: Periodos de Diseño(n).

Tipo de carretera	Periodo de diseño
Autopista Regional	20 – 40 años
Troncales Sub – Urbanas	15 – 30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Sub - Urbanas	10 – 20 años
Colectoras Rurales	

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de las Carreteras Regionales, SIECA 2001.

## Anexo C

Tabla 3.23: Clasificación funcional de las vías urbanas.

Tipo de vía	Función
Vías rápidas	Son vías divididas con boulevard central, bloqueadas total o parcialmente, sin intersecciones en el mismo nivel o número reducido de ellas, destinadas a atender totalmente al tránsito de pasada; estas vías son las que presentan mayores capacidades, construidas con velocidad de proyecto entre 80-110 km/hrs.
Arterias	Vías divididas o no por boulevard central, intersecciones al mismo nivel, destinadas a atender prioritariamente al tráfico de pasada, presentan capacidad media a alta y construidas para velocidad de proyecto entre 50 a 80 km/hrs.
Vías colectoras	Son vías divididas o no por mediana o boulevard central con intersecciones en el mismo nivel, destinadas a atender tanto al tráfico de pasada como local; su capacidad va de media a baja y su velocidad de proyecto va de 30-50 km/hrs.
Vías locales	Tiene como función principal proveer el acceso a las propiedades, permiten acceso.

Fuente: Documentó de Curso de Titulación, Obras Viales Abril 2005, Msc. Bernardo Calvo.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo C

**Tabla 3.24: Factor de Distribución por Dirección ( $F_D$ )**

Número de Carriles en ambas direcciones	$LD^{10}$
2	50
4	45
6 o mas	40

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.

**Tabla 3.25: Factor de Distribución por Carril ( $F_c$ )**

Número de Carriles por una sola Dirección	Factor
1	1.00
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.



## **Anexo D: Diseño de Pavimento Flexible**

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo D

**Tabla 4.1: Niveles de Confiabilidad sugeridos para diferentes Carreteras.**

Clasificación	Nivel de Confiabilidad	
	Urbana	Rural
Autopistas Interestatal y Otras	85 – 99.90	80-99.90
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectoras de Tránsito	80-95	75-95
Carretera Local	50-80	50-80

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA. Guatemala Noviembre 2002

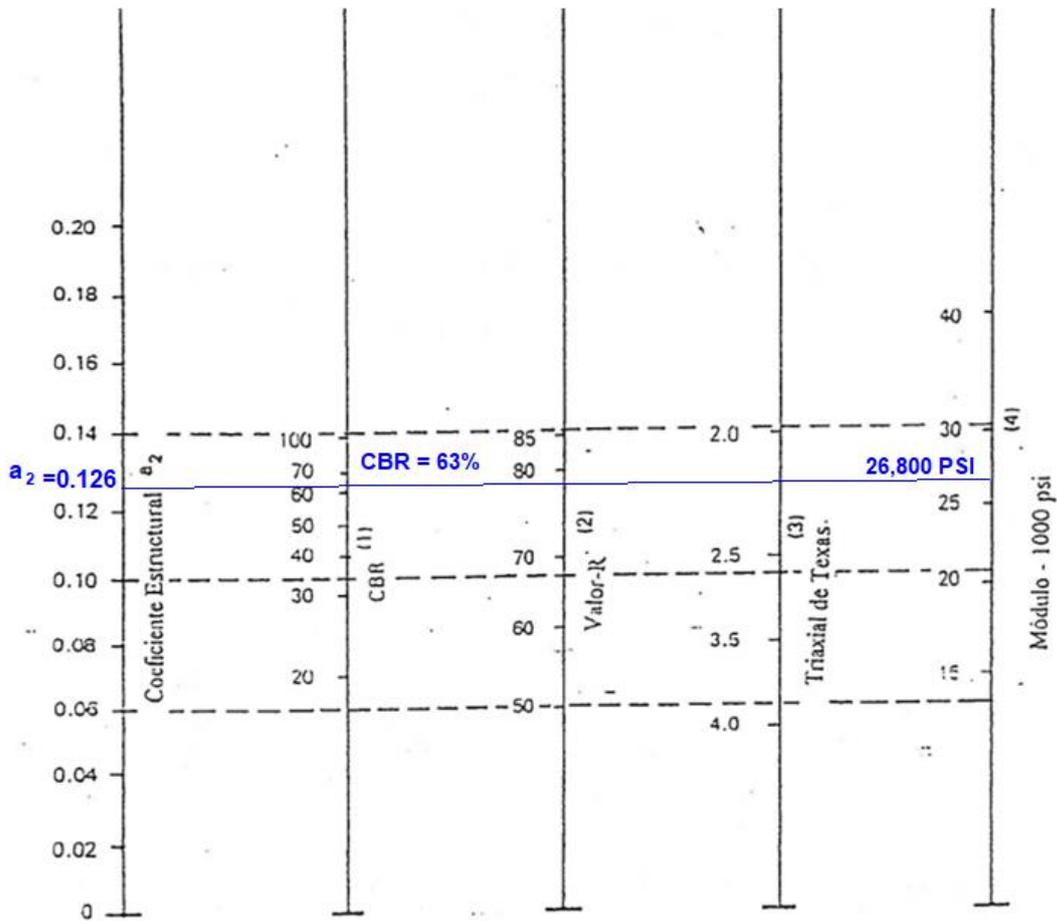
**Tabla 4.2: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.**

