

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN- MANAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA**

*SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL*



TEMA:

‘‘Diseño de 1600 ML de adoquinado, ubicado en los barrios: anexo a la villa Victoria de julio, Antonio Mendoza y Rubén Ulloa; en el casco urbano de Tipitapa, municipio de Managua’’.

ELABORADO POR:

**BR. EDWIN OSMIN GALLEGOS GUERRERO.
BR. HERLI CONDEGA HERNANDEZ.
BR. JOSE RODOLFO ZAMORA URBINA.**

TUTOR: ING ERNESTO CUADRA CHEVEZ.

FECHA: 25 DE OCTUBRE DEL 2010.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a nuestro DIOS por JESUS; pues por medio de El he recapacitado en mi corazón y he decidido seguirle, además porque nos provee cada día de su gran amor y de su infinita misericordia.

Un profundo reconocimiento a la memoria de mi tía: Petrona Gallegos, y de mi abuelo: *Salvador Gallegos Ruíz,* que con su esfuerzo y dedicación me inspiraron a seguir estudiando.

Asímismo agradezco a mis padres: Josefa Guerrero y Ernesto Gallegos, por sus valiosos consejos y porque me enseñaron desde muy pequeño el valor de la vida.

A mí querido hermano: Rigoberto Acuña y su esposa: Johanna Reyes, quienes han sido para mí, fieles amigos y consejeros; además de ser un ejemplo a seguir.

A las maestras: Teresa Cabrera e Ivanía Jiménez, por su acentuado, sincero e incondicional apoyo.

A la comunidad de estudiantes cristiano de Nicaragua (CECNIC), porque de ellos recibí una amistad incomparable, y fueron además una fuente de bendición para crecer espiritualmente.

A mis hermanos: Rigoberto, Idalia, Carlos Omar, Milton, Norman, Daniel, Sayda, Oswaldo y Rommel.

A todos aquellos que anónimamente han contribuido para lograr esta victoria, mi más profundo y sincero agradecimiento.

Con todo amor en Cristo:

EDWIN OSMIN GALLEGOS GUERRERO.

DEDICATORIA

*Cristo es guía de mi vida,
Ya no hay nada que temer;
Nunca puedo yo dudarle,
Pues me sabe defender.
Paz, consuelo y vida eterna
Por la fe yo tengo en Él;
Y con él yo nada temo
Porque Cristo es guía fiel.*

Llegar al final de esta carrera, es para mí un gran triunfo, pero lo mejor es que he podido comprender que a lo largo de esta trayectoria de estudios hay alguien a quien debo muchos favores, debo la vida y debo lo que soy, y merece el primer lugar; este se llama JESUCRISTO, le agradezco y dedico esta victoria, por todo lo que ha hecho en mi vida, lo que hace y lo que va a hacer; a Él sea la gloria, honra y autoridad por los siglos de los siglos. AMEN.

*El profundo amor de Cristo
Es inmenso, sin igual;
Cual océanos sus ondas
En mí fluyen, gran caudal.
Me rodea y me protege
La corriente de su amor,
Siempre guiando, impulsando
Hacia el celeste hogar.*

EDWIN OSMIN GALLEGOS GUERRERO.

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro creador, quien nos da la guía y la fortaleza para seguir por el sendero de nuestras vidas.

A mi Madre: Marina Hernández González. Por darme su amor y dedicar su vida a realizar mi formación, además de apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos.

A mi Abuela: Rosa María González, quien me aconsejo y fue uno de mis grandes ejemplos de perseverancia y valentía

A mis Hermanos: Rosana Condega Hernández y Juan Manuel Hernández. por darme el ánimo de seguir adelante con su ejemplo.

A mis Tíos: Rafael Hernández, Domingo Hernández, José Luis González Barríos y Francisca Vanegas, por suplir el lugar de mi padre y darme el apoyo económico y moral para alcanzar mis metas.

A mis Amigos, por su ayuda y ejemplo para mí, en especial a: *Kenia Y. Barberena García, Ariadna K. Méndez Arvizú y Edwin O. Gallegos Guerrero*, por creer en mí y ser una de las bases que sostiene mis deseos de seguir adelante y tratar de ser cada día mejor tanto personal, como espiritual y profesionalmente.

A mis Maestros, quienes de muchas formas contribuyeron a mi formación personal y profesional y me apoyaron e instaron a tener un espíritu de perseverancia y competitividad.

HERLI CONDEGA HERNANDEZ

DEDICATORIA

A Dios nuestro creador, quien nos dio el conocimiento y nos presto vida para realizar nuestras metas

A mí Madre: Marina Hernández González. por apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos.

A mí Abuela: Rosa María González, que sigue siendo mi ejemplo y motivación de seguir adelante.

A mis Hermanos: Rosana Condega Hernández y Juan Manuel Hernández. Por demostrarme que todo se puede lograr con mucho esfuerzo y dedicación.

A mis Tíos: Rafael Hernández, Domingo Hernández, José Luis González Barríos y Francisca Vanegas, por contribuir en mi formación y ser parte de mi vida

A mis Amigos y colegas, que este documento les sirva como una guía para mejorar y contribuir al desarrollo de nuestro país.

HERLI CONDEGA HERNANDEZ.

EXTRACTO

TEMA:

“Diseño de 1600 ML de adoquinado, ubicado en los barrios: anexo a la villa Victoria de julio, Antonio Mendoza y Rubén Ulloa; en el casco urbano de Tipitapa, municipio de Managua”.

BR. EDWIN OSMIN GALLEGOS GUERRERO.

BR. HERLI CONDEGA HERNANDEZ.

BR. JOSE RODOLFO ZAMORA URBINA.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, 2010

EL PRESENTE SEMINARIO DE GRADUACION COMPRENDE A LO LARGO DE SU CONTENIDO, AREAS ESPECIFICAS DE LA INGENIERIA CIVIL, ENTRE LAS CUALES PODEMOS MENCIONAR: LA MECANICA DE SUELOS, HIDROLOGIA, GEOLOGIA, TRANSPORTES, TOPOGRAFIA, HIDRAULICA, ECONOMIA, Y ECOLOGIA, ENTRE OTRAS; PERO ESTAS SE HILVANAN CON EL OBJETIVO DE CREAR ESTE PROYECTO QUE CONTEMPLA EL ADOQUINADO DE 1600 ML DE CALLE EN EL MUNICIPIO DE TIPITAPA, EN EL DEPARTAMENTO DE MANAGUA.

PARA PODER FINALIZAR ESTE TROYECTO SE UTILIZARON PROGRAMAS COMPUTARIZADOS, Y ESTOS ADEMAS SE EMPLEARON PARA SIMPLIFICAR EL TRABAJO DE GABINETE, QUE TAMBIEN SE ANALIZO DE UNA FORMA PRECISA Y SEGURA; Y GRACIAS A ESTOS ANALISIS Y CON LA INFORMACION OBTENIDA EN EL CAMPO SE PROCESO OBTENIENDO RESULTADOS EXCELENTES. ENTRE LOS PROGRAMAS MÁS DESTACADOS FIGURAN: AUTO-CAD, MICROSOFT EXCEL, MICROSOFT WORD, ETC.

LOS RESULTADOS OBTENIDOS AL FINAL DE ESTA TESIS SE PUEDEN CLASIFICAR COMO BUENOS, EN PRIMER LUGAR PORQUE ESTAN EN EL MARGEN DEL DISEÑO YA ESTABLECIDO EN LAS NORMAS Y CRITERIOS CORRESPONDIENTES A ESTA MATERIA Y ESTOS PATRONES POSEEN CARACTERISTICAS SIMILARES ENTRE LOS CUALES ESTAN: (NORMAS AASHTO, NORMAS SIECA, NIC- 2000, ETC).

LOS RESULTADOS SE PUEDEN DIVIDIR POR AREAS:

ESTUDIO DE SUELOS: EN ESTE SE REALIZARON SONDEOS Y LUEGO SE ANALIZARON LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL LABORATORIO DE SUELOS

(IMS), Y ARROJO RESULTADOS QUE SATISFACEN LOS OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN.

DISEÑO GEOMETRICO: EN LO QUE REFIERE A ESTA AREA SE PUEDE AFIRMAR QUE SE TRATO DE APEGAR A LOS ESTATUTOS YA ESTABLECIDOS PARA ESTE TIPO DE ESTUDIOS Y SE LOGRO DETERMINAR QUE LA VIA FUNCIONARA PERFECTAMENTE A LO LARGO DE SU VIDA UTIL.

DISEÑO HIDRAULICO: COMO SE EXPONE EN EL CONTENIDO DE ESTA TESIS, SE HIZO UN ANALISIS RIGUROSO PARA PODER DETERMINAR LAS CONSECUENCIAS A LA CUAL ESTARA EXPUESTO EL PROYECTO; Y SE DEFINIERON LAS OBRAS SUFICIENTES PARA ALIVIAR Y DIRIGIR EL AGUA HACIA LOS PUNTOS ESTRATEGICOS, ENTRE LAS CUALES ESTAN, VADOS CUNETAS CANALES, ETC.

IMPACTO AMBIENTAL: ESTA ES UNA DE LAS MATERIAS MAS DIFICILES, POR QUE CON LAS ESTRATEGIAS PLANTEADAS SE ASEGURA UN FUTURO DEL PROYECTO CASI PERFECTO, PERO NUESTRA NATURALEZA NO ESTA PROGRAMADA PARA FUNCIONAR COMO EL HOMBRE LO DESEA, Y DE ESTA MANERA SURGEN SORPRESAS Y DESASTRES QUE PUEDEN DETERIORAR CUALQUIER OBRA VIAL, EN ESTE TRABAJO SE ESCUDRIÑO LAS ESTRATEGIAS MAS APROPIADAS PARA OBTENER UNA OBRA CONFIABLE Y NO DE GRAN IMPACTO PARA EL MEDIO AMBIENTE.

EN EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO SE LOGRO COMPRENDER MAS A FONDO LAS APLICACIONES DE LA INGENIERIA, Y ESTA CONCLUSION PARTE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS, PUESTO QUE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN CONJUNTO CON LA INFORMACION INDAGADA DIERON COMO LOGRO UN PROYECTO BASADO EN ANALISIS, CALCULOS, DISEÑO, Y QUE ADEMAS SATISFACE NUESTROS OBJETIVOS COMO ESTUDIANTES.

INDICE

CONTENIDO	Nº DE PÁGINA
ASPECTOS GENERALES	1 - 8
Introducción-----	2
Antecedentes-----	3
Justificación-----	5
Objetivos-----	8
Objetivo general-----	8
Objetivos específicos-----	8
CAPITULO I: CARACTERÍSTICAS Y GENERALIDADES DEL MUNICIPIO	9 - 14
1.1 Reseña histórica-----	10
1.2 Organización territorial-----	10
1.3 Uso potencial del suelo-----	12
1.4 Infraestructura socioeconómica-----	12
1.4.1 Transporte y vías de acceso-----	12
1.4.2 Telecomunicaciones-----	13
1.4.3 Energía eléctrica-----	13
1.4.4 Educación-----	13
1.4.5 Actividad económica-----	14
CAPITULO II: GENERALIDADES SOBRE PAVIMENTOS DE ADOQUINES	15 - 26
2.1 Tipos de pavimentos-----	16
2.2 Reseña histórica-----	16
2.3 Aplicaciones de los pavimentos-----	17
2.4 Ventajas-----	18
2.5 Limitaciones-----	21
2.6 Comportamiento estructural-----	22
2.7 Características de la superficie-----	23
2.7.1 componentes-----	23
2.8 proceso constructivo-----	26
CAPITULO III: ESTUDIOS TECNICOS	30 - 125
3.1 Estudio de transito-----	31
3.1.1 Determinación del nivel de servicio-----	33
3.1.1.1 volumen y clasificación-----	33
3.1.1.2 procesamientos y datos de campo-----	36
3.1.1.3 cálculos del tráfico promedio diario anual-----	37
3.2 Estudios topográficos-----	40
3.2.1 topografía-----	40
3.2.2 poligonal de estudio-----	41
3.2.3 Metodología usada en los estudios topográficos-----	43
3.2.4 Normas generales para el alineamiento horizontal-----	43
3.2.5 Normas generales para el alineamiento vertical-----	47
3.2.6 Coordinación de los alineamientos horizontal y vertical.	
3.2.7 Trazado en planta. -----	49
3.2.7.1 métodos del compas-----	50
3.2.8 Trazado en perfil. -----	50
3.2.8.1 Definición de la subrasante -----	51
3.2.9 Estudio de la línea de pendiente uniforme. -----	53
3.2.10 estudio de rasante-----	53
3.2.11 Coordinación entre la alineación en planta y en perfil de la rasante-----	53
3.2.12 Levantamiento de un perfil longitudinal y secciones Transversales-----	56
3.2.12.1 Secciones transversales y perfil longitudinal. -----	56
3.2.12.2 Determinación de perfil longitudinal y secciones Transversales 56	
3.2.13 Levantamiento topográfico-----	57
3.2.13.1 levantamiento planimetrico -----	58
3.2.14 Datos de campo obtenidos en el levantamiento-----	60
3.2.14.1 planimetría-----	60
3.2.14.2 verificación del control vertical-----	63

3.2.15 Metodología del proceso de datos topográficos	74
3.3 Estudio de suelos	75
3.3.1 Tipos de sondeo	75
3.3.2 CBR de diseño	76
3.3.2.1 Generalidades	76
3.3.2.2 Ensayo de C.B.R.	77
3.3.2.3 Equipo necesario	79
3.3.2.4 Razón de Soporte (CBR)	79
3.3.3 Método de clasificación de suelos	83
3.3.3.1 clasificación de suelos	83
3.4 Estudio hidrológico	86
3.4.1 Metodología utilizada para el diseño	86
3.4.2 Método Racional	87
3.4.2.1 Criterios de diseños hidráulicos	87
3.4.2.1.1 Intensidad de la Lluvia (I)	87
3.4.2.1.2 Tiempo de Concentración (Tc)	88
3.4.2.1.3 Coeficiente de Escorrentía	88
3.4.2.1.4 Áreas de Drenaje (A)	89
3.5 Estudio de impacto ambiental	90
3.5.1 Localización geográfica y descripción general del proyecto	90
3.5.1.1 Localización geográfica	91
3.5.1.2 Descripción Técnica del Proyecto	92
3.5.2 Descripción del medio ambiente	93
3.5.2.1 Medio Físico	93
3.5.2.1.1 Macro localización	93
3.5.2.1.2 Geología y Geomorfología	94
3.5.2.1.1 Geología	94
3.5.2.1.2 Geomorfología	94
3.5.2.1.3 Suelo	95
3.5.2.1.4 Red Hídrica	96
3.5.2.1.5 Hidrogeología	96
3.5.2.1.6 Clima	97
3.5.2.1.7 Amenazas Sísmicas	98
3.5.2.1.8 Amenaza de Huracanes	100
3.5.2.2 Medio Biótico	101
3.5.2.2.1 Vegetación	101
3.5.2.3 Medio socioeconómico	102
3.5.2.3.1 Reseña Histórica	102
3.5.2.3.2 Población	103
3.5.2.3.2.1 Población económicamente Activa	104
3.5.2.3.3 Equipamiento social	105
3.5.2.3.3.1 Educación	105
3.5.2.3.3.2 Agua potable	105
3.5.2.3.3.3 Energía Eléctrica	106
3.5.2.3.3.4 Cobertura Telefónica	106
3.5.2.3.3.5 Cobertura del Transporte	106
3.5.2.3.3.6 Entidades en el Municipio	107
3.5.2.3.3.7 Economía	107
3.5.3 Identificación y valoración de impactos	108
3.5.3.1 Descripción de la evaluación de impactos en el medio físico	108
3.5.3.1.1 Geología y geomorfología	109
3.5.3.1.2 Suelo	110
3.5.3.1.3 Agua	112
3.5.3.1.4 Clima y Amenazas Naturales	113
3.5.3.1.5 Paisaje	114
3.5.3.2 Descripción de la evaluación de impactos en el medio Biótico	115
3.5.3.2.1 Vegetación	115
3.5.3.2.2 fauna	116
3.5.3.3 Descripción de la evaluación de impactos en el medio Perceptual y socioeconómico	117
3.5.3.3.1 Equipamiento social, usos del suelo, Afecciones a la población	117
3.5.4 Programa de gestión ambiental	119
3.5.4.1 Objetivos	120
3.5.4.2 Estrategia	120
3.5.4.3 importantes actores	122
3.5.4.4 Plan de implantación de las medidas ambientales	122
3.5.4.4.1 Fase de pre construcción	123
3.5.4.4.2 Lineamientos generales para la implantación del	

Sub Plan de Seguridad e higiene laboral-----	124
3.5.4.4.3 Lineamientos generales para botaderos- y fuente de agua-----	124
3.5.4.5 Plan de Gestión Social.-----	124
3.5.4.5.1 Desarrollo del plan de Gestión Social-----	125
3.5.4.6 Plan de Seguimiento Ambiental.-----	125

CAPÍTULO IV DISEÑO GEOMETRICO

126 - 173

4.1 Diseño geométrico-----127

4.1.1 Método de diseño geométrico-----	127
4.1.1.1 Factores de Localización de Carreteras-----	127
4.1.2 características de la clasificación de las carreteras-----	129
4.1.3 Capacidad y clasificación de las carreteras-----	131
4.1.3.1 elementos que se consideran en la clasificación funcional de carreteras-----	131
4.1.3.2 ventajas de la clasificación funcional-----	132
4.1.3.3 tipos de clasificación usadas en Nicaragua-----	132
4.1.4 Criterios y normas para el diseño geométrico-----	134
4.1.4.1 Velocidad de diseño-----	135
4.1.4.2 Ancho del carril y superficie de pavimentos.-----	136
4.1.4.3 Distancia de visibilidad-----	138
4.1.5 Criterios para la determinación de la rasante-----	143
4.1.6 Diseño de curvas.-----	146
4.1.6.1 curvas horizontales.-----	146
4.1.6.1.1 curvas circulares simples. -----	146
4.1.6.1.1.1 elementos de una curva circular-----	147
4.1.6.2 curvas verticales-----	149
4.1.6.2.1 curvas verticales simétricas.-----	149
4.1.6.2.2 Curvas verticales asimétricas-----	152
4.1.7 Memoria de cálculo para el diseño geométrico-----	154

4.2 Diseño de espesor de pavimento.-----155

4.2.1 Método para el diseño estructural de pavimentos-----	155
4.2.2 Tipos de tránsito para el dimensionamiento.-----	159
4.2.2.1 Las clases de tránsito.-----	159
4.2.3 Normas criterios y especificaciones de diseño para los elementos que integran los pavimentos de adoquines-----	160
4.2.4 Consideraciones constructivas y criterios a seguir durante la colocación de espesores de pavimento-----	161
4.2.5 Diseño de espesores-----	161

4.3 Diseño hidráulico-----163

4.3.1 Calculo de caudal de diseño-----	163
4.3.2 Memoria de cálculo-----	166
4.3.2.1 Diseño de secciones hidráulicas-----	167
4.3.2.1.1 Fórmula de Manning-----	167
4.3.2.1.2 Cálculos de vados-----	171
4.3.3 obras propuestas-----	173

CAPITULO V: ESTIMACIONES DE OBRAS Y COSTOS DIRECTOS-----175

CONCLUSIONES-----176

BIBLIOGRAFÍA-----185

ANEXO-----186

ASPECTOS GENERALES

INTRODUCCION

El desarrollo de nuestro país se basa en elementos fundamentales, como: agricultura industria, ganadería, comercio, turismo, etc. Pero el factor determinante entre estos es el sistema nacional de transporte es decir: transporte terrestre, transporte aéreo, transporte marítimo, etc. el cual es el enlace principal para el desarrollo de la sociedad.

En Nicaragua el transporte terrestre es el más utilizado por la población, y debido al aumento de la movilización de vehículos con motores más potentes por las vías, obliga a la modernización de la infraestructura vial, permitiendo un tránsito más seguro y eficiente.

El incremento de la red vial está vinculado directamente con la economía de nuestro país, pues su papel es primordial en las actividades que se realizan a diario en los diferentes sectores que aportan a la economía nacional.

Actualmente la construcción de nuevas vías de comunicación, rehabilitación de carreteras y mejoras de los caminos ya existentes debe ser una necesidad para los gobiernos, ya que constituyen un componente fundamental para el bienestar y desarrollo de la sociedad, además su diseño debe adoptar las condiciones necesarias para obtener una obra de calidad; cumpliéndose en el todos los principios y normas correspondientes al diseño de carreteras.

El presente trabajo denominado “Diseño de 1600 ML de calle, ubicados en los barrios: Anexo la Villa Rubén Ulloa, Villa Victoria de Julio y Antonio Mendoza localizados en el casco urbano de Tipitapa, municipio de Managua”. Muestra en su contenido los estudios, métodos y normas aplicables para elaborar: el diseño geométrico de la vía, diseño hidráulico y de la estructura de pavimento, tomando en cuenta las especificaciones correspondientes al diseño de carreteras en Nicaragua.

ANTECEDENTES

El ser humano desde la antigüedad ha venido modernizando los medios de comunicación. Tal es el caso que en la actualidad poseemos tres principales: terrestre, aéreo y marítimo; pero el que más sobresale históricamente entre estos es el transporte terrestre.

Históricamente en Nicaragua, el transporte terrestre por carreteras ha sido el principal medio de locomoción de bienes y personas, desde sus orígenes hacia los distintos destinos, ya sean estos laborales, productivos o los mercados de consumo a nivel interno del país o fuera de las fronteras nacionales.

En Nicaragua sin lugar a dudas las vías terrestres son las que se encargan de facilitar la comunicación, el comercio, movilización de turistas, etc. y estas actividades son las que alimentan la economía de nuestro país, en pocas palabras si el sistema de transporte es eficiente los ingresos son mayores.