Calidad de Drenaje	P = % del tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación.			
	< 1%	1 – 5%	5 – 25%	>25%
Excelente	1.4 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA. Guatemala Noviembre 2002

Anexo D

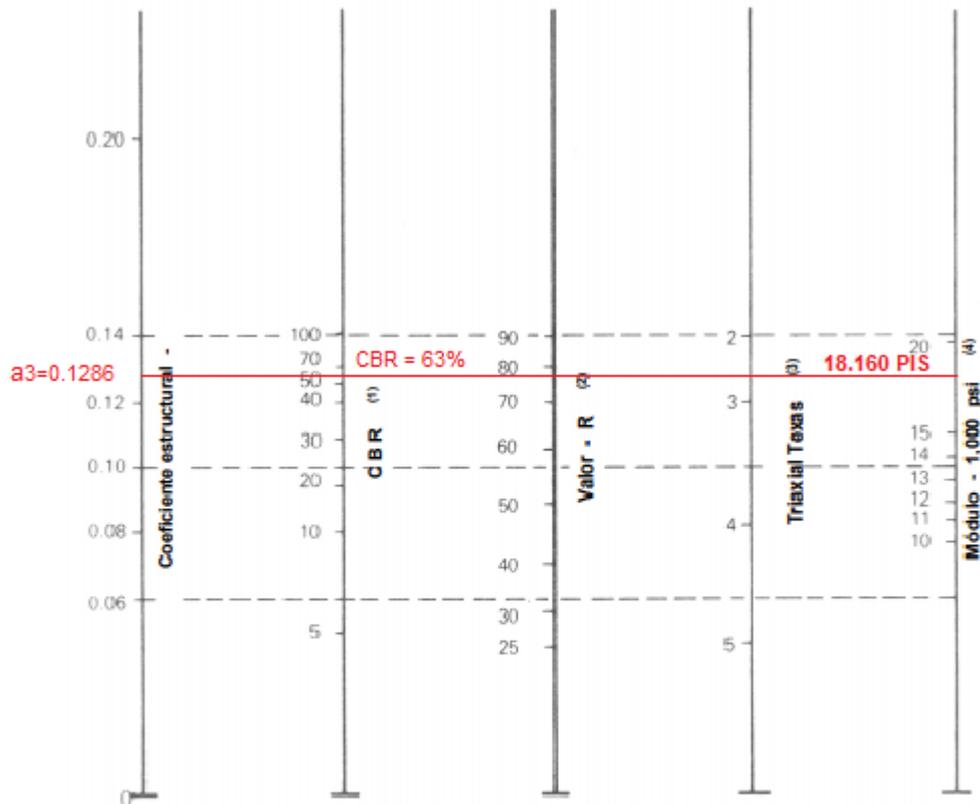
Grafico 4.1: Variación de coeficientes de la capa a<sub>2</sub> en bases granulares.



Anexo D

Grafico 4.2: Variación en el coeficiente estructural de la capa a<sub>3</sub> de Subbase.

Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase



- (1) Escala derivada de las correlaciones de Illinois
- (2) Escala derivada de las correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, New México y Wyoming
- (3) Escala derivada de las correlaciones de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