Este hecho evidencia claramente la importancia estratégica que tiene este sistema de transporte en la economía y sociedad nicaragüense, dada su versatilidad de penetrar hasta los centros de producción, los mercados locales y los principales centros laborales, además que por ser el único medio terrestre de transporte, mueve a las grandes mayorías.

En la actualidad y según resultados del PNT (plan nacional de transporte) – 2000, la industria del transporte está desorganizada y con muchos problemas operacionales que repercuten en la calidad del servicio a los usuarios.

La mayoría de la carga nacional destinada a los mercados de consumo, a las industrias y puertos del país se moviliza en camiones, pero según los resultados del Plan Nacional de Transporte, esta actividad se realiza de forma fraccionada y con mucha deficiencia. Esta deficiencia se ve reflejada en la cantidad de camiones que circulan vacíos por las carreteras los que duplican los costos de operación y los costos de transporte.

Por otro lado el transporte público de pasajeros, adolece de una estrategia tendiente a mejorar la oferta disponible y a potenciar los recursos con que se cuenta. La gran cantidad de rutas existentes sobre los mismos corredores, incrementa el paralelismo, duplica y en ocasiones hasta triplica este paralelismo de rutas, haciendo que el esfuerzo no tenga el mejor resultado, producto de la gran competencia que provoca la inseguridad de los usuarios de este servicio, principalmente en las rutas.

Otro problema íntimamente ligado a este aspecto, es que el país requiere que se importen mayores volúmenes de combustibles, con todos los problemas económicos, sociales y ambientales que están asociados a ellos, por lo cual se deben tomar acciones tendientes a mejorar esta situación y que impliquen menores esfuerzos y mayor eficiencia en la transportación de mercancías y personas.

Todo ello ha permitido un crecimiento vehicular que han experimentado las carreteras de Nicaragua, se espera que se incremente aún mas; producto de la implementación a partir de la entrada en vigencia y la consolidación de tratados Comerciales con países latinoamericanos.

Este Crecimiento vehicular ha sido contabilizado por la red de Estación del Sistema Administración de Pavimento (SAP) desde el año 1996, que administra el MTI ¹.

Tipitapa es un municipio donde el comercio es el principal generador de empleos, y es acá donde las vías de comunicación juegan el papel más importante pues se facilita el transporte entre barrios aledaños y de esta manera importar los productos de manera más rápida; especialmente en la épocas de invierno, ya que los caminos se deterioran y se forman charcas y baches que afectan la movilización.

1: Ministerio de Transporte e Infraestructura

JUSTIFICACIÓN

La elaboración de esta tesis contempla como objetivo principal, mostrar un proyecto de adoquinado en el casco urbano del municipio de Tipitapa, destacando la importancia que tienen las vías de comunicación en especial las urbanas; pues son estas las que conectan las vías principales de cada municipio o departamento.

Cabe destacar que los tramos de estudio están comprendidos en tres barrios, y surge a partir de la necesidad de mejorar las condiciones de circulación vehicular, asimismo eliminar las aguas negras existentes sobre las vías acceso, de igual modo disminuir el riesgo de enfermedades en la población, y conducir adecuadamente las aguas pluviales en las vías, y el aspecto más importante; el de mejorar el nivel de vida de sus habitantes.

La Vía en estudio, está comprendida en el casco urbano de la ciudad de Tipitapa ubicada sobre un camino de topografía plana, siguiendo en dirección noreste, pasando por los poblados de tres barrios.

Con la implementación del proyecto se pretende reducir los tiempos de viajes, los costos de operación vehicular y por consiguiente los costos de producción, ya que permitirá el acceso de los productos de consumo más rápidamente a los mercados de Tipitapa y Managua con mayor rapidez y seguridad, integrando también el Municipio de Tipitapa con las zonas del Norte de Nicaragua y resto del país, a través de esta vía.

El adoquinamiento del camino, le abrirá una nueva perspectiva para el desarrollo económico, productivo y turístico a las comunidades asociadas al a este municipio, imprimiéndoles una nueva y emprendedora actividad productiva, económica y social que le facilitará el desarrollo en todos sus órdenes, mejorando la calidad de vida de los pobladores de las comunidades localizadas en los sectores aledaños a ella, lo cual la reviste de una gran importancia a la sociedades asentadas a lo largo de la vía y dentro de su área de influencia integrándolos de forma expedita a la economía regional; de forma que este corredor sirva como otra alternativa para los desplazamientos de los

pobladores y bienes que se generan o atraen, formando parte de las facilidades de la vía y que por su localización la transforma en una vía estratégica para la interconexión entre las poblaciones del Municipio de Tipitapa y la red principal y ésta a su vez con la carretera Panamericana, permitiendo ahorros sustanciales de tiempo, distancia de viaje, costos de operación vehicular, de transporte y reduciendo los riesgos de accidentes de tránsito para el transporte vehicular en su conjunto.

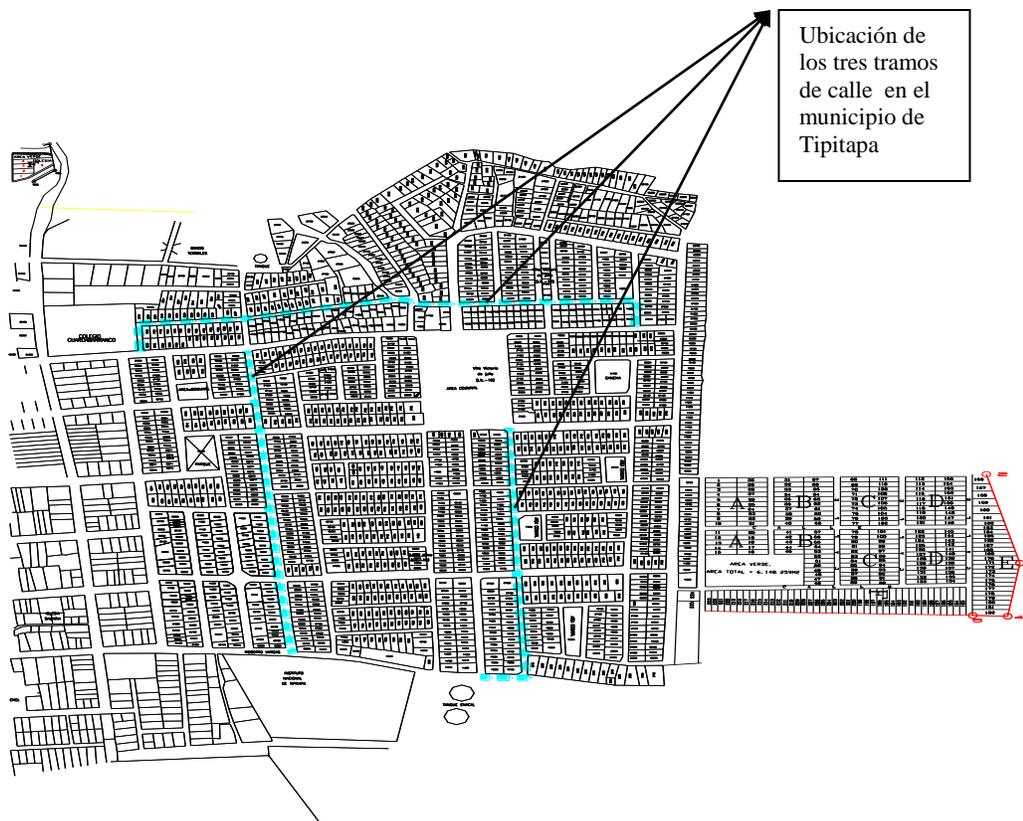
Este Estudio se cimenta, en la información primaria que se obtuvo directamente en los estudios de campo (conteos de tráfico realizados y estudios de velocidades), así como la información secundaria (las estadísticas históricas de los Conteos Volumétricos de Tráfico del Sistema de Administración de Pavimentos SAP, de la División General de Planificación - DGP del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), cuyos factores de expansión y desestacionalización, serán utilizados para determinar el tráfico actual, para el cálculo del tráfico desarrollado, el Plan Nacional de Transporte PNT – 2000 y el Plan de Reducción de la Pobreza, que desarrolla el gobierno de Nicaragua, a fin de determinar los volúmenes de tráfico que circularán por el Proyecto, tanto el Tráfico desviado, como el Desarrollado, que de forma conjunta constituirán el Tráfico Total de la Carretera.

Los tramos en estudios presentan un derecho de vía limitado pues según el levantamiento es de 5.50m (**anexo, plano**), además un flujo vehicular totalmente negativo; pues a pesar de ser vías principales la movilización de automóviles esta en un promedio de 221 vehículos por día¹, esto debido a las condiciones físicas de la superficie de rodamiento, la inseguridad ciudadana, accidentes en épocas de invierno y sumado a estos tenemos la circulación de aguas negras por la superficie.

Como estudiantes pretendemos poder estudiar y comprender más a fondo tanto el diseño como la construcción, para poder realizar más estudios y pruebas que puedan dar un mayor desarrollo a la tecnología en la construcción de vías de comunicación en nuestro país.

1: TPDA (buscar estudio de transito),

Figura 1.1. Mapa de ubicación de los tres tramos de calle, casco urbano de Tipitapa.



OBJETIVOS

Objetivo general:

- ✦ Diseñar 1600 ML de calle, ubicados en el casco urbano del municipio de Tipitapa.

Objetivos específicos:

- ✦ Determinar las propiedades físico-químicas del suelo existente en los tramos de estudio asimismo del banco de préstamo (el basurero).
- ✦ Elaborar el diseño geométrico de los tramos de calle.
- ✦ Diseñar la estructura de la capa de pavimento¹.
- ✦ Realizar el análisis hidrológico correspondiente a la cuenca ubicada en los tramos en estudio.
- ✦ Realizar una estimación de los costos directos del proyecto.
- ✦ Evaluar el impacto ambiental provocado por el proyecto 1600 ML de calle, ubicado en el municipio de Tipitapa.

1: capítulo 2; generalidades de pavimentos de adoquines; pág. 15

CAPITULO I: CARACTERÍSTICAS Y GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

Tipitapa es un municipio que se encuentra ubicado a 22 km del departamento de Managua, entre las coordenadas 12° 11´ latitud norte y 86° 05´ longitud oeste. Con una altitud de 50.44 m.s.n.m, un área de 975.17 kms² y una densidad poblacional de 112.2 hab. /km². (*)

1.1 Reseña histórica

Los primeros pobladores del territorio fueron los Chorotegas, por su ubicación geográfica eran conocidos con los nombres de Dirianes y Nagrandanos. Los Dirianes tenían como principales poblaciones: Jalteva, Diriomo, Niquinohomo, Jinotepe, Diriamba, Masatepe, Masaya, Nindirí, Managua, TIPITAPA y Mateare.

En este territorio, los antiguos pobladores estaban sujetos a la autoridad del cacique TIPITAPA, que residía en un poblado que tenía el mismo nombre.

La primitiva ciudad de TIPITAPA estuvo asentada en un paraje ubicado hacia el sector suroeste de la actual población. TIPITAPA fue entonces una de las zonas de la antigua población de Managua.

Existen dos versiones en relación al origen del nombre de TIPITAPA, la primera indica que es de origen mejicano y significa: Telt, piedra; petlat, estera o petate y pan, adverbio de lugar; es decir, "Lugar de los petates de piedra".

1.2 Organización territorial

El municipio está dividido en los sectores urbano y rural. El sector urbano se encuentra dividido en ocho barrios, cinco barrios de la periferia y siete asentamientos.

(*): Registro de la alcaldía municipal de tipitapa; www.google.com

Barrios del Sector urbano

- ✓ Noel Morales
- ✓ Francisco Rojas
- ✓ Orontes Centeno
- ✓ Yuri Ordoñez
- ✓ Villa Victoria de julio
- ✓ Roberto Vargas
- ✓ Juan Castro
- ✓ A. César Sandino

Barrios de la periferia urbana

- ✓ Ciudadela
- ✓ San Martín
- ✓ Camilo Ortega
- ✓ San Luis
- ✓ Zambrano
- ✓ San Juan de la Plywood.

Asentamientos urbanos

- ✓ Gaspar García Laviana o Tangará
- ✓ Aleyda Delgado
- ✓ Los Trejos
- ✓ Pedro J. Chamorro No. 2
- ✓ Antonio Mendoza
- ✓ Una Vivienda Digna P / Maestro
- ✓ El Chaparral.
- ✓ Loma de Esquipula.

Área rural

La zona rural del municipio está compuesta por tres comarcas, que a la vez se subdividen en doce comunidades.

- ✓ La Comarca Las Banderas compuesta por 12 comunidades entre las que se destacan, Las Banderas, La Empanada, El Brasil, Colama y La Luz.
- ✓ La comarca del Empalme San Benito, se subdivide en seis comunidades que son, Empalme San Benito, Quebrada Honda, Ulises Tapia Roa, Los Roques, Los Novios y San Benito Agrícola.

- ✓ La Comarca Las Maderas cuenta con las siguientes comunidades, Las Maderas, Mesas de Acicaya, Cuesta del Coyol, Mesas de la Flor, Cerro Pando, La Pita, Las Lajas, El Madroño, La Palma, San Blas, El Naranjo, Cacalotepe y Las Avellanas.

1.3 Uso potencial del suelo

La vegetación del municipio varía según sus zonas, en la zona norte la vegetación es esencialmente de matorral bajo. El uso potencial del suelo es para ganadería de carácter extensivo y de cultivos de pastos para la protección de los suelos y árboles con fines energéticos.

La vegetación de la zona central o noreste ha sido sustituida por cultivos anuales, el suelo es apto para cultivos de caña de azúcar, ajonjolí, sorgo y ganadería tecnificada.

La zona sur conserva la mayor parte de la vegetación del municipio, predominan árboles perennes y arbustos, los suelos son propios para el cultivo del maíz, yuca, sorgo, ajonjolí y la crianza de ganado, así como los cultivos de musáceas.

Entre los problemas de medio ambiente más serios que enfrenta el municipio encontramos el despalde indiscriminado que se realiza por parte de comercializadores de leña, razón por la que se hace necesario impulsar proyectos de reforestación que mejoren las condiciones del ambiente y que a su vez protejan las especies de flora y fauna del municipio que se encuentran en peligro de extinción

1.4 Infraestructura socioeconómica

1.4.1 Transporte

El municipio de TIPITAPA presta servicio colectivo de seis rutas con un Promedio de 50 unidades, estas parten de la cabecera municipal cada cinco Minutos. Las rutas

comunican al municipio con Managua, León, Chinandega, Carazo, Masaya, Rivas y Granada. El municipio en la cabecera municipal cuenta con una terminal de buses.

A nivel local existen cooperativas de transporte que cubren las rutas hacia otras regiones del país y a nivel local. En este sentido la población a nivel interno utiliza el servicio de taxis, camionetas y otros.

1.4.2 Energía Eléctrica

El municipio cuenta con el servicio público de energía domiciliar con la administración a cargo de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL).

El servicio de energía domiciliar se presta en 4,516 viviendas del municipio con una cobertura del 32%, el servicio existe principalmente en los sectores urbanos del municipio y en las cabeceras comarcales.

Con relación al servicio de alumbrado público existe principalmente en el casco urbano, en la mayoría de las comunidades no existe este servicio.

1.4.3 Telecomunicaciones

El municipio cuenta con una sucursal de la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones (ENITEL), brinda servicio postal, telegráfico, mensajería, servicio de correo y llamadas internacionales.

El servicio telefónico domiciliar presta atención a 150 abonados diseminados en el sector urbano de TIPITAPA.

1.4.4 Educación

Está constituido por 112 centros educativos:

- 68 escuelas primarias
- 7 secundarias
- 37 preescolares

Existe un colegio de secundaria, uno de primaria y una escuela de comercio que son propiedad privada.

Los centros educativos cuentan con 46 aulas de preescolar, 263 aulas para primaria y 71 en secundaria. El personal docente del municipio lo componen 582 maestros distribuidos en: 45 profesores de preescolar, 392 en primaria y 141 en secundaria.

La población estudiantil de municipio es de aproximadamente 22,502 alumnos: 1862 en preescolar, 16,795 en primaria y 3845 estudiantes de secundaria.

1.4.5 Actividades Económicas

Durante la década de los 70 y 80', el municipio se destacó por contar con un fuerte sector ganadero, se estableció como zona de desarrollo ganadero debido a la cercanía del agua y buenos pastizales. Dentro de la agricultura los principales cultivos eran el algodón, caña de azúcar, sorgo, ajonjolí, maíz, frijoles y hortalizas. Los primeros años de la década de los 90, significaron un descenso en los niveles productivos y en el aprovechamiento de la tierra de la jurisdicción.

Sector pecuario

El municipio cuenta con 5,000 cabezas de ganado destinadas mayormente a la producción de carne.

Sector Industrias:

INDUMETASA

AVICOLA LA ESTRELLA

ALTISA

PLYWOOD

ACEITERA CHILAMATILLO

AGROINSA

MADESA

AVICOLA TAMI

HUGO AREVALO

PEDRERA

QUIMICA BORDEN

INSECSA

PROINCASA

PROINCO

INDEGRASA

CAPITULO II: GENERALIDADES SOBRE PAVIMENTOS DE ADOQUINES

Un pavimento es una estructura compuesta por varias capas de diferentes materiales (generalmente terracería, sub-base, base y capa de rodadura), que se construyen sobre terreno natural aumentando el soporte, para que personas, animales y principalmente vehículos, circulen sobre ellos, en cualquier época del año, de manera segura, cómoda y económica.

Los materiales se escogen según su costo y disponibilidad y mientras más superficiales sean ubicados en el pavimento, su resistencia debe ser mayor, así la capa superior es la que está en contacto directo con el tránsito y debe poseer las mejores características de las capas que conforman la estructura.

2.1 Tipos de pavimentos

Los pavimentos se nombran de acuerdo a su comportamiento como rígido, semi-rígido y flexible, o según el material utilizado en su capa de rodadura como:

2.2 Reseña histórica

La aparición de los pavimentos se debió a la necesidad del hombre de tener vías de transporte durables, que permitieran el desplazamiento rápido y seguro, sobre todo en aquellas épocas del año en que los fenómenos naturales imposibilitaban el tránsito.

Primeros Adoquinados

La historia de los pavimentos de adoquín se da con la aparición de los primeros pavimentos construidos, con superficie limpia y duradera, en el año 3000 AC. Con la construcción en Creta de pisos de piedra seccionadas con juntas selladas con algún tipo de aglomerante natural o tierra esto se conoce con el nombre de empedrado y podría considerarse el “ancestro” más antiguo de los pavimentos de adoquín. Con el desarrollo de las técnicas de construcción, en el año 500 AC, en Roma se construyen los primeros pavimentos con bases granulares y rodadura de piedra

Con el refinamiento de los carros de tracción animal, se hizo necesaria una superficie de rodadura más continua que permitiera un tránsito más cómodo; para lograr esto, se abandonó la práctica de colocar las piedras en estado natural y se inició con el tallado de las piedras en forma de bloque, para lograr un mejor ajuste entre ellas.

Puede decirse que con esto aparece el primer pavimento de adoquines, pues la palabra española “adoquín” proviene del árabe *ad-dukkân* que significa “piedra escuadrada” o “piedra labrada”. El labrado de la piedra continuó hasta inicios del siglo XIX y el hecho de que muchos de los caminos fabricados de esta forma aún continúan en buen estado y en servicio, es prueba irrefutable de su durabilidad y buen comportamiento

Si bien la pavimentación con bloques de madera se abandonó muy rápido, en Europa se construyeron grandes extensiones de pavimentos de adoquines de arcilla cocida, con resultados aceptables con excepción del desgaste acelerado de las piezas.

Posterior a la II Guerra Mundial, en Alemania y los Países Bajos se reemplazó el adoquín de arcilla por adoquines de concreto fabricados en moldes individuales, mostrando grandes ventajas sobre los fabricados con arcilla, sobre todo en la resistencia a la abrasión y por ende a la durabilidad de los pavimentos.

2.3 Aplicaciones de los pavimentos

Los pavimentos de adoquines de concreto tienen un rango de aplicación casi tan amplio como el de los otros tipos de pavimentos. Se pueden utilizar en andenes, zonas peatonales y plazas, donde el tráfico es básicamente peatonal; en vías internas de urbanizaciones, calles y avenidas, con tráfico vehicular que puede ir desde unos cuantos vehículos livianos, hasta gran número de vehículos pesados; en zonas de carga, patios de puertos, plataformas de aeropuertos y zonas donde se tienen cargas muy altas e inclusive tráfico de vehículos montados sobre orugas. Este

rango amplio de aplicaciones implica la necesidad de formular diseños diferentes para la estructura del pavimento según el tipo de tráfico que va a soportar y las características del suelo sobre el cual se va a construir, con variaciones en el espesor de los adoquines y en el material y espesor de la base. Este diseño se puede elaborar con métodos apropiados que garantizan el buen desempeño y durabilidad del pavimento, lo que se refuerza con unos adecuados procedimientos y controles durante la construcción.

2.4 Ventajas de los pavimentos de adoquines

Los pavimentos de adoquines poseen unas características particulares que se traducen en ventajas, sobre los otros tipos de pavimento, en varios aspectos específicos:

Ventajas debido al proceso de construcción:

Los adoquines que conforman la capa de rodadura son elementos prefabricados que llegan listos al lugar de la obra; por lo tanto su calidad se controla en fábrica.

La construcción de la capa de rodadura involucra, además de la colocación de los adoquines, el llenado de las juntas y la compactación de la capa terminada. Sin embargo el de adoquines es un pavimento de muy fácil terminado, donde no intervienen procesos térmicos ni químicos, ni períodos de espera. Debido a la sencillez del proceso constructivo, toda la estructura del pavimento se puede construir y dar al servicio en un mismo día, por lo cual las interrupciones en el tráfico son mínimas y se logran economías en tiempo, equipos, materiales, costos financieros y sociales; además, como se trabaja con pequeñas zonas a la vez, cualquier área se puede adoquinar por etapas con lo cual no se altera ninguna economía de escala, cosa que sí ocurriría con otros tipos de pavimento; esto resulta especialmente útil para la pavimentación de unas cuantas vías cuando no se dispone de los recursos completos para acometer un plan a gran escala; se puede, por lo tanto, adoquinar en varias etapas, a medida que se vayan produciendo las piezas o

se obtengan los recursos. Todos los procesos que intervienen en la construcción son sencillos y requieren de la utilización de poca maquinaria. Como la labor de colocación de las piezas es fundamentalmente artesanal, se utiliza mano de obra, que, según se organice el proceso constructivo, se puede multiplicar al crear varias frentes de trabajo simultáneamente. Como los adoquines son piezas pequeñas que no están unidas rígidamente unas con otras el pavimento de adoquines se adapta a cualquier variación en el alineamiento horizontal o vertical de la vía sin necesidad de elaborar juntas de construcción.

Ventajas debido al manejo del pavimento:

La capa de rodadura es quizá el elemento más costoso de cualquier pavimento. Cuando se presenta una falla en los pavimentos o cuando hay que instalar o reparar las redes de servicios que van enterrados por la vía es indispensable retirar, y con esto destruir, las distintas capas del pavimento. Cuando se tiene un pavimento de adoquines la capa de rodadura es recuperable, pues como no van pegados unos con otros se pueden retirar y almacenar ordenadamente para reutilizarlos luego, en el mismo o en otro lugar, para la construcción de un nuevo pavimento. Esta propiedad es la que hace que el pavimento de adoquines sea especial, pues se puede reparar fácilmente y por lo tanto resulta ideal para pavimentar aquellas vías que aún no tengan completas las redes de servicios. El mantenimiento de los pavimentos de adoquines es muy simple. Además de la reparación de las zonas que por problemas constructivos puedan presentar algún hundimiento, el pavimento de adoquines sólo requiere que se le retire la vegetación que pueda aparecer dentro de las juntas, en aquellas zonas abandonadas o por donde no exista tráfico permanente, y del llenado, mediante barrido de arena fina, de las juntas que se hayan vaciado. Nunca requiere de sobrecapas para mantener un buen nivel de servicio.

Ventajas debido a su apariencia:

Por estar conformado por muchas piezas iguales el pavimento de adoquines induce un cierto sentido de orden en la vía. Además la existencia de las juntas entre los adoquines elimina la monotonía que presenta la superficie continua de los otros pavimentos.

Los adoquines se pueden fabricar de diferentes colores, adicionando colorantes minerales a la mezcla y utilizando cemento gris o cemento blanco. Con algunos adoquines de color diferente al del resto, se pueden incorporar en la superficie del pavimento señales y demarcaciones tan duraderas como éste, pero que a la vez pueden ser removidas fácilmente; se pueden colorear zonas para diferenciar su utilización o incorporar dibujos decorativos.

Ventajas relativas a la seguridad:

Los pavimentos de adoquines se prestan para incorporar señales, o se pueden colocar en medio de otros pavimentos sirviendo como zonas de aviso para disminución de velocidad o zonas permanentes de velocidad restringida. Además, por su rugosidad, los pavimentos de adoquines tienen una distancia de frenado menor que otros tipos de pavimentos, lo que se traduce en seguridad tanto para los peatones como para quienes se desplazan en los vehículos.

Ventajas relativas a la durabilidad:

La calidad que se le exige a los adoquines de concreto garantiza su durabilidad, de manera que sean resistentes a la abrasión del tráfico de llantas, a la acción de la intemperie y al derrame de combustibles y aceites, lo que los hace ideales para la pavimentación de estacionamientos, estaciones de servicio, patios industriales, etc. Un adoquín, como tal, tiene una vida casi ilimitada. Aunque la estructura del pavimento puede sufrir algún deterioro después de estar en servicio por 20 o más años, con una reparación menor el pavimento de adoquines puede alcanzar una vida

útil de 40 años y los adoquines estar todavía en condiciones de servir por muchos más.

Ventajas relativas al costo de construcción:

La construcción de un pavimento de adoquines no requiere de mano de obra especializada. Para la fabricación de los adoquines y para la compactación del pavimento se utiliza maquinaria de la cual existe producción nacional de buena calidad y rendimiento.

Los materiales que se requieren para su construcción se consiguen en cualquier lugar del país y no consume derivados del petróleo.

La competencia con otros tipos de pavimentos, desde el punto de vista de los costos, se debe plantear siempre, entre alternativas equivalentes, para unas determinadas condiciones locales de precios y disponibilidad de materiales y servicios. Nunca se debe generalizar.

El pavimento de adoquines de concreto, en la ciudad, resulta especialmente competitivo en vías de tráfico liviano y medio, donde pueden tener un costo inicial similar o inferior al de un pavimento equivalente de asfalto, aun sin tener en cuenta las ventajas adicionales ya enumeradas para el pavimento de adoquines; en un centro urbano pequeño o en zonas semi- rurales y rurales su costo es por lo general muy inferior al de otros tipos de pavimento. Toda labor, desde la fabricación de los adoquines hasta el terminado del pavimento, puede incorporar gran cantidad de recursos comunitarios y mano de obra local. Esta hace que sea realmente económica en planes de acción comunal o patrocinada por entidades de fomento.

2.5 Limitantes que presentan los pavimentos de adoquines:

De la misma manera que con los otros tipos de pavimentos, la estructura del pavimento de adoquines se debe apartar del nivel freático del terreno. Si la capa de adoquines queda bien colocada, sellada y compactada no debe perder su sello y su estabilidad ante la caída de lluvias, por copiosas que estas sean; pero nunca se debe

poner a trabajar un pavimento de adoquines como canal colector de aguas, que pueda llegar a soportar corrientes voluminosas y rápidas tipo "arroyo".

Los pavimentos de adoquines nunca se deben someter a la acción de un chorro de agua a presión. Si esto se hace intencionalmente puede ocasionar la pérdida del sello de las juntas, por lo cual no se recomienda para zonas de lavado de automóviles. Por estar compuesto por un gran número de piezas, el tráfico sobre un pavimento de adoquines genera más ruido que sobre los otros tipos de pavimentos, e induce mayor vibración al vehículo; por estas razones no es aconsejable para velocidades superiores a los 80 km/hora.

2.6 Comportamiento estructural

El diseño estructural de los pavimentos en general va enfocado a buscar las garantías necesarias para enmarcar en términos de seguridad, comodidad, durabilidad y economía la calidad en el comportamiento superficial de los espacios expuestos a cargas verticales repartidas o puntuales, como a esfuerzos horizontales derivados de acciones de cargas dinámicas (aceleraciones –frenados -giros) y cargas estáticas

Función del diseño estructural

La idea es que se obtenga una estructura con un largo periodo de vida útil, la cual viene determinada por el comportamiento de los materiales de que la constituyen (superficie –base –subbase –mejoramiento y subrasante), por los elementos que la solicitan (cargas –clima) y por la manutención que perciba (drenajes –mantenimiento periódico)

Diseño de estructura de espacio publico

Una estructura la constituyen un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales y de varios centímetros de espesor, de diferentes materiales, adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan en mejoramiento o directamente sobre la subrasante y han de soportar las cargas de

tráfico que se aplican en la superficie trasmitiéndolas hasta el terreno en magnitud tal que éste las soporte.

2.7 Características de las superficies

La resistencia al deslizamiento obtenida a través de una adecuada textura superficial, y que tiene una gran influencia en la seguridad. (La regularidad superficial), tanto transversal como longitudinal que afecta fundamentalmente a la comodidad de los usuarios. (Las propiedades de reflexión de la luz), vitales para el diseño de las instalaciones luminosas y para el tránsito nocturno.-El desagüe superficial rápido y efectivo -Los niveles de ruido del rodado-El aspecto estético, que afecta básicamente al usuario y al entorno.

2.7.1 Componentes

Para poder cumplir las funciones indicadas, la estructura está formada por una serie de capas. Debido al progresivo reparto de las cargas del tráfico en las sucesivas capas de la estructura, la calidad de los materiales utilizados en cada capa, es generalmente mayor. En el caso más general, se pueden distinguir las siguientes capas:

- a. Subrasante (con o sin mejoramiento).
- b. Subbase.
- c. Base.
- d. Cama de arena –mortero.
- e. Elemento prefabricado –sello.

Subrasante

De la calidad de ésta depende, en gran parte, el espesor que debe tener la estructura. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas.

Puede estar constituida por suelos en su estado natural, o por éstos con algún proceso de mejoramiento tal como la estabilización mecánica, física, química, entre otras.

Como material de fundación, se debe establecer cuál es su resistencia mecánica y específicamente ante la presencia de cargas.

Se busca la relación entre la carga y la deformación unitaria

La resistencia varía con las condiciones de humedad, compactación y confinamiento.

Deben representarse en laboratorio las mismas condiciones del proyecto por ser la deflexión de la superficie un criterio de diseño, es necesario asegurar que la caracterización de la subrasante sea la adecuada

Sub-base

La subbase es la capa de la estructura situada sobre la subrasante o el mejoramiento y debajo de la base. Esta capa puede no ser necesaria en el caso de apoyos granulares con elevada capacidad portante. Su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una plataforma de trabajo adecuada para su puesta en obra y posterior compactación. En muchos casos, sería deseable que cumplierse además una función drenante, en particular cuando las capas inferiores son poco permeables. En cualquier caso, suele ser una capa de transición necesaria.

La elección de los materiales de la subbase está forzada por consideraciones económicas. Normalmente por consiguiente, estos materiales son de inferior calidad a los usados en la capa de base. Los materiales adecuados podrían ser:-Áridos naturales o procedentes del machaqueo.-Gravas naturales o machacadas.-Suelos seleccionados o estabilizados con cemento.-Material de la subrasante convenientemente estabilizado

Base

La base es la capa de la estructura situada debajo la rodadura y encima de la subbase. Su función es eminentemente resistente constituyendo el principal elemento portante de la estructura de la estructura, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tráfico suelen corresponder a la intensidad del tráfico pesado. Un amplio rango de materiales son adecuados para su uso como bases de los pavimentos de adoquines. Estos

incluyen materiales granulares tratados con un ligante conglomerante (bases de mezcla bituminosa y bases de grava cemento) utilizados fundamentalmente para tráficos pesados y bases granulares de macadam o de zahorra artificial para tráficos medios y ligeros.

La selección del tipo de base se hace normalmente en la fase de diseño. Generalmente, esta elección es función de la economía. La elección del material de la base tiene una gran influencia en el espesor de la misma y por consiguiente, en el costo de la infraestructura del pavimento. Habitualmente, el uso de materiales ligados como la roca triturada estabilizada con cemento permitirá estructuras más delgadas y económicas que el uso de bases granulares dispersas donde el CBR de la subrasante es bajo. Otros factores influyen en la elección de la base, de manera que dicha elección será a menudo un compromiso entre las necesidades de economía, los factores climáticos y los procedimientos constructivos

Concluyendo, podemos decir que en áreas de climas húmedos, donde el nivel freático suele estar cerca de la superficie y donde la resistencia de la subrasante suele ser baja, es práctica común usar bases de rodadura cohesionadas. Se ha encontrado como una alternativa económica, la estabilización de la base. A su vez, las bases de cemento estabilizado proporcionan un excelente rendimiento en la ejecución de los niveles en las estructuras que nos ocupan. Los materiales bituminosos para las estructuras con prefabricados, pueden resultar interesantes como barreras contra la humedad y como estratos estructurantes. Así, los hormigones asfálticos se han mostrado muy efectivos impidiendo la entrada del agua y evitando migraciones en el lecho de arena. Como alternativa al uso de barreras asfálticas, se propone el empleo de geotextiles.

El uso de materiales granulares sueltos es una práctica común en zonas de clima seco asociadas con niveles freáticos profundos. No siempre es necesario importar los materiales de la base y la subbase. En muchos casos, como donde existen materiales

arenosos, es factible y económico constituir la base y la subbase con dichos materiales realizando eso sí, la pertinente estabilización

Capa superficial

Es la parte superior de la estructura y la que soporta directamente las solicitaciones de las cargas, transmitiéndolas suficientemente amortiguadas, al resto de las capas, resistiendo además la acción de los agentes atmosféricos. Desde el punto de vista estructural, absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales. Debido al hecho de estar en contacto directo con las cargas, debe poseer condiciones de funcionalidad (rodadura cómoda y segura) y de estética, puesto que es la parte visible de la estructura

2.8 Proceso constructivo de pavimentos con adoquines

El proceso constructivo del pavimento debe ser definido por una secuencia de actividades previamente establecidas, adecuadas a las condiciones propias del sitio consideradas en el diseño.

La prohibición de circular sobre la capa arena, divide el área de trabajo en dos, las que deben considerar el suministro de materiales y equipos desde direcciones opuestas. Así los medios necesarios en la construcción de las capas de subbase y base, la capa de arena, llegarán por el lado hacia el que avanza la pavimentación, los adoquines y la arena para el sello de juntas, llegarán por el lado terminado.

Las actividades más importantes que siempre estarán presentes en la construcción de pavimentos con adoquines son las siguientes:

- ✓ Adecuación de la subrasante
- ✓ Construcción de las obras de drenaje
- ✓ Transporte adecuado de los materiales
- ✓ Construcción de las capas de subbase y base (Sí el diseño lo requiere)
- ✓ Construcción de las obras de confinamiento
- ✓ Colocación y nivelación de la capa de arena

- ✓ Colocación de adoquines y compactación
- ✓ Sello de juntas
- ✓ Limpieza de la obra

Colocación de los adoquines

La colocación de los adoquines se realizará siguiendo un patrón uniforme que se controlará con lienzas, a fin de asegurar su alineación transversal y longitudinal. El patrón de colocación está regido por la forma de los adoquines, se pueden clasificar en tres categorías principales

- *Categoría 1:* Adoquines rectangulares con relación largo ancho igual dos, ancho de 100 mm \pm 15mm (10 cm \pm 1.5 cm), con bordes rectos, dentados u ondulados y pueden ser colocados en hileras o siguiendo el patrón “espina de pescado”
- *Categoría 2:* Adoquines con tamaño y proporciones similares a los de la categoría 1 pero solamente se puede colocar en hileras.
- *Categoría 3:* Adoquines con un tamaño mayor que los anteriores, con formas características y que sólo se pueden colocar siguiendo un solo patrón, que no siempre forma hileras fácilmente identificables

Compactación inicial

- Esta se realizará inmediatamente después de terminados los ajustes con piezas partidas, con el fin de enrasar la capa de adoquines, iniciar la compactación de la superficie de la capa de arena y hacer que ésta llene parcialmente las juntas de abajo hacia arriba, con lo cual se sujetan los adoquines.
- Para la compactación se utiliza preferiblemente un equipo vibratorio de placa, con un área de 0.25 m² a 0.5 m², una fuerza centrífuga de 15 a 20 KN y una frecuencia de vibración de 75 a 100 Hz. Con el equipo descrito se deberán dar por lo menos dos pasadas desde diferentes direcciones, recorriendo toda el área en una dirección antes de recorrerla en la otra, teniendo el cuidado de traslapar cada recorrido con el anterior para evitar escalonamientos

Sellado de las juntas

- Inmediatamente después de la compactación se procederá con el sellado de las juntas, previa ejecución de los ajustes con mortero. El sellado de juntas es necesario para que éstas sean impermeables y para lograr el buen funcionamiento del pavimento. Por tal razón, es importante utilizar el material adecuado y ejecutar el sellado correctamente, nunca deberá reemplazarse la arena por mortero o adicionarle otro material como cemento o cal, pues el sello quedaría rígido y quebradizo y se saldría con el tiempo. Si las juntas están mal selladas, los adoquines quedarán sueltos, el pavimento pierde solidez, deteriorándose rápidamente.
- La arena será esparcida a razón de 3.5 litros / m² (0.035 m³/m²), formando una capa delgada, sin cubrirlos totalmente, se barre utilizando una escoba o cepillo de cerdas duras, repetidamente y en varias direcciones, para que la arena penetre en las juntas. El barrido se hace simultáneo o alternado con cada pasada del equipo vibratorio en la compactación final, de manera que las juntas queden totalmente llenas. Cabe mencionar, que si la vibro compactadora se pasa sobre cantidades exageradas de arena, distribuida irregularmente sobre los adoquines, se puede alterar la nivelación de los mismos.
-

Compactación final

La compactación final es la encargada de darle firmeza al pavimento, se realizará utilizando el equipo mencionado en el párrafo anterior, de manera simultánea o alternada con el barrido de la arena.

Durante la compactación se darán por lo menos cuatro pasadas, de la misma forma que la compactación inicial. Una vez terminada la compactación final y el sellado de juntas, se podrá compactar adicionalmente utilizando una compactadora pequeña de rodillo o con un equipo de compactación de llantas neumáticas. Esto ayudará a que las deformaciones posteriores sean menores

Limpieza

- La última fase de construcción es la limpieza de lugar, en algunos se deja que la arena sobrante permanezca sobre la superficie del pavimento hasta que es desalojada por la acción del agua y el paso de los vehículos.

Mantenimiento

- En Nicaragua, los recursos para la conservación o mantenimiento de la infraestructura del transporte de toda clase, siempre han sido escasos, esto se debe en gran medida a las limitaciones financieras del sector público, los cuales se han visto incrementados desde la década de los años ochenta. Estas razones han incidido de forma desfavorable en la serviciabilidad de nuestra red vial, de lo cual no han sido ajenos los pavimentos de adoquín, lo que han sido atendidos esporádicamente y por razones de alguna emergencia (cortes en la vía, azolvamientos puntuales, etc.).

CAPITULO III: ESTUDIOS TECNICOS

3.1 Estudio de transito¹

El manejo de transito se define como la utilización de personal, materiales y equipo en las vías, calles y carreteras para lograr un movimiento seguro y eficiente de personas, bienes y servicios. Es de suma importancia considerar la necesidad de combinar la planeación de las arterias, la zonificación y el manejo de accesos para asegurar que todas las calles de la ciudad cumplan con su papel asignado.

El diseño de un camino se encontrara preponderadamente influenciado por dos factores: la configuración del terreno que debe atravesar y las modalidades y exigencias del tránsito que debe soportar.

Los estudios sobre los volúmenes de transito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones especificas de un sistema vial de carreteras o calles. Dichos datos se expresan en relación con el tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permiten estimar de manera razonable la calidad del servicio que el sistema presente a los usuarios.

El tipo de dato recolectado es un estudio de volúmenes de transito depende mucho de la aplicación que se les vaya a dar a los mismos, ejemplo de estos son algunos estudios que requieren detalles como la composición vehicular y los movimientos direccionales; mientras que otros solo exigen conocer los volúmenes totales.

El procedimiento usual para obtener información sobre volúmenes de transito es efectuando aforos en las vías. El aforo es la enumeración de los vehículos que pasan por uno o varios puntos de una vía o vías clasificándolas de acuerdo con los criterios previamente establecidos. De acuerdo con el criterio procedimiento y equipo empleado podemos distinguir los siguientes aforos:

1: tomado de la asignatura de transportes I; ING. Adolfo Cordero

- A. Manuales:** Estos son útiles para conocer el volumen de los movimientos direccionales en las intersecciones, los volúmenes por carril de forma individual y la composición vehicular. Permiten captar muchos detalles que son difíciles de obtener mecánicamente. Los aforos manuales son cortos en su duración y principalmente se efectúan en las horas picos dividiendo dichos periodos en intervalos de quince minutos (15').
- B. Automáticos:** Tradicionalmente se usan contadores mecánicos de ejes de vehículos activados por mangueras neumáticas.
- C. Fotográfico:** Estos se efectúan utilizando técnicas sofisticadas y equipos electrónicos de alta precisión con cámaras integradas y un complemento de software que permite un análisis de los datos.

Esta clasificación se ha utilizado más que todo para identificar el tipo de superficie de rodamiento de los caminos.

Ítem	CRITERIOS	I	II	III	IV	V	VI
		TRONCALES		COLECTORES		VECINALES	TROCHAS Y VEREDAS
		Principales	secundarias	Principales	Secundarios		
A	importancia en la red vial a nivel de la región centroamericana	1)Parte de la red vial de Centroamérica					
B	importancia en la red vial a nivel regional de Nicaragua	2)conectan cabeceras departamentales o centros urbanos con más de 50000 hab	1) conectan cabeceras departamentales. 2) dan accesos a puestos de fronteras. 3) son conexión entre dos caminos troncales.				
C	Importancia en la red vial a nivel regional de Nicaragua			1) Conectan una o varias cabeceras departamentales con un número total de más de 10000 hab. 2) conectan una zona con más de 10000 hab. 3) se usa como conexión entre dos caminos troncales secundarios	1) conectan un municipio a la red nacional. 2) conectan una zona o un municipio con más de 5000 hab.		
D	importancia de la red vial a nivel municipal de Nicaragua				1)Caminos de alta importancia para la municipalidad	1) incluido en actual inventario vial de MTI y que no cumplen con algunos de los criterios anteriores	No incluido en inventario vial
E	Flujo de trafico TPDA	Mayor de 1000 veh-día	Promedio de 500 veh-día	Promedio de 250 veh-día	Mayor de 50 veh-día	Menor a los 50 veh-día	

TABLA N° 3.1 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.

FUENTE: MANUAL CENTROAMERICANO DE OBRAS HORIZONTALES.

3.1.1 Determinación del nivel de servicio.

3.1.1.1 Volumen y Clasificación

Los datos de Tráfico Promedio Diario Anual, así como los factores de ajuste estacional, el número promedio de ejes y otros parámetros, serán obtenidos de los datos de campo y de los cálculos de gabinete.