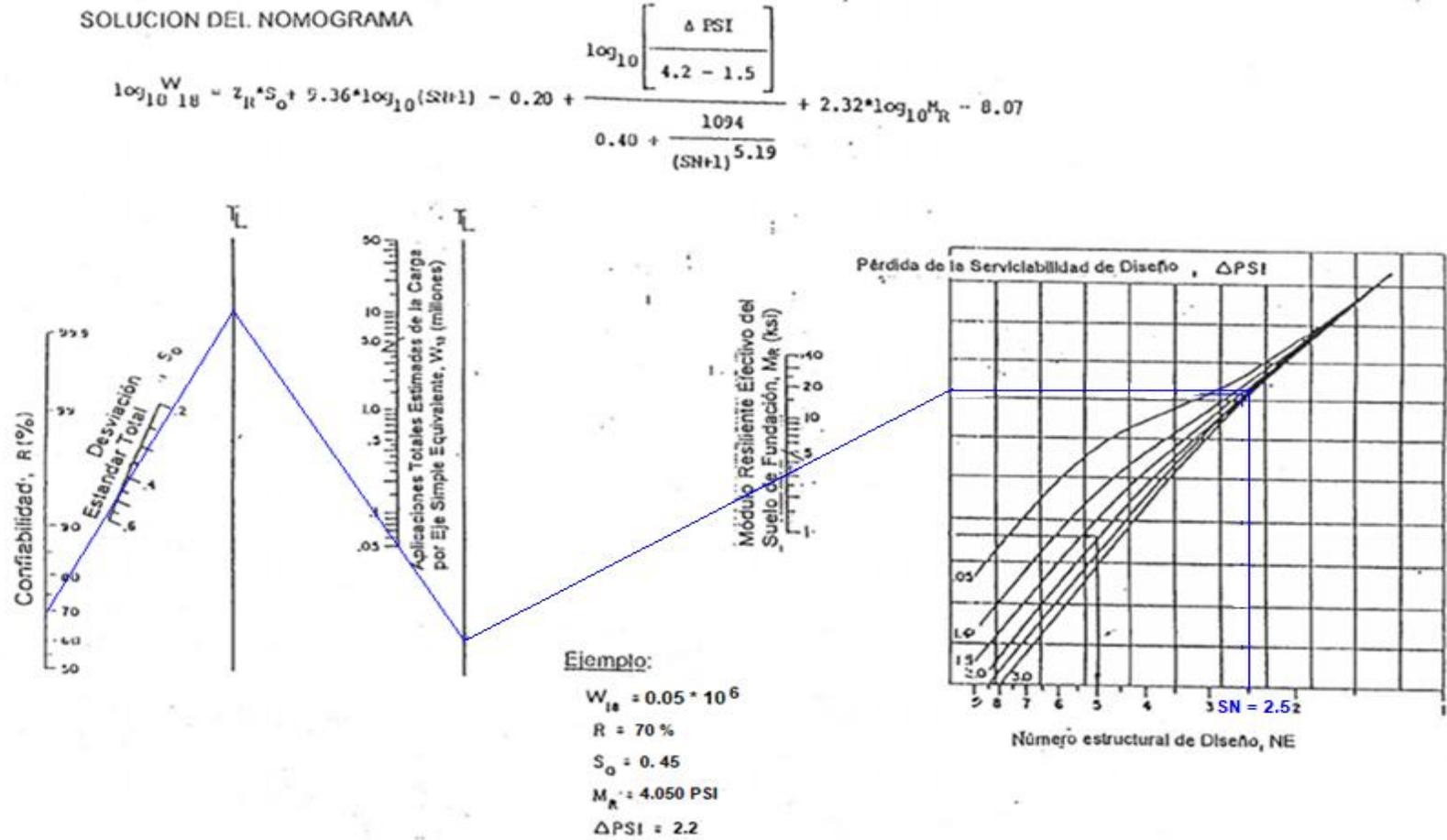
Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO,1,993.

Anexo D

Grafica 4.3: Cálculo de Sn<sub>1</sub>, Sn<sub>2</sub>, Sn<sub>3</sub>.

**SN<sub>1</sub> = 2.5   SN<sub>2</sub> = 2.5   SN<sub>3</sub> = 2.5**



Fuente: Libro de Diseño de Pavimentos, AASTHO 93.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



## Anexo E: Fotos del Sitio

## Anexo E



Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo E



0+00 BM1



0+400 BM3

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo E



0+620 BM 4

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



## Anexo E



145



**0+00**

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

**Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.**



## Anexo E



0+00

0+200



0+200

0+400

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

## Anexo E



147

Estación: 0+400 esquina suroeste.



**0+400**

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.



## Anexo E



**0+400 esquina noroeste.**

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

**Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.**



# ANEXO F: PRESUPUESTO

**Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.**

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.