Las estaciones de Conteo Vehicular fueron ubicadas en zonas con adecuada visibilidad y con amplitud en los hombros, de manera que permitiesen captar el tráfico en ambos sentidos de la vía donde se realizarán aforos de conteo y clasificación vehicular. Las Estación de aforo de tráfico, será localizada en puntos muy estratégicos. La ubicación de la estación donde se realizarán estos conteos de tráfico son presentados en la tabla 3.2.

Estacion nº	Ubicación	Primer periodo de 12 horas de conteo	Segundo periodo de 12 horas de conteo
1	Bº Anexo la Villa, Rubén Ulloa,	Ma,Mi, Ju y Vi	Sa Do, Lu y Ma
2	Bº Villa Victoria de Julio	Ma,Mi, Ju y Vi	Sa Do, Lu y Ma
3	Bº Antonio Mendoza	Ma,Mi, Ju y Vi	Sa Do, Lu y Ma

TABLA 3.2 ESTACIONES DE CONTEO. FUENTE: PROPIA.

Procedimiento de Campo.

En cada estación de control se instalaron aforadores por sentido del flujo vehicular, que contaron y clasificaron durante ocho días, (distribuidos en dos períodos diferentes de cuatro días), la cantidad y el tipo de vehículos que circularon por la estación de conteo y clasificación por período de 12 horas. Como parte de los resultados de este conteo y clasificación, se obtuvo las variaciones horarias del tráfico durante los ocho días y el volumen promedio diario semanal (TPD y TPDS)¹.

1: transito promedio diario TPD, transito promedio diario semanal TPDS.

El estudio se efectuó durante dos períodos de (cuatro días continuos). Para obtener resultados adecuados, se cuantificó el cien por ciento de los vehículos que circularon en ambas direcciones en la estación de conteo y clasificación vehicular (estacion 1, 2, 3) ubicada en el barrio anexo a la villa Rubén Ulloa villa victoria de Julio y Antonio Mendoza. Los conteos se realizaron durante 12:00 horas continuas entre las 06:00 y las 18:00 horas, para la obtención así de la Variación Horaria de cada día.

Tránsito Promedio Diario;

La información de campo obtuvo los volúmenes de tráfico existente en el camino donde se realizó el conteo por día de la semana, clasificados por tipo de vehículo. De estos volúmenes de tráfico diario se cuantificará el promedio diario de la semana.

Corrección Estacional:

El volumen vehicular diario de veinticuatro horas, se multiplicó por el factor semana y el estacional obtenido de los registros de la Estación de Control N° 1, 2, 3, con los que finalmente se computó el (TPDA)¹ para los tramos en estudio

La tabla 3.3, presenta los factores, día, semana y temporada a utilizados para el cálculo del TPDA del camino, los que corresponden a la Estación de Control N° 1101, del Sistema de Administración de Pavimento SAP del MTI.

Estacion 1, 2, 3								
grupos	Motos	Vehículo liviano			Pesado pasajeros			otros
TPD		Auto	jeep	Ctas.pick up	MB	MB> 15P	BUS	
Factor día	1.27	1.33	1.33	1.32	1.13	1.38	1.41	1.17
Factor semana	0.94	1.05	0.98	0.98	0.97	1.17	0.92	0.97
Factor temporada	0.95	1.18	1.13	1.09	0.97	1.00	0.96	0.91

TABLA 3.3, PRESENTA LOS FACTORES, DÍA, SEMANA Y TEMPORADA. FUENTE: SIECA

1: Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Tipos de vehículos

La clasificación vehicular en la estación de aforo comprendió a los vehículos Livianos, Vehículos Pesados de Pasajeros, así como el transporte no motorizado (bicicletas y tracción animal).

Bicicletas: Son vehículos de dos ruedas no motorizados.

- Motos: son vehículos automotores de dos ruedas.
- Vehículos Livianos: son los vehículos automotores de cuatro ruedas, que incluyen los Automóviles, Camionetas, Pick – Ups, Jeep y Microbuses de uso particular.
- Vehículos Pesados de Pasajeros: son los vehículos destinados al Transporte Público de Pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los Microbuses Pequeños (hasta 15 Pasajeros), Microbuses Medianos (hasta 25 pasajeros) y los Buses medianos y grandes.
- Otros: Son los Vehículos livianos con un tráiler.
- Vehículos de Tracción Animal: Incluyen los carretones y carretas halados por animales de tiro

3.1.1.2 Procesamiento de datos de Campo

Conteos Vehiculares

Para el cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), se realizó el procesamiento de cada día de los conteos manuales de 12.0 horas efectuados durante los dos períodos, con los que se alimentaron las hojas electrónicas de Microsoft Excel de donde se calculó el resumen diario de cada estación por tipo de vehículo y por período horario, que registra los volúmenes horarios por tipo de vehículo, así como los picos a lo largo del día.

Los resultados de la Estación se procesaron para cuantificar las horas de Máximo Volumen Horario en cada uno de los días, este resultado se utilizó en el cálculo de capacidades y niveles de servicio.

3.1.1.3 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual TPDA

Los resultados del conteo vehicular se han obtenido el TPD de 12 horas y el TPDS de la estación donde se realizó el conteo vehicular, localizado en el punto señalado en el tabla 3.2. Los resultados del TPD y TPDS de cada estación se presentan en las tablas 3.4 y 3.5.

La estaciones 1, 2, y3 (barrios: anexo a la villa victoria de Julio, Rubén Ulloa y Antonio Mendoza), refleja un alto porcentaje de vehículos livianos, con un 87 % del Total del Tráfico promedio diario de doce horas, el 13 % corresponden a vehículos de Pasajeros dedicados al transporte público. De los 1,354 vehículos clasificados durante los dos períodos de cuatro días, 54.0 eran bicicletas, haciendo un promedio diario de 7.0 bicicletas por día.

TABLA 3.4 RESULTADOS DEL CONTEO Y CLASIFICACIÓN POR DÍA (VPD).

Estación 1, 2, 3											
Día	bicicletas	motos	Vehículo liviano			Pesado pasajeros			Tracción animal	Total(vpd)	
			Auto	jeep	Ctas.pick up	MB	MB> 15P	BUS			
Martes1	129	72	10	2	39	5	16	16	5	160	
Miércoles	164	64	20	8	53	2	1	18	7	166	
Jueves	170	65	12	13	49	0	0	23	1	162	
Viernes	158	69	11	5	36	0	0	13	7	134	
Sábado	169	73	8	7	49	3	0	19	10	157	
Domingo	230	107	25	10	63	0	1	18	11	224	
Lunes	194	79	23	13	55	2	0	20	14	192	
Martes2	205	67	19	11	40	2	0	20	14	159	
Total	1419	596	126	69	384	14	18	147	69	1354	
%TPD(vpd)	177	75	16	9	48	2	2	18	9	170	
% por tipo de vehículo		44.2	9.5	5.3	28	1	1	11		100	
			87%			13%					

FUENTE: PROPIA.

En el tráfico promedio diario (TPD), no se incluyen los vehículos no motorizados, debido a que este tipo de vehículos no forma parte del tráfico vehicular automotor, ya que éstos debería circular por vías especiales y al hacerlo dentro de la corriente del tráfico, generan conflictos viales, aumentan los riesgos de accidentes y reduciendo considerablemente la capacidad de la vía y su Nivel de Servicio¹.

La expansión a tráfico de 24.0 horas, se realizo haciendo uso del factor día, de la estación de control, los que obtuvieron de la revista Conteo de Tráfico 2009, los resultados de la expansión a 24.0 horas por tipo de vehículo y el tráfico promedio diario semanal (TPDS), se presenta en el cuadro siguiente:

**Resultados del Conteo y Clasificación por Día, expandido a tráfico de 24.0 hrs.
(vpd)**

Estación 1, 2, 3										
Día	Bicicletas	motos	Vehículo liviano			Pesado pasajeros			Tracción animal	Total(vpd)
			Auto	jeep	Ctas.pi ck up	MB	MB> 15P	BUS		
Martes1	129	91	13	3	51	6	22	23	5	209
Miércoles	164	81	27	11	70	2	1	25	7	217
Jueves	170	83	16	17	65	0	0	32	1	213
Viernes	158	88	15	7	48	0	0	18	7	176
Sábado	169	93	8	9	65	3	0	27	10	205
Domingo	230	136	33	13	83	0	1	25	11	291
Lunes	194	100	31	17	73	2	0	28	14	251
Martes2	205	85	25	15	53	2	0	28	14	208
Total	1419	757	168	92	508	15	24	206	69	1771
%TPD(vpd)	177	95	21	12	64	2	3	26	9	223
% por tipo de vehículo		42.6	9.42	5.38	28.70	1	1.3	11.6		100
			86.1%			13.9%				

TABLA 3.5 RESULTADOS DE TRÁFICO DE 24 HORAS. FUENTE: PROPIA.

1: NIVEL DE SERVICIO ES LA INTENSIDAD DEL TRAFICO EXPRESADA EN VEHICULOS POR HORA.

Una vez expandido a 24 horas el TPD, se procedió al cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual TPDA, haciendo uso de los factores semana y temporada, cuyos resultados se presentan en la tabla 3.5.

Tabla 3.6 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) (Vpd).

Estación 1, 2, 3								
grupos	motos	Vehículo liviano			Pesado pasajeros			Total(vpd)
		Auto	jeep	Ctas.pick up	MB	MB> 15P	BUS	
TPD(vpd)	95	21	12	64	2	3	26	223
Factor semana	0.94	1.05	0.98	0.98	0.97	1.17	0.92	1.09
Factor temporada	0.95	1.18	1.13	1.09	0.97	1.00	0.96	0.91
TPDA(vpd)	85	26	13	68	2	4	23	221
% TPDA	38.5	11.8	5.9	30.8	1	2	10	100

FUENTE: PROPIA.

Tráfico Actual

Los 1700 metros de longitud del camino, no presenta pendientes y la máxima de ellas alcanza una inclinación máxima del 3.0 %.

Este tramo presenta un volumen de tráfico relativamente bajo, con un Transito Promedio Diario Anual – **TPDA, actual de 221 vpd**, este volumen vehicular, se puede considerara bastante alto para un camino urbano, sin embargo, dada la localización geográfica del camino y la importancia que reviste para los pobladores de los barrios, localizados en su área de influencia y sobre su trazado, transforman en un camino de orden secundario, para la actividad socio económica de la zona donde está asentado éste. La tabla 3.6 presenta el TPDA del Tramo y su composición vehicular.

Composición Vehicular

La estructura del TPDA de este tramo está conformada en su mayoría por vehículos livianos de pasajeros (Motos, Autos, Jeep, y camionetas Pick Up), con el 87 % del total

de estos vehículos dentro de la corriente del tráfico, los vehículos de transporte público de pasajeros (Microbuses de hasta 15.0 pasajeros, Microbuses de 15 y mas pasajeros y buses), representan el 13 %. La alta proporción de vehículos livianos en la corriente de tráfico de este tramo se debe fundamentalmente a que es un paso obligado para salir o entrar desde o hacia las zonas de Tipitapa, Managua y las ciudades del resto del país.

La AASHTO¹ en lo que se refiere a diseño geométrico, selecciona el nivel de servicio de una carretera en función de su topografía y las características del terreno y propone el siguiente cuadro:

Tipo de area y nivel de servicio				
Tipo	Rural(plano)	Rural(ond)	Rural(mont)	Urbana-suburbana
Autopista	B	B	C	C
Troncal	B	B	C	C
Colectora	C	C	D	D
Locales	C	C	C	C

TABLA 3.7 TIPO DE AREA Y NIVEL DE SERVICIO. FUENTE: AASHTO.

1: Normas AASHTO: American association of states highway and transportation officials.

3.2 Estudio Topográfico

3.2.1 Topografía

La topografía es uno de los factores principales en la localización de una carretera. Generalmente afecta al alineamiento, las pendientes, visibilidad, secciones transversales, y limitaciones en la localización y son por consiguiente, determinantes durante el estudio de la ruta.

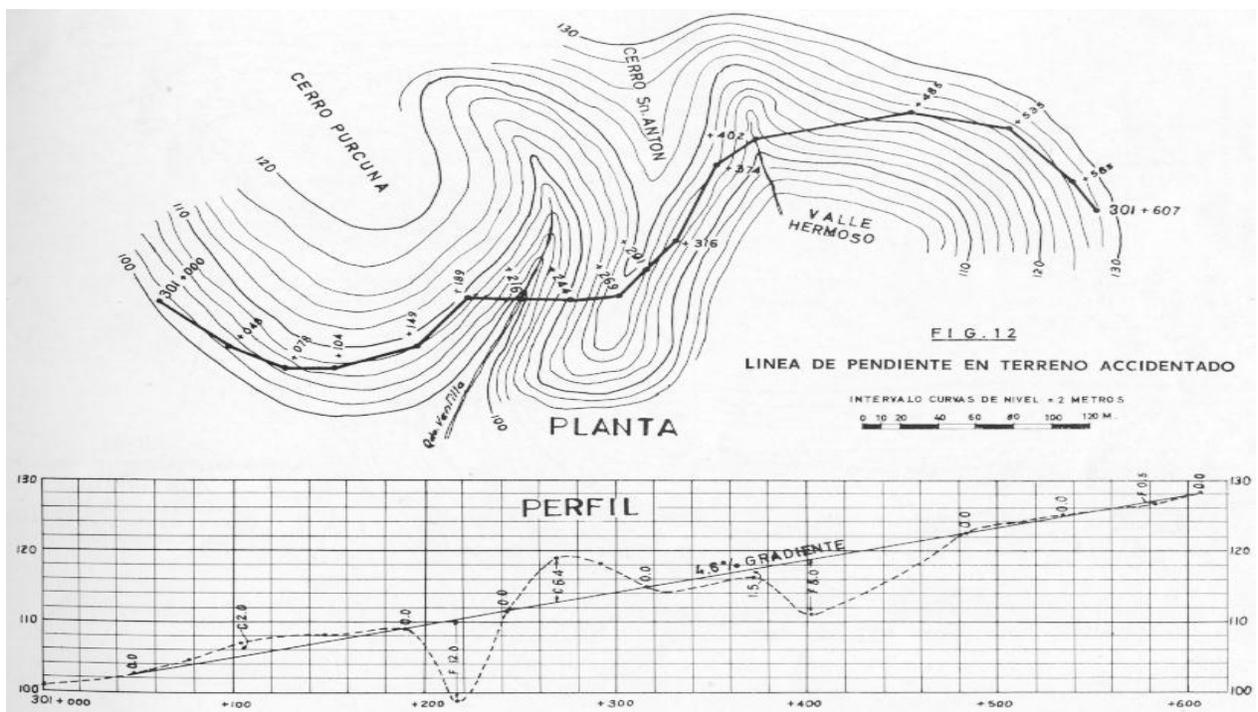


Figura 3.2.1

Los reconocimientos topográficos terrestres se realizan volviendo a recorrer cada una de las fajas definidas por los croquis y consideradas como posibles alternativas después de haber llevado a cabo los reconocimientos preliminares.

Durante este recorrido se obtiene información adicional sobre la ruta y se establece en ella una línea o poligonal que constituye el trazado de la carretera, la cual debe seguir la dirección general de la vía entre sus extremos, adaptándose a las características topográficas de la ruta escogida.

3.2.2 Poligonal de estudio

Si la ruta de estudio ya e definida o si dentro de ella existe la posibilidad de varios trazados, la poligonal de estudio deberá levantarse con rapidez y la precisión exigida no será mucha, aunque sí la exactitud y veracidad de los datos.

Nivelación Ordinaria	$e=0.02 (K)^{1/2}$	Anteproyecto
Nivelación Aproximada	$e=0.02 (K)^{1/2}$	Carreteras, ferrocarriles, const. Civil
Nivelación de Precisión	$e=0.02 (K)^{1/2}$	Planos poblacionales, puntos ref.
Nivelación de alta precisión	$e=0.02 (K)^{1/2}$	Puntos permanentes o cota fija

La poligonal de estudio para los reconocimientos topográficos es una línea fácil de llevar y sobre sus características no hay mucho más que añadir a lo que dicen los textos de topografía. Puede levantarse de distintas maneras, según el número de zonas a estudiar, la rapidez y precisión requeridas, las características topográficas del terreno y la extensión del proyecto.

La poligonal de estudio debe ser tal que recoja todos los detalles necesarios para que revele claramente cuál es la mejor línea o trazado.

Los terrenos en cuanto a su configuración se pueden clasificar en plano, lomerío, y montañoso. En dependencia del tipo de terreno se usara el procedimiento más adecuado, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones generales:

1. En terreno plano o lomerío suave: Por las buenas condicione topográficas que se presentan en este terreno, el tiempo que se necesita para el control terrestres más o menos que el que se necesitaría para el trazo definitivo, es decir que si nos referimos a tiempo la duración es equivalente, en general, siempre se recomienda usar el procedimiento convencional o topográfico por ser más económico y rápido.

2. En terreno de lomerío: La elección del método va a depender del costo el cual a su vez varía con la longitud del tramo. Puede decirse como termino medio, que es factible utilizar el procedimiento terrestre hasta unos 30KM de longitud y de ahí en adelante usar el fotogramétrico electrónico.
3. En terreno montañoso: por lo accidentado del terreno el método más conveniente es el fotogramétrico electrónico, por ser más económico, pero quedando limitado su empleo a longitudes de caminos mayores a 10KM.

3.2.3 Metodología usada en los estudios topográficos¹

Para realizar los estudios pertinentes a la topografía del terreno se procedió a realizar un reconocimiento directo del camino para determinar en general características:

- ✓ Geológicas
- ✓ Hidrológicas
- ✓ Topográficas y complementarias

Así se vera el tipo de suelo en el que se construirá el camino, su composición y características generales, ubicación de bancos para revestimientos y agregados para las obras de drenaje, cruces, así como pendientes aproximadas y ruta a seguir en el terreno.

Este reconocimiento requiere del tiempo que sea necesario para conocer las características del terreno donde se construirá el camino, y para llevarlo a cabo se utilizan instrumentos sencillos de medición como: teodolito, brújulas para determinar rumbos, nivel para determinar elevaciones, y otros instrumentos sencillos como: cinta, estadia.

1: tomado de la asignatura topografía I y II.

A través del reconocimiento se determinan puntos topográficos que son puntos obligados de acuerdo a la topografía y puntos determinados por lugares obligados de paso, ya sea por beneficio social, político o de producción de bienes y servicios.

Existen procedimientos modernos para el reconocimiento como el fotogramétrico electrónico, pero resulta demasiado costoso, muchas veces para el presupuesto que puede tener un camino, también es importante decir que el tipo de vegetación y clima de algunas regiones no permite usar este procedimiento por lo que se tiene que recurrir al reconocimiento directo que se puede auxiliar por cartas topográficas.

3.2.4 Normas generales para el alineamiento horizontal

Estas normas generales están reconocidas en la práctica y son importantes para lograr una circulación cómoda y segura, entre las cuales se pueden citar las siguientes:

1. La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener preferencia.
2. La topografía condiciona muy especialmente los radios de curvatura y velocidad de proyecto.
3. La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos, porque con frecuencia la visibilidad requiere radios mayores que la velocidad en si.
4. El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible, sin dejar de ser consistente con la Topografía, que se adapta al terreno natural, es preferible a otra con tangente largas pero con repetidos cortes y rellenos.
5. Para velocidad de proyecto dada, debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de curvatura máxima permisible. el proyectista debe tender, en lo general, a usar curvas suaves, dejando las curvaturas máximas para las condiciones más críticas, en general el ángulo central de cada curva debe ser tan pequeño como lo permitan las condiciones físicas de manera que la carretera tenga el trazado más directo posible. este ángulo central debe ser resuelto con la curva más larga posible.
6. Debe procurarse un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo, por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes

- largas o pasar repentinamente de tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas. donde hay que introducir curvas cerradas, se hará la aproximación desde la zona de curvatura más suave, por medio de curvas cada vez más cerrada.
7. En rellenos altos y largos solo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura, pues es muy difícil para un conductor percibir la curva forzada y ajustar su velocidad a las condiciones prevalecientes.
 8. En caminos abiertos debe evitarse el uso de curvas compuestas, esto es permisible únicamente en casos especiales, debido a la topografía del terreno, a pasos obligados de una carretera. donde la topografía hace necesario su uso, el radio R_1 de la curva más suave no debe ser mayor de un 50% que el radio R de la curva circular de más curvatura.
 9. Debe evitarse cualquier Inversa brusca en la alineación. tal cambio dificulta al conductor del vehículo mantenerse dentro del carril. además es difícil super-elevar ambas curvas adecuadamente sin el resultado de una maniobra peligrosa.
 10. Deben evitarse las curvas de Lomo Roto (dos curvas en la misma dirección con una pequeña recta entre ellas). tal alineación es peligrosa, ya que la mayoría de los conductores no esperan que las curvas sucesivas tengan su inflexión en el mismo sentido. es preferible en tales condiciones el uso de espirales de transición y de una curvatura compuesta, el término de lomo roto no se aplica si la recta es mayor de 500 mts. pero aun en este caso la alineación no será de apariencia agradable.
 11. Para anular la apariencia de distorsión, el alineamiento horizontal debe estar coordinado con el vertical.
 12. Es conveniente limitar el empleo de tangentes muy largas, pues la atención de los conductores se concentra durante largo tiempo en puntos fijos, que motivan somnolencia, especialmente durante la noche, por lo cual es preferible proyectar un alineamiento ondulado con curvas amplias.

3.2.5 Normas generales para el alineamiento vertical

En el perfil longitudinal de una carretera la sub.-rasante es la línea de referencia que define el alineamiento vertical. La posición de las sub.-rasante depende principalmente de la topografía de la zona atravesada, pero existen otros factores que debe de considerarse:

1. La condición topográfica del terreno influye en diversas formas al definir la sub-rasante. así, en terrenos planos, la altura de la sub.-rasante sobre el terreno es regulada, generalmente, por el drenaje. en terrenos en lomeríos se adoptan sub-rasantes onduladas, las cuales conviene tanto por la operación de los vehículos como por la economía del costo, en terrenos montañosos la sub-rasante es controlada estrechamente por las condiciones y restricciones de la topografía.
2. Una sub-rasante suave con cambios graduales es consistente con el tipo de camino y el carácter del terreno; a esta clase de proyectos debe dársele preferencia, en lugar de uno con numerosos quiebres y pendientes en longitudes cortas. los valores de diseño son la pendiente máxima y la longitud critica.
3. Deberá evitarse la sub-rasante tipo Montaña Rusa o de depresión escondida. tales perfiles ocurren generalmente en alineaciones en planta relativamente rectas y donde el perfil de la carretera se ciñe mucho a la línea ondulada natural del terreno. estos son estéticamente desagradables y peligrosas.
4. Es importante el redondeo de las cimas y depresiones para que no hagan el efecto de puntos angulosos. la sucesión continuada de cimas y depresiones cortas producen una oscilación vertical de paisaje de sensación muy desagradable. el cambio o variación de altura debe ser lo más gradual posible.
5. Deben observarse y analizarse las sub-rasantes ondulantés que desde el punto de vista dinámico benefician el tránsito. tales perfiles permiten que los camiones pesados operen a mayor velocidad, que cuando una rampa no esta precedida por una pendiente, pero pueden inducir a velocidades excesivas con el consiguiente mayor peligro para el resto del tránsito.

6. Dos curvas verticales sucesivas y en la misma dirección separada por un tangente vertical corto, deben ser evitadas, particularmente en columpios donde la vista completa de ambas curvas verticales no es agradable.
7. Un perfil escalonado es preferible a una sola pendiente sostenida, porque permite aprovechar el aumento de velocidad previo al ascenso y el correspondiente impulso.
8. Cuando la magnitud del desnivel a vencer o la limitación del desarrollo motiva largas pendientes uniformes, de acuerdo a las características previsible del tránsito, puede convenir adoptar un carril adicional en la sección transversal.
9. Los carriles auxiliares de ascenso también deben ser considerados donde la longitud crítica de la pendiente está excedida y donde el volumen horario de proyecto excede el 20% de la capacidad de diseño para dicha pendiente, en el caso de caminos de dos carriles y del 30% en el caso de caminos de varios carriles.
10. Cuando se trata de salvar desniveles apreciables, bien con pendientes escalonadas o largas pendientes uniformes, deberá procurarse disponer las pendientes mas fuertes al comenzar el ascenso.
11. Donde las intersecciones a nivel ocurren en tramos de caminos con pendientes de moderadas a fuertes, es deseable reducir la pendiente a través de la intersección; este cambio en el perfil es benéfico para todos los vehículos que den vuelta.

3.2.6 Coordinación de los alineamientos horizontal y vertical

Los alineamientos horizontal y vertical no deben de ser considerados independientes en el proyecto, dado que se complementan el uno al otro. Aunque ambos tengan características muy particulares en su proyección; se debe de analizar la buena armonización o combinación entre ellos. Si uno de los dos alineamientos presenta partes problemáticas proyectada, estas influyen negativamente tanto en el resto de ese

alineamiento como en el otro. Por lo anterior deben estudiarse en forma minuciosa ambos alineamientos, tomando en cuenta que la bondad en su proyecto incrementara su uso y seguridad.

Es difícil discutir la coordinación de los alineamientos horizontal y vertical sin referirse al amplio aspecto de la localización de caminos; ambos temas están relacionados entre si y cuanto pueda decirse de uno generalmente es aplicable al otro.

Si se supone que la localización general ha sido realizada y que el problema restante es lograr un proyecto armónico entre los alineamientos horizontal y vertical y que obtenido éste la carretera resulte una vía económica, agradable y segura, se tendrá que la velocidad de proyecto adquiere mayor importancia, puesto que en el calculo es el parámetro que logra el equilibrio buscado.

Las combinaciones apropiadas de los alineamientos horizontal y vertical se logran por medio de estudios de ingeniería y de las siguientes normas generales:

- La curvatura y la pendiente deben estar balanceadas. Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes o largas, o bien una curvatura horizontal excesiva con pendientes suaves, corresponden a diseños pobres. Un diseño apropiado es igual que combinar ambos alineamientos ofreciendo lo máximo en seguridad, capacidad, velocidad, facilidad y uniformidad en la operación, además de una apariencia agradable dentro de los límites prácticos del terreno y del área atravesada.
- La curvatura vertical sobrepuesta a la curvatura horizontal o viceversa, generalmente da como resultado una vía más agradable a la vista pero debe ser analizada tomando en cuenta el transito. Cambios sucesivos en el perfil que no están en combinación con la curvatura horizontal pueden tener como consecuencia una serie de jorobas al conductor por alguna distancia. Sin embargo en ocasiones la combinación de estos alineamientos pueden también resultar peligrosos bajo ciertas condiciones, tal como se discute en seguida.

- No deben proyectarse curvas horizontales forzadas en o cercas del punto bajo de una curva vertical en columpio, porque el camino da la impresión de estar cortado. Cuando la curva horizontal es muy suave presenta una apariencia de distorsión indeseable. Muchas veces la velocidad de otros vehículos, especialmente las de los camiones, son alta al final de las pendientes y pueden conducir a operaciones erráticas especialmente durante la noche.
- En caminos de dos carriles, la necesidad de tramos para rebasar con seguridad a intervalos frecuentes y en un porcentaje apreciable de la longitud del camino, influye en la combinación de ambos alineamientos, en estos casos es necesario proporcionar suficientes tangentes largas para asegurar la distancia de visibilidad de rebase.
- En las intersecciones donde la distancia de visibilidad a lo largo de ambos caminos sea importante y los vehículos tengan que disminuir su velocidad o parar, la curvatura horizontal y el perfil deben proyectarse lo más suave posible.
- En caminos divididos se pueden emplear diferentes combinaciones de alineamiento horizontal y vertical para cada sentido de circulación, si la anchura de la faja separadora lo permite. La combinación entre los alineamientos horizontal y vertical debe de iniciarse en la etapa de anteproyecto, donde pueden realizarse los ajustes correspondientes, mediante estudios exhaustivos.

En conclusión, se puede decir que en la etapa de Anteproyecto, se realiza el trazado de la sub-rasante, con soluciones prácticamente definitivas, solo sujetas a modificaciones pequeñas.

3.2.7 Trazado en planta.

La alineación debe ser tan directa como sea posible, pero, debe estar de acuerdo con la topografía.

Una alineación sinuosa que en términos generales, siga los contornos naturales, es estéticamente preferible a una con grandes tangentes que irrumpa a través del terreno, pues así las huellas de la construcción pueden ser reducidas a un mínimo y conservar las pendientes y arbolados naturales.

Para lograr el criterio anterior, es importante determinar lo que se denomina: Línea a Pelo de Tierra.

La línea formada por curvas y/o rectas que se aproxime más a las Líneas de Pelo de Tierra será la que mas se adapte al terreno.

Para trazar la Línea a Pelo de Tierra, en el plano se utiliza el Método del Compás.

3.2.7.1 El método del compas

El método del compas dice:

Conociendo la equidistancia entre curvas de nivel y la pendiente gobernadora (1 o 2 % menor que la máxima) o sea la pendiente que se quiere trazar, se calcula la abertura del Compás de manera que al interceptar las curvas consecutivas, la línea imaginaria que une estos puntos tenga la pendiente deseada.

Se aconseja siempre que al desarrollar este método no se use el valor de la pendiente máxima para que la línea final resulte más apegada a las condiciones que se esperan.

3.2.8 Trazado en perfil

Para hacer el trazado de la sub-rasante en los planos es necesario dibujar el perfil longitudinal del terreno, a lo largo del eje de la vía. Si el eje de la vía ha sido definido en el plano, se puede deducir del plano topográfico el perfil del terreno. Si el eje de la vía ha sido localizado directamente en el campo, el perfil del terreno se obtendrá mediante un levantamiento topográfico, o sea por medio de procedimientos de nivelación, por

todas las estacas del trazo y puntos interesantes como cruces de ríos, arroyos, canales, barrancas, utilizando para estos últimos el nivel de mano si es necesario.

Con las cotas calculadas y las distancias acumuladas se procede a dibujar el perfil longitudinal, en las abscisas, se grafican las distancias o estacionamientos y en las ordenadas se grafican las alturas o elevaciones. La sub-rasante se traza sobre el perfil. El estacionado y las cotas de los puntos de inflexión vertical (PIV) se leen directamente en el La sub-rasante, es un trazado vertical compuesto por líneas rectas inclinadas, unidas por arcos de círculos, que generalmente son Parábolas.

Cuando se va a trazar la sub-rasante sobre el perfil del terreno, se tiene que tomar en cuenta los siguientes factores de diseño:

1. pendiente gobernadora
2. pendiente máxima permisible
3. longitud critica
4. pendiente mínima 0.5%, se utiliza este valor para facilitar el drenaje.

3.2.8.1 Definición de la sub-rasante

Para hacer el trazado de la sub-rasante, no existe en la práctica una guía que defina exactamente el mejor trazo, pero si se pueden mencionar algunas recomendaciones, que pueden ser útiles para obtener el trazado más adecuado para un proyecto.

1. Es necesario definir los puntos de altura obligada:
 - punto de inicio y final del proyecto
 - altura de puentes
 - altura libre en cruces de ferrocarril
 - altura de alcantarillas
 - cruces de vías de nivel
 - otros puntos de interés

2. Tratar de ubicar los PI¹ de las curvas verticales, en estaciones pares completas. (eso ayudara a los cálculos y a la construcción)
3. Comenzar el inicio del trazado de izquierda a derecha observando la altura que corresponde a los puntos verticales que definan la primera tangente y calculara su pendiente.
4. Calcular la altura de la sub-rasante de cada estación par.
5. calculara la longitud de las curvas verticales y colocar sobre el perfil su estación, elevación y su longitud de curva.
6. Debe procurarse siempre una sub-rasante suave con cambios de pendiente graduales de acuerdo al tipo de vía y tipo de terreno, tratando de adaptarse lo mejor posible a las líneas generales del relieve del terreno
7. Cambios de pendientes, para ajustarse al terreno y facilitar la evacuación de las aguas, para esto se recomienda:
 - cambios de pendiente de (+) a (-) en excavación.
 - cambios de pendiente de (-) a (+) en terraplén.
8. Debe existir coordinación entre la planta y el perfil.
9. Debe existir compensación entre excavación y relleno.

Además de las recomendaciones anteriores, el proyecto de la sub-rasante está definido por los siguientes elementos:

En este sentido, el trazado debe reunir determinadas características en sus alineamientos y pendientes, y para ello deberán establecerse desde un principio los radios de curvatura mínimo y las pendientes máximas que pueden emplearse.

Del análisis económico de la región en estudio, el ingeniero puede determinar el tipo de vehículo que predominará en la futura vía. Así, cuándo estudie el trazado podrá crear las condiciones óptimas para el desenvolvimiento normal de ese vehículo.

Asimismo, estas normas establecen que, donde sea posible, las pendientes positivas o en subida no deben tener una longitud tal que los camiones cargados tengan que reducir su velocidad indebidamente. **De esta manera, la llamada longitud crítica de pendiente queda definida como aquella longitud de trayecto que motiva una reducción de 25 km/h (15 millas/hora) en la velocidad de los vehículos pesados.**

1: PI: PUNTO DE INTERSECCION ENTRE CURVAS; YA SEA HORIZONTAL O VERTICAL.

3.2.9. Estudio de la línea de pendiente uniforme

Manera general de llevar una Línea de Pendiente en los Planos.

Si se considera dos puntos A y B, colocados sobre curvas de nivel sucesivas, la pendiente de la recta que los une será:

$$\text{Pendiente A -B} = \frac{\text{intervalo de Nivel}}{\text{Distancia horizontal}}$$

En consecuencia, para llevar desde un punto situado en una curva de nivel una pendiente determinada, habrá que buscar en la siguientes más arriba o más abajo, según se vaya a subir o bajar un punto tal que diste del primero la distancia dada por la relación intervalo de nivel a pendiente.

3.2.10 Estudios de la rasante.

La rasante puede definirse como la elevación con respecto a una superficie de referencia definida de todos los puntos del eje de la vía. Es la línea base que define todos los alineamientos verticales del trazado y su elección depende de muy variadas condicionales entre las cuales se destacan:

- Topografía del terreno.
- Puntos obligados en altura.
- Seguridad en la circulación vehicular.
- Visibilidad.
- Velocidad de diseño.
- Costos de construcción.
- Costos de operación.
- Características del alineamiento horizontal.
- Rendimiento de los vehículos pesados en las rampas.

Es prácticamente imposible debido a la topografía del terreno, mantener una rasante constante desde el inicio hasta el punto de terminación de la carretera; ya que traería como resultado un enorme movimiento de tierra que atentaría contra el costo total de la

obra. En definitiva la rasante debe adaptarse al terreno y mantener a su vez, sus especificaciones de diseño y reglas prácticas estudiadas en el epígrafe anterior.

A los puntos de intersección de rasantes de distinta inclinación se les denominan puntos verticales (PV); y en ellos se diseñan curvas verticales parabólicas que tienen como objetivo facilitar una transición gradual entre una rasante y otra con diferente inclinación. Según su posición estas curvas verticales pueden encontrarse en cima o en depresión.

Por un problema de drenaje los cambios de rasante de pendiente (-) a rampa (+) deben ocurrir en terraplén y los cambios de rampa (+) a pendiente (ó) deben ocurrir en excavación preferiblemente.

3.2.11 Coordinación entre la alineación en planta y en perfil de la rasante.

Las alineaciones en planta y en perfil de la rasante no deben ser proyectadas independientemente ya que ellas se complementan entre sí, y una combinación inadecuada puede dañar los puntos buenos y agravar las deficiencias de cada una de ellas.

La coordinación entre la planta y el perfil de la rasante no debe dejarse para cuando se presente la oportunidad; sino que desde el comienzo mismo del proyecto vial se deben dar los pasos necesarios para su correcta coordinación, con el objetivo de que los ajustes se puedan realizar fácilmente y casi siempre sin ningún costo adicional. Con ello se aumentan la utilidad y las condiciones de seguridad de la vía, se propicia una velocidad uniforme y se mejora la estética de las obras viales.

Esta coordinación armoniosa de ambos aspectos de un mismo problema debe permitirle al usuario:

- Distinguir la vía y los obstáculos que puedan presentarse a una distancia suficientemente amplia que le permita maniobrar o detenerse.
- Distinguir de forma clara las disposiciones de los puntos singulares del trazado (bifurcaciones, intercambios, intersecciones; etc).

- Prever de lejos la evolución del trazado.
- Apreciar la adaptación de la carretera al terreno circundante; sin ser distraído por engaños o incomodado por recodos, quebraduras en la perspectiva y discontinuidades desagradables que atenten contra la comodidad psicológica del conductor.

Entre las recomendaciones generales para esta coordinación se pueden mencionar:

- La curvatura en planta y la rasante deben estar debidamente balanceadas:
- Alineaciones rectas o con curvas suaves en planta a expensas de pendientes fuertes y largas; o curvaturas fuertes en planta con pendientes suaves, son muestras ambas de un proyecto inadecuado. Un diseño lógico es una situación intermedia entre ambos, que ofrece el máximo de seguridad y apariencia agradable dentro de los límites prácticos del terreno y de la zona por donde atraviesa la vía.
- El uso de curvas verticales coincidentes con curvas horizontales, o viceversa, generalmente resultan en una obra más agradable pero se deben analizar sus efectos sobre el tránsito, porque cambios en el perfil que no estén en combinación con curvas horizontales, pueden dar lugar a una serie de ondulaciones visibles por el conductor del vehículo en alguna distancia, lo cual
- tiende a producir una condición peligrosa.

El uso de la combinación de curvas horizontales y verticales, puede, sin embargo, resultar peligroso como se expone a continuación:

- Al recorrer un tramo de carretera este debe dar una idea del próximo inmediato; así, es inadmisibles una curva separada de una recta por una cima; o sea, no debe situarse el comienzo de una curva horizontal cerrada en o cerca del vértice de una curva pronunciada en cima. Esta condición resulta peligrosa ya que el conductor del vehículo no puede percibir en el ascenso a la curva horizontal; especialmente de noche cuando los faros del vehículo se proyectan rectos al espacio. Se evita este inconveniente si la curva horizontal domina a la curva vertical; esto es, si la curva horizontal tiene una longitud mayor que la vertical, quedando por lo tanto la curva vertical contenida dentro de la horizontal.

3.2.12 Levantamiento de un perfil longitudinal y secciones transversales.

A la operación de nivelar puntos situados a corta distancia entre si, a lo largo de una alineación determinada se le llama nivelación de un perfil. En los proyectos y levantamientos topográficos para carreteras se colocan estacas u otras señales a intervalos regulares a lo largo de una alineación ya fijada, ordinariamente en el eje central de la obra. El intervalo entre las estacas suele ser de 50mts. , 20 o 10mts. , de acuerdo con la precisión requerida del proyecto.

Las secciones transversales son necesarias determinarlas cuando se necesita reconocer la verdadera forma del terreno en una cierta extensión como trabajo previo y auxiliar para obras de riego, movimiento de tierra, edificios, etc.

3.2.12.1 Secciones transversales y perfil longitudinal.

El empleo de este método facilita el trazado de las curvas de nivel y si dichas secciones son debidamente escogidas, las precisiones en el trazado de las curvas pueden compararse con las obtenidas empleando los métodos directos.

Las secciones deben espaciarse de acuerdo con las características del terreno, así en lugares donde las curvas de nivel tengan una curvatura pronunciada deben hacerse menos separadas, debiendo determinarse, en la parte mas baja de los valles, una sección que coincida lo mas aproximadamente posible con la línea de vaguada.

3.2.12.2 Determinación de perfil longitudinal y secciones transversales.

Cualquier sección, recta o curva, determinada por la intersección de un plano vertical con el terreno, puede ser representada sobre un plano o mapa topográfico.

Los perfiles se denominan longitudinales, cuando se desarrollan en el sentido de las alineaciones que los definen y transversales, cuando se determinan un corte o sección de terreno perpendicular al anterior.

Los perfiles transversales tienen un punto común con el longitudinal en el eje que se intersecan, y es el origen del que parten las operaciones, considerando el perfil

transversal dividido en dos sentidos: derecho e izquierdo, y por tanto las distancias serán referidas a dicho punto según el sentido de avance de la obra.

Procedimiento de campo para realizar el levantamiento de los datos para perfil longitudinal y secciones transversales (realizado con teodolito y el nivel).

1. Definir la línea central de la obra a levantar con ayuda del los jalones o el teodolito asignándole un rumbo o azimut (poligonal abierta).
2. estacionar la línea a cada 20mts.
3. elegir un BM, referenciarlo a la línea y asignarle una cota.
4. plantar el nivel en un punto adecuado, que nos permita observar el mayor número de estaciones desde el mismo sitio.
5. ubicar la estadia en el BM y efectuar una lectura de espalda.
6. definir las secciones transversales perpendiculares a la línea central en cada estación espaciándolas según sea conveniente.
7. tomar lecturas de hc (LI) en el centro de las secciones, a la izquierda y a la derecha del eje. Registrarla debidamente.
8. si la estadia se mueve hasta un punto posterior en el cual no se pueden observar mas lecturas, seleccionar un punto de cambio y efectuar una nivelación compuesta para la determinación de las elevaciones restantes

3.2.13 Levantamiento topográfico.

El levantamiento es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos entonces son topográficos.

Levantamiento topográfico: Es el conjunto de operaciones necesarias para determinar geoméricamente el contorno de una figura (relieve).

Levantamiento Planimétrico: Conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.

Levantamiento Altimétrico: Conjunto de operaciones necesarias para obtener las cotas o alturas respecto al plano de comparación.

3.2.13.1 Levantamiento planimétrico.

Planimetría.

En este subcapítulo se estudian los procedimientos para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones.

Las medidas de distancias entre puntos pueden hacerse:

- Directas (con Longímetros)
- Indirectas (con Telémetros)

Las distancias con que se trabaja y que se marcan en planos en planos, siempre son horizontales. Por tanto, las distancias siempre que se puede se miden horizontales o se convierten a horizontales con datos auxiliares (ángulo vertical o pendiente)

Empleo de la cinta en medidas de distancias

a) Terreno horizontal

Se va poniendo la cinta paralela al terreno, al aire, y se marcan los tramos clavando estacas o "fichas", o pintando cruces.

Al medir con cinta es preferible que este no toque el terreno, pues los cambios de temperatura al arrastrarlo, o al contacto simple, influyen sensiblemente en las medidas.

Las cintas de acero con una tensión de aproximadamente 4Kg por cada 20m de longitud, dan la medida marcada, esta tensión se mide con Dinamómetro en medidas de precisión, y las cintas deben compararse con la medida patrón. Para trabajos ordinarios con cintas de 20 a 30 m, después de haber experimentado la fuerza necesaria para templar con 4 o 5Kg no es necesario el uso constante del Dinamómetro.

b) Terreno inclinado - Pendiente constante

c) Terreno irregular

Siempre se mide en tramos horizontales para evitar el exceso de datos de inclinaciones de la cinta en cada tramo.

Direcciones de las líneas y ángulos horizontales

La dirección de una línea se puede definir por el Rumbo o por su Azimut. Ambos pueden ser magnéticos o astronómicos. Los datos astronómicos se consideran invariables, y también se les llama verdaderos.

Rumbo es el ángulo que forma una línea con el eje Norte - Sur, contando de 0° a 90° , a partir del Norte o a partir del Sur, hacia el Este o el Oeste.