PRESUPUESTO DE 620 ML DE ADOQUINADO EN EL BARRIO ORONTE CENTENO						
ETAPA	SUB-ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT. C\$	COSTO DIRECTO C\$
<b>000</b>		<b>PRELIMINARES</b>				<b>C\$ 93.380,60</b>
	010	Limpieza inicial (620 ML X 6.20 = 3894)	m2	3.844,00	5,00	19.220,00
	020	Trazo y nivelacion para adoquinado (Incluye equipo de topografia)	m2	3.844,00	10,00	38.440,00
	030	Niveletas sencillas H= 1.10m; Ancho= 0.80 (Considerar dos usos de la madera)	c/u	60,00	65,00	3.900,00
	040	Movilizacion y desmovilizacion de equipos hasta el sitio del proyecto	km	6,00	2.500,00	15.000,00
	050	Rotulo tipo FISE de 1.22 x 2.44 m (Estructura de acero + forro de zinc liso) con bases de concreto reforzado de 2,500 PSI (Incluye pintura anticorrosiva y calcomania autoadhesiva)	c/u	1,00	16.820,60	16.820,60
<b>100</b>		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>C\$ 817.336,00</b>
	110	Explotacion de banco de prestamo con tractor oruga D6 (Incluye derecho de explotacion)	m3	1.249,30	95,00	118.683,50
	120	Corte de calle con tractor oruga D6	m3	2.467,70	65,00	160.400,50
	130	Conexión domiciliar para A/P con tubería de 1/2" y 2" (Incluye accesorios y mano de obra)	c/u	60,00	350,00	21.000,00
	140	Acarreo de material selecto hasta 8 km (Incluye carga en el banco con equipo y descarga en el sitio)	m3	1.249,30	150,00	187.395,00
	150	Nivelacion, conformacion y compactacion de base y sub-base para adoquinado con modulo de movimiento de tierras (Incluye conformacion final en bocacalles); espesor de capa= 30 cm	m2	3.844,00	42,00	161.448,00
	160	Desalojo de material cortado y/o excedente con cargador y volquete hasta 1 km	m3	1.249,30	130,00	162.409,00
	170	Prueba de compactacion de suelo certificada por laboratorio	c/u	6,00	1.000,00	6.000,00
<b>200</b>		<b>CARPETA DE RODAMIENTO</b>				<b>C\$ 1.269.238,73</b>
	210	Adoquinado de calle con cama de arena hasta 5cm (Adoquin tipo trafico de 3,500 PSI)	m2	3.038,00	417,79	1.269.238,73
<b>300</b>		<b>VADOS, CUNETAS, VIGAS, ANDENES Y BORDILLOS</b>				<b>C\$ 1.205.110,00</b>
	310	Construccion de cuneta de piedra cantera (Incluye zanjeo, encalichado, repello y pintura tipo trafico)	ml	1.240,00	560,00	694.400,00
	320	Construccion de anden de concreto de 3,000 PSI con arenillado integral y juntas frias a cada metro. Incluye formaletas	m2	1.860,00	200,00	372.000,00
	330	Conformacion de andenes con material selecto (Incluye relleno de hombros de cunetas y compactacion manual) 620 ML X 3 X 0.15 )	m3	280,00	87,00	24.360,00
	340	Formar reductores de velocidad con adoquines instalados (Ancho no menor de 0.60 m, incluye pintura tipo trafico y encalichado con mortero)	ml	30,00	130,00	3.900,00
	360	Viga de remate longitudinal de concreto de 3,000 PSI, dimensiones de 0.10m X 0.15m	ml	1.240,00	80,00	99.200,00
	370	Viga de remate transversal de concreto de 3,000 PSI, dimensiones de 0.15m X 0.30m	ml	45,00	250,00	11.250,00
		<b>SUB - TOTAL</b>				<b>C\$ 3.385.065,33</b>

ETAPA	SUB - ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT. C\$	COSTO DIRECTO C\$
<b>4 0 0</b>		<b>OBRAS MISCELANEAS Y DE MITIGACION</b>				<b>C\$ 33.600,00</b>
	4 1 0	Riego de calles con camion cisterna para evitar tolveneras	dia	5,00	3.000,00	15.000,00
	4 2 0	Marcacion de linea central de calle con pintura amarilla tipo trafico	ml	620,00	30,00	18.600,00
						-
						-
<b>5 0 0</b>		<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>				<b>C\$ 19.220,00</b>
	5 1 0	Limpieza final y entrega	m2	3.844,00	5,00	19.220,00
		<b>SUB - TOTAL</b>				<b>C\$ 52.820,00</b>
		<b>COSTO TOTAL DIRECTO</b>				<b>C\$ 3.437.885,33</b>
		<b>COSTO INDIRECTO</b>				<b>C\$ 171.894,27</b>
		<b>ADMINISTRACION</b>				<b>C\$ 180.488,98</b>
		<b>UTILIDADES</b>				<b>C\$ 189.513,43</b>
		<b>COSTO ANTES DE IMPUESTOS</b>				<b>C\$ 3.979.782,00</b>
		<b>I.V.A.</b>				<b>C\$ 596.967,30</b>
		<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>C\$ 4.576.749,30</b>

\* Estos precios son de octubre 2018.

Presentado por: Reynaldo José Salazar Sánchez.  
Mario Bojorge Sequeira.  
Ricardo José Centeno Largaespada.

Tutor: Ing. Ernesto Cuadra Cheves.