Tomando la línea AB, su rumbo directo es el que tiene estando parado uno en (A) y viendo hacia (B).

El rumbo Inverso es el que tiene en sentido opuesto, o sea el de BA.

Azimut Angulo que forma una línea con la dirección Norte - Sur, medido de 0° a 360° a partir del norte, en el sentido del movimiento del reloj.

Declinación Magnética.- Es el ángulo formado entre la dirección Norte-Astronómica y la Norte magnética. Cada lugar de la tierra, tiene su declinación que puede ser hacia el Este o hacia el Oeste, según se desvíe la punta Norte de la aguja magnética.

A continuación se presenta los datos de planimetría; o control horizontal encontrados en el campo y con estos datos se procedió al diseño geométrico, curvas de nivel, y todo lo correspondiente al proyecto.

3.2.14 Datos de campo obtenidos en el Levantamiento:

3.2.14.1 Planimetría

CALLE NUMERO 1			
PI	DISTANCIA	ESTACION	ANGULO
1-2	45	0+045	262°13'10"
2-3-4	88.28	0+133.28	180°00'00"
3-4	26.72	0+160	
4-5	9.13	0+169.13	
5-6-7	44.17	0+213.30	180°54'10"
6-7	21.48	0+234.70	
6-7-8	14.62		176°58'00"
7-8		0+249.49	
7-8-9	20.06		186°10'30"
8-9	65.14	0+269.36	
8-9-10	25.48	0+334.60	178°21'10"
9-10-11	10.11	0+360.08	183°00'00"
10.11-12	20.96	0+370.19	259°10'08"
11-12-13	23.76	0+391.15	108°55'00"
12-13-14	47.78	0+414.91	177°00'00"
14-15-16	47.31	0+462.69	180°41'50"
15-16	8.01	0+510	
15-16-17	8.76	0+518.01	184°48'30"
17-18	46.13	0+526.77	
18-19	46-36	0+572.90	
18-19-20	42.23	0+619.27	180°21'30"
19-20-21		0+661.50	270°11'00"

CALLE 2			
PI	DISTANCIA	ESTACION	ANGULO
1-2	50.40	0+050.40	
1-2-3	16.65	0+067.05	1774320
2-3	50.40	0+117.45	
3-4	12.25	0+129.70	
4-5	54.88		
4-5-6		0+184.58	1811600
5-6	59.07	0+243.65	
5-6-7	31.19		1810600
6-7		0+274.84	
6-7-8	99.94	0+374.78	1781000
8-9	12.39	0+387.17	
9-10-11	47.66	0+434.83	1790800
10-11	39.99	0+474.82	
10-11-12	43.55		1800320
11-12		0+518.37	

CALLE 3			
PI	DISTANCIA	ESTACION	ANGULO
1-2		0+042.48	86°46'00"
1-2-3	34.82		176°24'30"
2-3		0+77.30	
2-3-4	46.60		181°23'00"
3-4	50.40	0+123.90	
3-4-5			179°54'00"
4-5	12.52	0+174.30	
5-6	47.14	0+186.82	
6-7-8	49.39	0+233.96	179°00'30"
7-8	45.47	0+283.35	
7-8-9	1.80	0+328.82	179°00'30"
9-10	49.83	0+330.62	
9-10-11			180°48'30"
10-11	19.72	0+380.45	
10-11-12			180°38'00"
11-12	23.31	0+400.17	
11-12-13			177°57'30"
12-13		0+423.48	

3.2.14.2 Verificación del Control Vertical o altimetría.

Calle 1. (Datos del levantamiento)

Abreviaturas:

LE: lectura de espalda, AI: altura del instrumento, LF: lectura de frente, LI: lectura intermedia.

ESTACION	LE	AI	LF	LI			ELEV.		
				IZQ.	CENTRO	DER	IZQ.	CENTRO	DER.
BM-1	1.226	46.782		1.65		1.58	45.132	45.556	45.202
0+000 PI-1			1.60					45.182	
0+020			1.41	1.44		1.43	45.342	45.372	45.352
0+040			1.40	1.30		1.29	45.482	45.382	45.492
0+045 PI-2			1.27	1.11		1.32	45.672	45.512	45.462
0+045 PI-2			1.27	1.31		1.34	45.472	45.512	45.442
0+050			1.30	1.24		1.37	45.542	45.482	45.412
0+060			1.33	1.30		1.35	45.482	45.452	45.412
0+080			1.27	1.30		1.35	45.482	45.512	45.502
BM-2	1.198	46.737	1.243	1.19		1.31	45.547	45.539	45.427
0+100			1.26					45.477	
0+120			1.33	1.33		1.34	45.407	45.407	45.397
0+133.28 PI-3			1.35	1.34		1.35	45.397	45.387	45.387
0+140			1.37	1.38		1.35	45.357	45.367	45.387
0+150			1.40	1.45		1.41	45.287	45.337	45.327
0+160 PI-4			1.525	1.47		1.46	45.19	45.212	45.177
BM-3	1.418	46.707	1.448	2.12		2.14	44.587	45.259	44.567

0+169.13 PI-5			1.545	2.013		2.04	44.677	45.162	44.662
0+180			1.47	1.43		1.38	45.277	45.237	45.327
0+200			1.35	1.36		1.38	45.347	45.357	45.327
0+213.30 PI-6			1.38	1.39		1.37	45.317	45.327	45.337
0+220			1.37	1.36		1.37	45.347	45.337	45.337
0+234.78			1.73	1.61		1.78	45.097	44.977	44.927
0+240			2.10	1.97		1.99	44.737	44.607	44.717
BM-4	0.408	45.252	1.863					44.844	
0+249.40 PI-8			1.08	1.04		1.08	44.212	44.172	44.172
0+270			1.30	1.34		1.34	43.912	43.952	43.912
0+279.46			1.40	1.48		1.41	43.772	43.852	43.842
0+280			1.48	1.62		1.45	43.632	43.772	43.802
0+300			1.70	1.86		1.63	43.392	43.552	43.522
BM-5	0.67	44.465	1.457					43.795	
0+320			1.26	1.31		1.23	43.155	43.205	43.235
0+334.70 PI-10			1.51	1.57		1.45	42.895	42.955	43.015
0+340			1.52	1.46		1.50	43.005	42.945	42.965
0+350			1.63	1.66		1.60	42.805	42.835	42.865
0+360.08			1.81	1.75		1.81	42.715	42.655	42.655

PI-11									
BM-6	1.449	44.192	1.722					42.743	
0+370.19 PI-12			0.82	0.91		0.98	43.282	43.372	43.212
0+380			1.69	1.40		1.30	43.52	43.23	43.62
0+391.15 PI-13			1.42	1.18		1.23	43.74	43.50	43.69
0+400			1.08	1.11		0.96	43.81	43.84	43.96
0+410			1.40					43.52	
			2.80					42.12	
0+414.91 PI-14			1.21	1.25		1.28	43.67	42.12	43.64
BM-7	1.289	45.023	1.786					43.734	
0+450			1.25	1.02		1.20	44.401	44.171	44.221
0+460			1.10	0.90		0.96	44.521	44.321	44.461
0+462.69 PI-15			1.05	0.92		0.83	44.501	44.371	44.591
BM-8	1.32	46.435	0.306					45.115	
0+470			1.97	1.54		1.76	44.895	44.465	44.675
0+480			1.77	1.30		1.60	45.735	44.665	44.835
0+500			1.44	1.18		1.15	45.255	44.995	45.285
0+508			1.155					45.28	
0+510 PI-16			1.22	1.16		1.21	45.275	45.215	45.225
0+525			0.822					45.613	

0+526.77 PI-18			0.75	0.79		0.73	45.645	45.685	45.705
BM-9	1.27	47.371	0.334					46.101	
0+540			1.57	1.56		1.46	45.811	45.801	45.911
0+560			1.42	1.37		1.35	46.001	45.951	46.021
0+571			1.463					45.908	
0+572.90 PI-19			1.33	1.17		1.31	46.201	46.041	
0+580			1.28	1.23		1.24	46.141	46.091	46.131
0+600			1.15	0.98		1.10	46.391	46.221	46.271
0+610			1.08	0.93		1.06	46.441	46.291	46.311
0+618			1.097					46.274	
0+619.27 PI-20			1.02	1.04		1.01	46.331	46.351	46.361
BM-10	1.46	47.878	0.953					46.418	
0+630			1.44	1.41		1.33	46.468	46.438	46.548
0+640			1.29	1.28		1.21	46.598	46.588	46.668
0+650			1.23	1.20		1.13	46.678	46.648	46.748
0+661.50			1.295	1.33		1.298	46.548	46.583	46.748

Calle 2. (Datos del levantamiento).

ESTACION	LE	AI	LF	LI			ELEV.		
				IZQ.	CENTRO	DER.	IZQ.	CENTRO	DER.
BM-1	1.26	48.525		1.37				47.265	
0+000 PI-1			1.38			1.37	47.155	47.145	47.155

0+010			1.32	1.37		1.29	47.155	47.205	47.235
0+020			1.34	1.37		1.33	47.155	47.185	47.195
0+040			1.30	1.36		1.36	47.165	47.225	47.165
0+050.40 PI-2			1.31	1.35		1.39	47.175	47.215	47.135
0+060			1.32	1.39		1.42	47.135	47.205	47.105
0+068 tapa PV-6			1.58	1.30			47.135	47.025	47.105
						1.26		45.452	45.412
BM-2	1.128	48.329	1.32					47.201	
0+080			1.23	1.30		1.26	47.029	47.099	47.069
0+100			1.29	1.32		1.32	47.009	47.099	47.009
0+117.45 (PI-3)			1.43	1.463		1.447	46.866	46.899	46.882
BM-3	1.44	48.412	1.357					46.972	
0+129.70 (PI-4)			1.565	1.57		1.585	46.842	46.847	46.827
0+140			1.37	1.42		1.44	46.992	47.042	46.972
0+160			1.32	1.32		1.37	47.092	47.092	47.042
0+180			1.32	1.48		1.48	46.932	47.092	46.932
0+184.58 (PI-5)			1.32	1.47		1.50	46.042	47.092	46.912
0+200			1.41	1.54		1.56	46.872	47.002	46.852
0+209.50 (TAPA DE POZO)			1.63					46.782	

“ Diseño de 1600ml de calle localizados en el casco urbano de Tipitapa, municipio de Managua ” - AÑO: 2010

BM-4	1.32	48.177	1.555					46.857	
0+220			1.36	1.38		1.44	46.797	46.817	46.737
0+230			1.36	1.42		1.48	46.757	46.817	46.697
0+243.65 (PI-6)			1.38	1.51		1.51	46.667	46.797	46.667
TAPA DE POZO			1.555					46.622	
0+245 (OESTE)			1.50	1.45		1.50	46.727	46.677	46.677
0+245 FINAL DE CALLE			1.40	1.45		1.52	46.727	46.777	46.657
0+250			1.43	1.53		1.60	46.647	46.747	46.577
BM-5			1.495					46.682	
0+260			1.50	1.57		1.62	46.607	46.677	46.557
0+270			1.72	1.68		1.71	46.497	46.457	46.467
0+274.84			1.55	1.67		1.64	46.507	46.627	46.537
TAPA DE POZO			1.82					46.357	
BOCA DE CALLE-ESTE.			1.65	1.65		1.70	46.527	46.527	46.477
BOCA DE CALLE FINAL			1.69	1.70		1.77	46.477	46.487	46.407
0+280			1.53	1.59		1.63	46.587	46.643	46.507
BM-6	1.327	47.93	1.574					46.603	
0+300			1.23	1.30		1.39	46.63	46.70	46.54
0+320			1.20	1.24		1.28	46.69	46.73	46.65
0+340			1.36	1.47		1.39	46.46	46.57	46.54

0+360			1.62	1.60		1.45	46.33	46.31	46.48
0+374.78 (PI-8)			1.814	1.82		1.78	46.11	46.116	46.15
BM-7	1.376	47.587	1.719					46.211	
0+387.17 (PI-9)			1.443	1.43		1.452	46.149	46.144	46.135
0+400			1.36	1.37		1.34	46.217	46.227	46.247
0+420			1.40	1.35		1.37	46.237	46.187	46.217
0+434.83 (P-10)			1.43	1.49		1.42	46.049	46.157	46.167
BOCA CALLE PARTE ESTE			1.48	1.46		1.51	46.127	46.107	46.077
BOCA CALLE FINAL			1.49	1.48		1.53	46,107	46.097	46.057
0+440 TAPA DE POZO			1.62					45.967	
0+440			1.54	1.58		1.51	46.007	46.047	46.077
0+460			1.64	1.66		1.61	45.927	45.947	45.977
BM-8	1.123	47.152	1.558					46.029	
0+474.82 (PI-11)			1.28	1.24		1.32	45.912	45.872	45.832
0+476 TAPA DE POZO			1.33					45.822	
BOCA DE CALLE ESTE			1.32	1.36		1.30	45.792	45.832	45.852
BOCA DE CALLE FINAL			1.25	1.31		1.17	45.842	45.902	45.982

0+480			1.31	1.32		1.20	45.832	45.842	45.952
0+500			1.38	1.36		1.37	45.792	45.772	45.782
0+518.37 (ORILLA DE VIGA REMATE)			1.515	1.831		1.575	45.621	45.637	45.577
BM-EXISTENTE			1.532					45.625	

Calle 3. (Datos del levantamiento).

ESTACION	LE	AI	LF	LI			ELEV.		
				IZQ.	CENTRO	DER.	IZQ.	CENTRO	DER.
BM-1	0.818	49.828						49.01	
0+000 (PI-1)			1.12	1.20		1.06	48.628	48.708	48.768
0+010			1.27	1.27		1.27	48.558	48.558	48.558
0+020			1.34	1.34		1.36	48.488	48.488	48.468
0+027(PI-1')			1.40	1.42		1.45	48.408	48.428	48.378
VIGA DE REMATE			1.547	1.64		1.63	48.188	48.281	48.198
BOCA CALLE LADO SUR			1.42	1.41		1.43	48.418	48.408	48.398
BOCA CALLE			1.33	1.18		1.24	48.678	48.498	48.588
BOCA CALLE LADO ESTE			1.08	1.02		1.18	48.808	48.748	48.648
FINAL DE BOCA CALLE			1.06	0,92		1.14	48.908	48.768	48.688
BM-1	0.242	49.252						49.01	
0+000 (PI-1)			0.55	0.59		0.51	48.662	48.702	48.742

0+010			0.78	0.81		0.75	48.442	48.472	48.502
0+020			1.0	0.95		0.97	48.302	48.252	48.282
0+030			1.20	1.21		1.12	48.042	48.052	48.132
0+042.48 (PI-2)			1.34	1.34		1.34	47.912	47.912	47.912
BOCA CALLE LADO ESTE			1.34	1.25		1.31	48.002	47.912	47.942
FIN DE BOCA CALLE			1.30	1.06		1.15	48.192	48.952	48.102
0+050			1.42	1.36		1.40	47.892	47.832	47.852
0+060			1.49	1.47		1.48	47.782	47.762	47.772
0+077.30 (PI-3)			1.68	1.63		1.67	47.622	47.572	47.582
BM-2	0.751	48.734	1.269					47.983	
0+080			1.20	1.18		1.18	47.554	47.534	47.554
0+100			1.30	1.32		1.29	47.414	47.434	47.444
0+120			1.45	1.37		1.44	47.364	47.284	47.294
0+123.90 (PI-4)			1.47	1.50		1.42	47.234	47.264	47.314
TAPA DE POZO			1.49					47.244	
TAPA DE POZO	1.334	48.589	1.479					47.255	
BOCA CALLE LADO ESTE			1.27	1.31		1.28	47.279	47.319	47.338
FIN DE BOCA CALLE			1.25	1.29		1.18	47.299	47.339	47.409

BM-3	1.189	48.431	1.347					47.242	
0+130			1.18	1.21		1.04	47.221	47.251	47.391
0+140			1.20	1.18		1.15	47.251	47.431	47.281
0+160			1.26	1.27		1.24	47.161	47.171	47.191
0+174.30 (PI-5) VIGA DE REMATE			1.37	1.40		1.38	47.031	47.061	47.051
BM-4 (PI-5)			1.128					47.306	
0+186.82 (PI-6) V-R			1.41	1.455		1.44	46.976	47.021	46.991
0+190			1.45	1.53		1.50	46.901	46.981	46.931
0+200			1.49	1.60		1.57	46.831	46.941	46.861
T-P	1.06	48.008	1.483					46.948	
0+220			1.17	1.29		1.31	46.718	46.838	46.698
0+233.96 (PI-7)			1.24	1.26		1.35	46.748	46.768	46.658
TAPA DE POZO			1.27					46.738	
BM-5			1.159					46.849	
BOCA DE CALLE ESTE			1.35	1.36		1.37	46.648	46.658	46.638
FINAL DE CALLE			1.25	1.28		1.25	46.728	46.758	46.758
0+240			1.26	1.34		1.37	46.668	46.748	46.638
0+260			1.34	1.44		1.49	46.568	46.668	46.518

0+270			1.42	1.45		1.54	46.558	46.588	46.468
0+283.85 (PI-8)			1.43	1.45		1.59	46.558	46.578	46.418
TAPA DE POZO			1.40					46.608	
BOCA CALLE LADO ESTE			1.59	1.62		1.57	46.388	46.418	46.438
FIN DE BOCA CALLE			1.53	1.57		1.55	46.438	46.478	46.458
BM-6	0.77	47.651	1.127					46.881	
0+290			1.09	1.13		1.25	46.521	46.561	46.401
0+300			1.16	1.29		1.31	46.361	46.491	46.341
0+320			1.24	1.31		1.35	46.341	46.411	46.301
0+328.82 (PI-9)			1.23	1.35		1.40	46.301	46.421	46.251
BOCA CALLE LADO OESTE			1.35	1.33		1.32	46.321	46.301	46.331
FINAL DE BOCA CALLE			1.27	1.24		1.26	46.411	46.381	46.391
0+330.60 (PI-10)			1.25	1.34		1.38	46.311	46.401	46.271
BOCA CALLE LADO ESTE			1.38	1.42		1.38	46.231	46.271	46.271
FINAL DE BOCA CALLE			1.30	1.32		1.25	46.331	46.351	46.401
0+340			1.31	1.37		1.43	46.281	46.341	46.221
0+360			1.39	1.43		1.57	46.221	46.261	46.081
0+370			1.57	1.52		1.60	46.131	46.081	46.051

BM-7	0.45	47.097	1.016					46.647	
0+380.45 (PI-11)			1.12	0.68		1.21	46.417	45.977	45.897
BOCA CALLE LADO ESTE			1.21	1.26		1.13	45.837	45.887	45.967
FINAL DE BOCA CALLE			1.12	1.25		1.14	45.847	45.977	45.957
0+390			1.26	0.92		1.32	46.177	45.837	45.777
0+400.17 (PI-12)			1.40	1.30		1.34	45.797	45.697	45.757
0+410			1.51	1.36		1.57	45.737	45.587	45.527
0+423.48 (PI-13) V-R			1.745	1.765		1.755	45.332	45.352	45.342
BM-8			1.598					45.499	

3.2.15 Metodología del procesamiento de datos topográficos.

El procesamiento de los datos topográficos encontrados comprende el diseño de curvas horizontales, verticales y el cálculo total del movimiento de tierra correspondiente a los tramos en estudio.

Para el diseño de curvas horizontales se utilizan los datos que se encontraron en la planimetría; es decir con los ángulos encontrados en los PI'S procede a obtener los correspondiente estacionamientos y diseñar las curvas de acuerdo a las características de la vía.

En el cálculo de las curvas horizontales se utilizan los datos de altimetría, y sumado a estos están las pendientes encontradas entre los PI'S¹ a lo largo de la vía, una vez que se tienen los datos se diseñan las curvas, encontrando de esta manera las elevaciones reales de la calle.

Los casos donde se encontró la combinación de curvas horizontales y verticales se diseñan de igual manera pero se debe tener un poco de precaución con la altimetría y con los radios de giro.

1: PI'S, puntos de intersección de curvas.

3.3 Estudio de suelos.

3.3.1 Tipos de sondeo

Los sondeos realizados en los tramos de estudio se establecieron específicamente a lo largo de la vía a una distancia de 100m entre cada sondeo, efectuando directamente las excavaciones a izquierda, centro y derecha de la vía con la profundidades necesarias para obtener el grafico de la estratigrafía del suelo existente.

De conformidad con el análisis pertinente del proyecto en cuanto a la realización de un estudio de suelo en el sitio del proyecto, se procedió a ejecutar el presente estudio geotécnico para el proyecto: adoquinado de calles de Tipitapa, departamento de Managua.

Programa de explotación y equipo utilizado

Para la investigación de las condiciones del sub-suelo se ejecutaron diecisiete (17) sondeos hechos a mano, con barras y pasteadoras en los sitios indicados en el plano de conjunto, a 100 m de distancia aproximadamente entre cada uno de ellos, según lo aconsejable para obtener un buen análisis del terreno. La profundidad de los sondeos fue de 1.50 m en promedio encontrando estratos de diferentes composiciones y espesores.

A ejecutar las perforaciones se tomo un registro continuo de las muestras del sub-suelo, extrayendo estas con palas, palines y pasteadoras.

Se adjunto a este informe como anexos los resultados los análisis de los suelos y su clasificación así como el estudio de un banco de material selecto para utilizarse en el relleno de las calles y las recomendaciones adjuntas a los materiales encontrados.

Métodos de muestreos y ensayos

Las muestras fueron extraídas como se indico anteriormente, con palas y palines. Para los ensayos de los suelos se emplearon los métodos ASTMsiguientes:

- Granulometría: ASTM C 136-95a y D 1140-92
- Limites de consistencia ASTM D 4318-93
- Clasificación de suelos: por el método HRB

3.3.2 CBR de diseño¹

Este método fue propuesto en 1929 por los ingenieros T. E. Stanton y O. J. Porter del departamento de carreteras de California. Desde esa fecha tanto en Europa como en América, el método CBR se ha generalizado y es una forma de clasificación de un suelo para ser utilizado como subrasante o material de base en la construcción de carreteras. Durante la segunda guerra mundial, el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos adoptó este ensayo para utilizarlo en la construcción de aeropuertos.

Definición de CBR

El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1” ó 0.2” de penetración, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar.

También se dice que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

3.3.2.1 Generalidades

El ensayo de C.B.R. mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como “Relación de soporte” y esta normado con el número ASTM D 1883-73.

Se aplica para evaluación de la calidad relativa de suelos de subrasante, algunos materiales de sub – bases y bases granulares, que contengan solamente una pequeña cantidad de material que pasa por el tamiz de 50 mm, y que es retenido en el tamiz de 20 mm. Se recomienda que la fracción no exceda del 20%.

Este ensayo puede realizarse tanto en laboratorio como en terreno, aunque este último no es muy practicado.

1: CBR; mecánica de suelos; Juárez Badillo y Rico Rodríguez.

3.3.2.2 Ensayo de C.B.R.

El número CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria en Kilos/cm², libras por pulgadas cuadrada, (psi)) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (con un área de 19.4 centímetros cuadrados) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturada, en ecuación, esto se expresa:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{carga unitaria de ensaye}} * 100 \quad \text{Ecuación 3.2.1}$$

Los valores de carga unitaria que deben utilizarse en la ecuación son:

Penetración		Carga unitaria patrón		
Mm	Pulgada	Mpa	Kg/cm2	Psi
2,54	0,1	6,90	70,00	1000
5,08	0,2	10,30	105,00	1500
7,62	0,3	13,10	133,00	1900
10,16	0,4	15,80	162,00	2300
12,7	0,5	17,90	183,00	2600

TABLA 3.3.1 VALORES DE CARGA UNITARIA. FUENTE: AASHTO

El número CBR usualmente se basa en la relación de carga para una penetración de 2.54 mm (0,1”), sin embargo, si el valor del CBR para una penetración de 5.08 mm (0,2”) es mayor, dicho valor debe aceptarse como valor final de CBR.

Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para el suelo específico, determinado utilizando el ensayo de compactación estándar. A continuación, utilizando los métodos 2 o 4 de las normas ASTM D698-70 ó D1557-70 (para el molde de 15.5 cm de diámetro), se debe compactar muestras utilizando las siguientes energías de compactación:

Método		Golpes	Capas	Peso del martillo N
D698	2 (suelos de grano fino)	56	3	24,5
	4 (suelos gruesos)	56	3	24,5
D1557	2 (suelos de grano fino)	56	5	44,5
	4 (suelos gruesos)	56	5	44,5

TABLA 3.3.2 ENERGÍAS DE COMPACTACIÓN. FUENTE: AASHTO

El ensayo de CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y subrasante bajo el pavimento de carreteras y aeropistas, la siguiente tabla da una clasificación típica:

CBR	Clasificación general	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 – 3	muy pobre	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
3 – 7	pobre a regular	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 – 20	Regular	sub-base	OL,CL,ML,SC	A2,A4,A6,A7
			SM,SP	
20 – 50	Bueno	base,subbase	GM,GC,W,SM	A1b,A2-5,A3
			SP,GP	A2-6
> 50	Excelente	Base	GW,GM	A1-a,A2-4,A3

TABLA 3.3.3 CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA INFRAESTRUCTURA DE PAVIMENTOS. FUENTE: AASHTO

Existen algunos métodos de diseño de pavimentos en los cuales se leen tablas utilizando directamente el número CBR y se lee el espesor de la subrasante (por ejemplo “Principios de diseño de pavimentos”, Jhon Wiley & Sons, 1959, Capítulo 14 y 15).

3.3.2.3 Equipo necesario

- Prensa de Ensaye
- Molde
- Disco espaciador
- Pisón
- Cargas
- Pistón de penetración
- Aparato para medir expansión

3.3.2.4 Razón de Soporte (CBR)

- El valor del CBR es la relación expresada en porcentaje entre la carga real, que produce una deformación establecida y la que se requiere para producir igual deformación establecida y la que se requiere para producir igual deformación en un material chancado y normalizado, se expresa por la relación:

$$\text{CBR} = \frac{p}{p_i} * 100 \quad \text{Ecuación 3.3.2}$$

P: Carga obtenida en el ensayo

Pi: Carga unitaria normalizada

Las cargas normalizadas se dan en la tabla 3.3.4

PENETRACION	TENSIONES NORMALIZADAS MPa	TENSIONES NORMALIZADAS MPa
2.54	6.9	70
5.08	10.3	105
7.62	13.1	133
10.16	15.8	162
12.7	17.9	183

TABLA 3.3.4 PENETRACIÓN – TENSIONES NORMALIZADAS. FUENTE: AASHTO

Para los suelos del tipo A – 1; A – 2 – 4 y A – 2 – 6, la razón de soporte se calcula solo para 5 mm de penetración (0.2 pulgadas).

Para suelos del tipo A – 4; A – 5; A – 6 Y A – 7, cuando la razón correspondiente a 5 mm es mayor que a 2,5 mm, confirmar el resultado, en caso de persistencia, la razón de soporte corresponderá a 5 mm de penetración.

Para suelos del tipo A – 3; A – 2 – 5 Y A – 2 – 7, el procedimiento a aplicar queda al criterio del ingeniero.

Con el resultado del CBR se puede clasificar el suelo usando la tabla 3.3.5 .

CBR	CLASIFICACION
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Subbase buena
50 – 80	Base buena
80 – 100	Base muy buena

TABLA 3.3.5 CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE ACUERDO AL CBR. FUENTE: AASHTO

Quando se requiere conocer los efectos de pre consolidación natural, estructura de suelo, cementación natural, estratificación, que son aspectos que no pueden producirse con muestras remoldeadas de suelo ni con muestras supuestamente inalteradas que se ensayen en laboratorio, se recomienda efectuar el ensaye CBR in situ, siempre que el terreno natural esté en las condiciones más críticas en el momento de efectuar la prueba. El procedimiento que se sigue en esta prueba es similar al establecido en los ítems anteriores, con la diferencia que en este caso, la muestra no esta confinada en un molde.

Es condición que en el lugar que se realice el ensaye no existan partículas superiores al tamiz 20 mm (3/4”). La preparación del terreno requiere enrasar y nivelar un area de 30 cm de diámetro, para posteriormente colocar las sobrecargas estipuladas.

Determinación del CBR de Diseño: Para determinar el CBR de diseño se hace necesario realizar varias pruebas cuyo número depende de la importancia del proyecto y de la longitud del mismo. Todas estas pruebas es de esperar que den resultados diferentes a causa de las variaciones naturales de los suelos y a las imprecisiones que pueden cometerse al efectuar los ensayos. El valor a tomar debe ser representativo de los materiales existentes, en el tramo de camino a considerar en el diseño de pavimento, por lo que existen muchos criterios, para seleccionar el CBR adecuado, siendo el más utilizado el del Instituto del Asfalto, quien recomienda tomar un valor tal, que el 60, el 75 ó el 87.5% de los valores individuales sea mayor o igual que él, de acuerdo con el tránsito que se espere circule sobre el pavimento, como se muestra la tabla siguiente:

Número de Ejes de ≥ 5 Toneladas en el Carril de Diseño	Percentil a Seleccionar para hallar el CBR de Diseño
10^4	60
10^4 a 10^6	75
$>10^6$	87.5

TABLA 3.3.6 PERCENTIL CORRESPONDIENTE A CADA CBR. FUENTE: AASHTO

La metodología para la elección del CBR a utilizar consiste en:

1) Se ordenan los valores de menor a mayor y se determina el número y el porcentaje de valores iguales o mayores que cada uno.

2) Se dibuja un gráfico que represente los valores de CBR contra los porcentajes anteriormente calculados y con la curva que se obtenga, se determina el CBR para el percentil elegido, de acuerdo al número de ejes equivalentes en el carril de diseño.

Con el objetivo de hacer una caracterización completa de los componentes estructurales de las capas de la vía, se procedió a obtener y realizar muestras para CBR de la siguiente manera:

De los suelos superficiales existentes en las calles

Se conformó un grupo de muestra representativa para el ensaye de CBR de la capa superficial existente para analizar si cumple o se refuerza la misma y ésta sea parte de la estructura de rodamiento de la calle. La muestra representativa es de suelo en la capa superficial resulta ser tipo A-2-6 (0). Los valores de CBR en condiciones de saturación que arrojó son

Calle no. 1

35, 43, 51 compactados al 90, 95, y 100%.

Calle no. 2

22, 26, 30 compactados al 90, 95, y 100%.

Calle no. 3

50, 60, 70 compactados al 90, 95, y 100%.

Fuente de Materiales

Banco “El Vertedero o Basurero”

Se realizaron ensayos de CBR en el banco “El Vertedero o Basurero”, para evaluar su comportamiento. Se prepararon las muestras para ser ejecutados los ensayos de CBR y así mismo, se compactaron con la energía aplicada para las capas superficiales de acuerdo a la norma AASHTO T-180 y para la muestra que será utilizada como subrasante la norma AASHTO T-99; asimismo, los grados de compactación son de 90, 95 y 100%. En el anexo se detallan los resultados de los mismos.

Es necesario mencionar que los grados de compactación están referidos a la Densidad Máxima de los suelos de cada grupo, esto implicó realizar los respectivos ensayos de Proctor Estándar para los suelos que conformarán la sub base y Proctor Modificado para los que conformarán la base de la estructura de pavimento.

3.3.3 Método de clasificación de suelos

3.3.3.1 Clasificación de suelos

Los sistemas de clasificación fueron desarrollados para encuadrar los suelos dentro de una determinada tipología, con sólo conocer su granulometría y su plasticidad. Debe dejarse claro que la simple clasificación no permite predecir con exactitud el comportamiento verdadero de los suelos, pero sí ofrece una estimación general de ellos y sirve como ayuda para agruparlos con el fin de conformar las unidades de diseño.

Los dos sistemas de clasificación más difundidos son el unificado, desarrollado originalmente por Casagrande y el conocido como AASHTO, derivado del antiguo sistema HRB. En Nicaragua, el primero goza de mayor aceptación entre los diseñadores de pavimentos; sin embargo, el segundo, tanto por haber sido concebido específicamente para estudios de carreteras, como por el hecho de agrupar mejor los suelos de similar comportamiento, resulta más adecuado y es, por tanto, el que se recomienda para aplicación en el presente manual.

El sistema se resume en la Tabla 5.8 Hay que tener presente que la escasez de tiempo para la ejecución de estos estudios impide efectuar ensayos sobre cada muestra de suelo encontrada en el programa de muestreo. Por ello, se hace preciso clasificar visualmente una gran cantidad de muestras. Un operador calificado puede, luego de haberse familiarizado con el sistema, asignar símbolos de clasificación a los suelos juzgando su apariencia y textura. De esta manera, el número requerido de ensayos con propósitos de clasificación se reduce a un mínimo. Debe tenerse presente, además, que las muestras para ensayos de rutina se deben tomar de acuerdo con el desarrollo del perfil a lo largo de la vía y la secuencia con que se presenten las diferentes capas de suelo. La selección de muestras al azar con este propósito debe descartarse.

CLASIFICACION DE SUELOS Y DE MEZCLAS DE SUELOS Y AGREGADOS DE LA AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAYS AND TRANSPORTATION OFICIALS (AASHTO)

Clasificación general	Materiales granulares 35% o menos pasa la malla n°200							Materiales limo arcillosos Pasa mas del 35% de la malla n° 200			
Clasificación por grupos	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 A-7-6
% que pasa n° 10 n° 40 n° 200	50max 30max 15max	50max 25max	51min 10max	35max	35max	35max	35max	36min	36min	36min	36min
Limite liquido Índice de plasticidad	6max		NP	40max 10max	41min 10max	40max 11min	41min 11min	40max 10max	41min 10max	40max 11min	41min 11min
Tipos usuales de los materiales	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Arenas gravas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Clasificación general de subrasante	De excelente a buena						De regular a mala calidad				

TABLA 5.8 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN HRB. FUENTE: AASHTO.

El sistema incluye el cálculo de un parámetro adicional, denominado índice de grupo, el cual es función de la proporción de finos y su plasticidad. Su cálculo permite establecer aún mejor las características del suelo, dado que entre mayor sea su valor, mayor será su actividad potencial.

La expresión para determinarlo es la siguiente:

$$I.G. = (F - 35) 0.2 + 0.005 (LL - 40) + 0.01 (F - 15) (IP - 10) \quad \text{Ecuación 3.3.3}$$

Donde:

F = Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, expresado en números enteros. Este porcentaje está basado solamente en el material que pasa el tamiz de 3".

LL = Límite líquido del suelo.

IP = Índice de plasticidad del suelo.

Ensayes de laboratorio

Las muestras extraídas de los sondeos fueron trasladadas al laboratorio central de Managua donde se le efectuaron los ensayes de laboratorio necesarios para su clasificación de acuerdo al método del (HRB)¹.

El banco de material selecto muestreado en el banco el basurero, está ubicado en el casco urbano de la ciudad de Tipitapa, propiamente en el viejo botadero municipal.

Los resultados de los ensayes de laboratorio se muestran en las hojas de resultados de ensayes de suelos que se adjuntan al final del capítulo.

Características del sub-suelo

Los diecisiete (17) sondeos realizados proporcionan un panorama bastante claro de la estratigrafía y condiciones del sub-suelo del sitio en estudio, hasta la profundidad explorada. En términos generales se puede asegurar que el subsuelo comprende varias capas de suelo muy bien definidas, cuyas descripciones detallamos a continuación:

La descripción y ubicación de cada sub-tramo de calle fue nombrado y entregado en campo por personal del cliente.

En la calle #1, se realizaron cinco sondeos, en la calle #2 se hicieron siete sondeos y en la calle # 3 se realizaron cinco sondeos, el detalle de cada uno y su ubicación se describe en los anexos de este capítulo.

El material superficial está compuesto por un material clasificado como A-2-4(0) con un espesor que varía de 0.17 m a 0.33 m, no plásticos (NP).

La segunda capa está compuesto por un material clasificado como A-2-4 (0), con un espesor que varía de 0.12m a 0.57 m, limite liquido de 37 y plasticidad de 10. Lo anterior se exceptúa del sondeo #4 en donde la primera capa tiene 0.33m y la segunda se clasifica como A-2-7 (0) con espesor de 0.27 m, limite liquido de 63 y plasticidad de 21. Es necesario tener precaución al realizar el movimiento de tierra entre la Est. 0+250 hasta la Est. 0+350 pues el material encontrado es totalmente inadecuado ya que presenta características inaceptables.

1: HRB: highway research board; METODO DE CLASIFICACION DE SUELOS.

3.4 Estudio hidrológico

3.4.1 Metodología utilizada¹

El trabajo presentado en este capítulo consiste en garantizar el diseño hidráulico de las calles en estudio y de esta manera realizar el drenaje pluvial de forma segura y ordenada de las calles que serán adoquinadas en la Ciudad de Tipitapa.

Tipitapa no dispone de sistema de drenaje pluvial en sus calles, actualmente el drenaje pluvial escurre libremente en las calles provocando problemas de inundaciones en los sectores más bajos de la ciudad. Los tramos de calles que se incluyen en este proyecto presentan serios problemas de inundaciones debido a esta problemática y al hecho de que las pendientes topográficas en la localidad son bastante regulares o pobres.

Los tramos de calles que serán adoquinados, reciben aportes de toda la cuenca Noreste de la ciudad, este caudal supera la capacidad de conducción de las cunetas proyectadas, por ello se debe incluir un sistema de conducción de escorrentía pluvial con disposición en el cauce pluvial localizado en el sector norte de la ciudad y que tiene como descarga final el Río Tipitapa.

Para las estimaciones de los caudales de diseño y la determinación de la velocidad y el área hidráulica para drenar el agua pluvial transversal como longitudinalmente se basaron en el método Racional y la fórmula de Manning.

1: apuntes tomados de la asignatura de hidrología; Ingeniero Otoniel Arguello

3.4.2 Método Racional

El caudal de agua de lluvia se calcula por el Método Racional, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$Q = CIA / 360 \text{ Ecuación 3.4.1}$$

En donde:

- 1) Q= Caudal en m³/s
- 2) I = Intensidad de la lluvia (igual al tiempo de concentración).
- 3) A= Área de drenaje de la sub-cuenca (en Ha).
- 4) C= coeficiente ponderado de escorrentía (adimensional).

3.4.2.1 Criterios de diseños hidráulicos

Intensidad de la Lluvia (I)

Los valores de la intensidad usado en este estudio, fueron estimado con los registros de INETER, en el cual se analizaron los datos de la estación meteorológica del INETER, ubicada en el Aeropuerto Internacional de Managua, determinándose los valores anuales máximo de intensidad de lluvia para tiempos de duración de 5,10, 15, 30, 60, 120 y 360 minutos.

Los valores de intensidad usados en este estudio se determinaron por medio de la fórmula abajo descrita, en las cuales se analizaron los datos de la estación

meteorológica indicada anteriormente, el período de registro analizado es de 1974-2002. Los parámetros para los ajustes de las curvas son:

Parámetros de ajuste para las ecuaciones de la forma $I = A / (t+d)^b$ **ecuación 3.4.2**

Tiempo de Concentración (Tc)

Los tiempos de concentración se calculan utilizando la siguiente fórmula establecida por el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano.

$$T_c = 0.0041 * (3.28 * L / \sqrt{s})^{0.77} \text{ Ecuación 3.4.3}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración de la lluvia en minutos

L = Longitud máxima de recorrido en metros

S = Pendiente media del terreno en m/m

Tc = tiempo de concentración será igual o mayor que la duración de la lluvia

Coefficiente de Escorrentía

Estimación del Coeficiente “C”

El Coeficiente de escurrimiento “C” se definió en función del tipo de suelo de la cuenca, su tipo de cobertura vegetal, tipo de pendientes, para ello se evaluó el “C” conforme al procedimiento expuesto por Benard en la siguiente tabla 6.3:

Tabla 3.4.1 Coeficiente de Escorrentía (C)*

Uso del Suelo	Us	%	Valor
1) Vegetación densa, bosque, cafetal con sombra, pastos	0.04	0	0
2) Maleza, arbustos, (solar baldío), cultivos perennes, parques, cementerios.	0.06	0.5	0.03
3) Sin vegetación o cultivos anuales	0.1	0	0
4) Zonas Suburbanas (viviendas, negocios)	0.2	0.5	0.1
5) Casco Urbano y zonas industriales	0.4	0	0

		1	0.13
Factores de Ajuste			
Tipo de suelo	Ts		
1) Permeable (terreno arenoso, ceniza volcánica, pómez)	1	0	0
2) Semipermeable (terreno arcilloso - arenoso)	1.25	0.5	0.625
3) Impermeable (terreno arcilloso, limoso, marga)	1.5	0.5	0.75
		1	1.375
Pendiente del terreno (%)	Pt		
de 0.0 a 3.0	1	1	1
de 3.1 a 5.0	1.5	0	0
de 5.0 a 10.0	2	0	0
de 10.1 a 20	2.5		0
de 20.1 y más	3	0	0
		1	1

$$C = Us * Ts * Pt$$

$$C = 0.179.$$

Donde Us: uso del suelo, Ts: tipo de suelo, Pt: pendiente del terreno.

Para el proyecto se estima un Coeficiente C de 0.18.

Áreas de Drenaje (A)

Existen dos puntos de concentración del flujo que recogen los aportes de toda la cuenca estudiada, estos puntos son las esquinas donde inicia el drenaje en las calles proyectadas para ser revestidas con adoquín. Dos de los puntos son en la esquina de los Tanques de ENACAL, la otra en la esquina del Instituto Nacional de Tipitapa y la tercera es la estación 0+620 de la calle 2, en el extremo este del área de estudios.

Las superficies de drenaje fueron estimadas con el empleo del programa de diseño gráfico AUTOCAD. Se concentraron los aportes en cada uno de los tramos y puntos de diseño y se realizaron los cálculos de caudales correspondientes.

3.5 Estudio de Impacto ambiental.

La humanidad ha tomando conciencia de la necesidad que tiene de conocer las vías para la creación de riquezas (las necesarias y las que no lo son) así como las consecuencias que de tales acciones se derivan, tal razonamiento está vinculado directamente con las manifestaciones de la naturaleza, desde un punto de vista global, de tal manera que cada vez se hace más difícil controlar las dañinas consecuencias de los fenómenos conocidos como naturales, debido al inadecuado comportamiento del hombre en su medio.

Definición

Se llama **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)** al procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. Este procedimiento jurídico administrativo se inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, continua con la realización del EIA (Estudio de Impacto Ambiental) a cargo del promotor y su presentación al órgano sustantivo. Se prolonga en un proceso de participación pública y se concluye con la emisión de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) por parte del Órgano Ambiental.

El concepto de Evaluación de Impacto Ambiental se puede definir como un conjunto de técnicas que buscan como propósito fundamental un manejo de los asuntos humanos de forma que sea posible un sistema de vida en armonía con la naturaleza.

Todo estudio del impacto tendrá el siguiente contenido general:

- a) Resumen ejecutivo del estudio de impacto ambiental.
- b) Descripción del proyecto.
- c) Definición de la línea base ambiental.
- d) Identificación y evaluación de los impactos.
- e) Medidas preventivas, correctoras y de mitigación.
- f) Identificación de los impactos residuales.

- g) Plan de monitoreo durante la construcción, la operación y el cierre definitivo.
- h) Resultados de las consultas con las autoridades locales y la población.

3.5.1 Localización geográfica y descripción general del proyecto.

3.5.1.1 Localización geográfica

Los tramos de estudio localizados en el casco urbano de Tipitapa se encuentra geográficamente ubicado en el departamento Managua, en la zona del pacifico de nuestro país; uno los barrios correspondiente a Anexo la Villa, Rubén Ulloa, Villa Victoria de Julio y Antonio Mendoza. Se inicia específicamente en la entrada al barrio anexo villa victoria de julio sobre un camino de topografía plana, siguiendo en dirección noreste, y atraviesa los poblados de anexo la villa, Rubén Ulloa, villa victoria de julio y Antonio Mendoza. Tiene una longitud de 1.60 Km.

Con la implementación del proyecto se pretende reducir los tiempos de viajes, los costos de operación vehicular y por consiguiente los costos de producción, ya que permitirá el acceso de los productos de consumo más rápidamente a los mercados de consumo en Tipitapa y Managua con mayor rapidez y seguridad, integrando también el Municipio de Tipitapa con las zonas del Norte de Nicaragua y resto del país, a través de esta vía.

El adoquinamiento del camino, le abrirá una nueva perspectiva para el desarrollo económico, productivo y turístico a los barrios asociadas al llamado centro turístico los termales de Tipitapa, imprimiéndoles una nueva y emprendedora actividad productiva, económica y social que le facilitará el desarrollo en todos sus órdenes, mejorando la calidad de vida de los pobladores de las barrios localizadas en los sectores aledaños a ella, lo cual la reviste de una gran importancia a la sociedades asentadas a lo largo de la vía y dentro de su área de influencia integrándolos rápidamente a la economía regional; de forma que este corredor sirva como otra alternativa para los desplazamientos de los pobladores y bienes que se generan o atraen, formando parte de las facilidades de la vía y que por su localización la transforma en una vía

estratégica para la interconexión entre las poblaciones y ésta a su vez con la carretera Panamericana Nic. - 1, permitiendo ahorros sustanciales de tiempo, distancia de viaje, costos de operación vehicular, de transporte y reduciendo los riesgos de accidentes de tránsito para el transporte vehicular en su conjunto.

3.5.1.2 Descripción Técnica del Proyecto

El proyecto consiste en el adoquinamiento de 1.7 kilómetros, que según valoración técnica la sección típica a utilizar tiene un ancho de rodamiento de 2.5 m por sentido y 0.450 m de hombro, la instalación del sistema de drenaje menor, y la construcción de las estructuras que comprenden el drenaje mayor. La construcción de la estructura de pavimento, que consiste en una capa de agregado tratada material selecto de 12 centímetros de espesor y la colocación de la estructura de pavimento de adoquines TIPO TRAFICO LIVIANO.

En lo que respecta al drenaje menor se colocara Tubería de concreto o de PVC tipo Rib Loc, para ubicar entre los PV hasta descargar al río, 3 PV de aproximadamente 5.00 m y 1PV de 2.20 m de altura, de ladrillos según especificaciones de las Normas de Alcaldía de Managua.

Se recomienda Conformar calle con pendiente del 0.002m/m hacia el este y así bajar la altura de los PV.

Del análisis realizado a los resultados del estudio de tráfico, se obtuvo la sección típica (general) que el proyecto requiere para satisfacer las necesidades que se producirían a lo largo del periodo de operación.

Con la velocidad de proyecto y la sección típica definida y de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del Manual de la AASHTO-2004, se establecieron las normas de diseño geométrico a emplearse y que se presentan en la siguiente tabla 8.1.

Clasificación	Pista urbana
Derecho de vía	Variable
Ancho de corona	7.24m
Ancho de rodamiento	6.04m
Ancho de cuneta	2m

Carga de diseño de puente	Hs20-44+30%	
Vehículo de diseño	CU(SU)	
Distancia entre ejes	6.10M	
Pendiente máxima	Terreno plano	7% en 350m
	Terreno ondulado	8%-10% en 200m
	Terreno montañoso	11%-14% en 150m
Pendiente mínima en corte	0.5%	
Velocidad de diseño	Terreno plano	30km/h
	Terreno ondulado	30km/h
	Terreno montañoso	25km/h
Bombeo	3%	
Superficie de rodamiento	Adoquín	
NC: numero y ancho de carriles	NC=2, ancho en tangente	3.02m
	NC=2, ancho en curva	variable
Enlaces	Radio mínimo	15m
	Ancho de carril	7m

TABLA 3.5.1 RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO FUENTE: AASHTO

3.5.2 Descripción del medio ambiente

3.5.2.1 Medio Físico

3.5.2.1.1 Macro localización

El tramo de adoquinado de 1600ml está comprendido entre los barrios correspondiente a Anexo la Villa, Rubén Ulloa, Villa Victoria de Julio y Antonio Mendoza, geográficamente se encuentra ubicado en el departamento de Managua, en la zona del Pacífico de nuestro país, específicamente en el municipio de Tipitapa, cuya cabecera municipal está ubicada a 20 kms. De la ciudad de Managua, Capital de la República.

Tipitapa está ubicada entre las coordenadas 12° 04' latitud norte y 86° 01' latitud oeste.

Límites:

Al norte: Ciudad Darío (Dpto. de Matagalpa).

Suroeste: Municipio de Managua.

Al este: Municipio de Tisma

3.5.2.1.2 Geología y Geomorfología

3.5.2.1.2.1 Geología

El tramo de adoquinado de 1600ml se encuentra ubicado dentro de la estructura conocida como Depresión o Graben Nicaragüense, constituye una estructura tectónica joven, cruzando todo el Pacífico de Nicaragua. Ubicándose desde el Golfo de Fonseca hasta la frontera con Costa Rica.

El Graven se encuentra limitado por los dos sistemas de fallas de rumbo NO-SE y su origen está relacionado a la actividad volcánica reciente, a la fosa mesoamericana y al movimiento de las placas Coco y Caribe.

Actualmente la depresión se encuentra superficialmente rellenada con depósitos piroclásticos y aluvionales, su espesor es un poco inferior a los 2000m.

El Graben se formó como consecuencia de la fallas, que provocaron un hundimiento de las regiones comprendidas entre las fracturas y fue acompañado por actividades volcánicas. Los dos grandes lagos ocupan hoy el 40 % de la depresión, entre estos existe una franja que une a los lagos un río que actualmente no comunica a ambos lagos y en la que está ubicado el tramo en estudio.

3.5.2.1.2.2 Geomorfología

Morfología: El Municipio de Tipitapa se encuentra ubicado en la planicie Estructural de ignimbritas de Tipitapa, (Hradecky et al, 1998), en la zona costera Sur oriental del Lago Xolotlán (Managua), con alturas de 37 hasta 68 m.s.n.m. Por el extremo Norte de la ciudad pasa el río Tipitapa que une los Lagos Xolotlán y Cocibolca.

Pendientes: relieve con pendientes entre 1 y 2%.

La geomorfología del sector está basada principalmente en la Depresión Nicaragüense, que es un valle de relieve suave de 30 a 45 km de ancho. Al este se encuentra limitada por la región Central (Tierras altas del interior) y en el Sur y Suroeste llega al pie

oriental de la cadena volcánica. Su estructura de Graben o fosa tectónica está parcialmente cubierta por depósitos aluviales y escombros volcánicos.

La zona más baja de la depresión está ocupada por el golfo de Fonseca, Lago de Managua.

Esta provincia está subdividida en subprovincias y estas son: Llanos Nagrandanos, Llanos del Noroeste, Llanos de Rivas, Llanos de Tipitapa (sitio donde se encuentra ubicado el camino), Llanos de Mayales y Llanos de San Carlos.

3.5.2.1.3 Suelo

Catastro en 1972. La Geología del Municipio de Tipitapa está representada por depósitos cuaternarios volcánicos- sedimentarios y piroclásticos del Holoceno. En el sitio de estudio el suelo está constituido por arena limosa de color pardo a rojizo, además de fallas geológicas en los alrededores.

Todo el camino transcurre sobre un mismo tipo de suelo Molisol (MD), pero atraviesa varios sub grupos, estos son Typic Argiaquolls, Duric Argustolls, Udic Argiustolls+Pachic Argiustolls y Typic Durustolls. En la tabla 8.2 se muestra el sub grupo correspondiente.

El Estudio Geotécnico en el área, determinando las propiedades físico - mecánicas de suelo. De acuerdo al sistema AASHTO o HRB, el suelo del sitio se clasifica como: (A-2-4)arena gravas limosas (en un espesor que varia de 0.12m a 0.57m).

Tipos de suelos

Sub grupo
Typic Argiaquolls
Duric Argiustolls
Udic Argiustolls+Pachic Argiustolls
Typic Durustolls

TABLA 3.5.2 FUENTE. INETER

Orden Molisol. Son suelos con drenaje muy pobre, su profundidad va de superficiales a muy profundos, y se encuentran en relieves planos a muy escarpados.

Acá se destaca que el nivel actual de la calle presenta topografía plana con pendientes de 0.8% a 1%; pero desde la estación 0+020 hasta la estación 0+080 existe un caso crítico, pues en este tramo a una distancia de cinco metros (5m) con respecto al centro de la calle el desnivel está en un intervalo de 0.9m a 1.5m.

3.5.2.1.4 Red Hídrica

El Municipio está abastecido de corrientes de agua grandes como: el lago Xolotlán y el histórico río Tipitapa, además posee en sus alrededores algunos ojos de agua que están ubicados en la cercanía del Sistema urbano de Tipitapa del que fluye el agua y corre de forma intermitente buscando el lago. La red hídrica se basa en los diferentes cauces que bajan de la parte alta y van buscando ya sea el río Tipitapa y/o El Sistema periférico de lago.

3.5.2.1.5 Hidrogeología:

Por encontrarse dentro del Graben Nicaragüense el grupo hidrogeológico se encuentra en una situación no favorable pues esta área está dentro de un conjunto de acuíferos estratiformes porosos, y por su ubicación geográfica y nivel sobre el mar nos indica que posee pendiente muy bajas y trae como consecuencia estancamiento de agua pues las escorrentías no circulan con la fluidez suficiente. Generalmente prevalecen los acuíferos con un cuerpo de agua subterránea que desde el punto de vista regional están hidráulicamente conectados.

Por encima de estos cuerpos de agua principalmente en zonas elevadas se encuentran acuíferos colgantes.

La transmisividad presente en esta zona es alta y aunque hay acuíferos conectados podemos encontrar diferentes caudales.

Drenaje: La red de drenaje fluvial en la zona de Tipitapa consiste de quebradas que vienen de las pequeñas lomas localizadas al Noreste y Este del sitio de estudio. Estas se caracterizan por tener un patrón de **drenaje paralelo**, con una dirección del flujo de Oeste a Este, pero muchas veces no funciona así, por consiguiente se tienen

inundaciones en lugares críticos donde las pendientes convergen en un mismo punto. El río Tipitapa es afluente al Lago de Nicaragua o Cocibolca, que a su vez desemboca en el Río San Juan de Nicaragua y forma parte de la cuenca del mismo nombre. Estos pequeños arroyos (tributarios) son de carácter intermitentes que permanecen sin agua en el verano por poseer cuencas tributarias muy pequeñas las que tienen forma alargada.

3.5.2.1.6 Clima

El tramo en estudio está en una zona con clima caliente, denominado de Sabana Tropical SECO (AW) según Wladimir Koppen, la precipitación según la zona varía entre los 600 a 2,000 mm anuales, en la parte central.

Estas condiciones están presentes en todo el pacífico de Nicaragua, hasta la parte alta de la región central.

Se caracteriza por presentar una marcada estación seca que inicia en el mes de noviembre y concluye el mes de abril, y una estación lluviosa de Mayo a Octubre.

Precipitación Media

Según los registros (INETER), la precipitación media anual en la zona oscila entre los 1,000 y 1,400 milímetros anuales, principalmente estas lluvias se presentan de Mayo a Octubre, registrándose precipitaciones aisladas en el mes de noviembre.

Entre Octubre y Abril se establece un período seco en el que se incrementan los vientos y ayuda a que el clima se torne completamente seco.

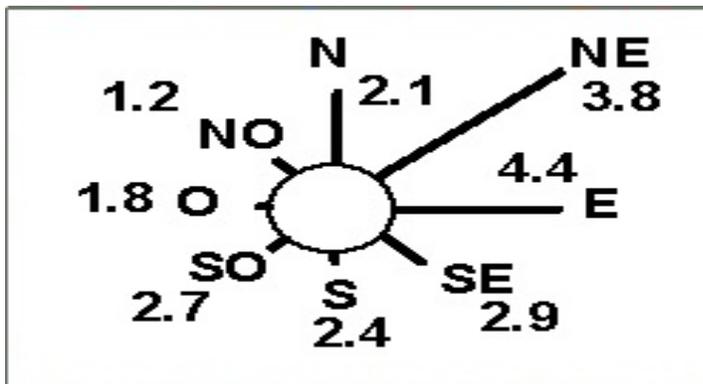
Temperatura media

Por encontrarse en una zona relativamente plana y estar presente cuerpos de agua, la temperatura media anual varía entre los 30°C y 32 °C, en la época de lluvia las temperaturas disminuyen ligeramente y en la época de verano las temperaturas llegan a alcanzar temperaturas máximas de hasta 39°C.

Como el camino está en una planicie y el punto más alto y el punto más bajo no supera los 10 metros, en todo el tramo se puede observar que la temperatura es constante en todo el recorrido.

Dirección y velocidad del viento

La dirección predominante del viento es del E con una velocidad media anual de 4.1 m/s, con variaciones del NE con velocidades media de 1.2 m/s y SE con una velocidad media de 3.2 m/s.



Fuente: Ineter.

3.5.2.1.7 Amenazas Sísmicas

Según la información disponible en la base de datos del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), apreciamos que la actividad sísmica se concentra en el pacífico de Nicaragua o sea en la zona de subducción, en la zona de choque de las Placas Coco y Caribe, en segundo lugar en la Cordillera Volcánica y por último el resto de la actividad sísmica se distribuye en todo el resto del país. (Ver Mapa de Epicentros Figura 8.1)

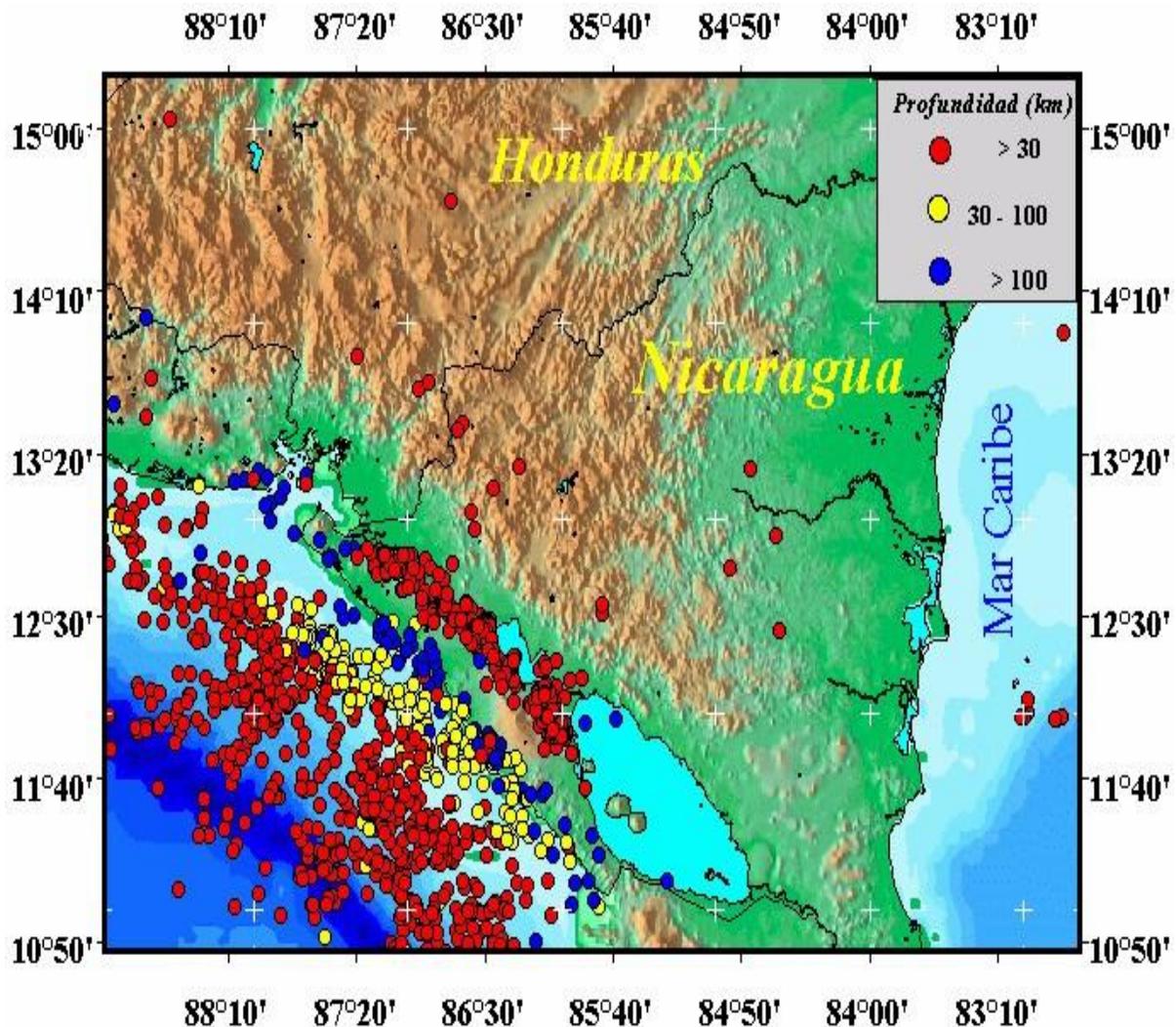
Tipitapa se encuentra en un sitio con alto peligro de sismicidad, la mayor concentración de sismos se concentran en la cadena volcánica al Sur – Oeste.

Las principales fuentes sísmicas que afectan al municipio son:

- La cadena volcánica, estructura muy fracturada, donde se originan numerosos sismos con magnitudes hasta de (M=6.5), ubicada al Oeste del sitio.
- La zona de subducción en el Océano Pacífico donde pueden ocurrir sismos hasta con magnitudes (M=7 a 8) originados por el choque entre las placas tectónicas Coco y Caribe.

- Un sistema de fallas geológicas y lineamientos que pasan al Suroeste del sitio relacionadas con el sistema de fallas activo, conocida como Cofradía y el sistema de fallas del río Tipitapa, (Hradecky et al, 1998).

Figura No. 3.5.1: Mapa de Epicentros. INETER



Fallas geológicas: Próximo al sitio se localizan varias estructuras tectónicas y lineamientos asociados al sistema de fallas activas conocida como Cofradía, ubicada al Suroeste del sitio y sistema de fallas del río Tipitapa, (Hradecky et al, 1998), ver Mapa geológico a escala 1:50,000.

DAMES & MOORE, 1978, no detectaron fallamiento al Norte del río Tipitapa, y según (Hradecky et al, 1998) hacia el Norte de este río no hay mucha afectación por procesos tectónicos. En el sitio, según archivo de INETER, no se realizó el ^Estudio Geológico por Fallamiento Superficial a pesar de la complejidad tectónica de este municipio.

3.5.2.1.8 Amenaza de Huracanes

Tipitapa se encuentra dentro de la ruta más frecuente de huracanes y por lo tanto tiene probabilidad de ser afectada en caso de cualquier desastre de este tipo, en agosto de 1,993 se fue impactado directamente por el Huracán Joan. Los otros huracanes que se han acercado han afectado únicamente la zona vulnerable a la inundación.

Huracanes

En la escala de 1 al 10, el nivel de amenaza por huracanes para el Municipio de Tipitapa está clasificado como nivel 8. El nivel de clasificación 10 es la mayor afectación y 1 es la menor afectación. Amenazas Naturales de Nicaragua INETER 2001.

Inundación

Mayor crecida: Según entrevista con los pobladores la crecida máxima que ha alcanzado el río Tipitapa y sus tributarios fue con el paso del Huracán Mitch (22-31 de Octubre/1998). El río Tipitapa es el principal curso de agua de la zona.

Afectación: Con el paso del Huracán Mitch, el río Tipitapa y sus tributarios inundaron la parte Norte del municipio, ello obedece a que éste se encuentra en la planicie de inundación del río. Muchas viviendas del casco urbano se vieron afectadas y eso provoco pérdida de vidas humanas y materiales.

Precipitaciones: Según el documento Lluvias del Siglo de Nicaragua (INETER 1998), las precipitaciones registradas en la estación Las Mercedes-ACS (código 69027) en el periodo de 1971-1998, se muestran en la siguiente tabla 8.3.

Nombre del Evento	Fecha	Precip. máx. acumulada(mm)	Duración Total (días)	Precipitación Máxima de 24 horas
Huracán Fifi	Sep.1974	142	4	78
Tormenta Tropical Alleta	May 1982	403	7	149
Huracán Joan	Oct 1988	227	2	218
Tormenta Tropical Gert	Sep 1993	249	3	165
Huracán Cesar	Julio 1996	179	3	160
Huracán Mitch	Oct 1998	493	10	100

TABLA 3.5.3 PRECIPITACIÓN REGISTRADA EN LA ESTACION LAS MERCEDES, FUENTE: INETER

Los datos de arriba, nos muestran que si bien la precipitación máxima acumulada se presentó con el Huracán Mitch (493 mm), la precipitación máxima de 24 horas ocurrió con el Huracán Joan (218 mm), el cual provocó la máxima crecida en la zona.

3.5.2.2 Medio Biótico

8.3.2.2.1 Vegetación

La mayor parte del recorrido del camino está dentro del Ecosistema en vías de urbanización y por consiguiente la vegetación es muy crítica y según lo observado solamente se pudo contabilizar alrededor de 40 árboles frutales. Y esto es característico en los barrios aledaños a ese sector.

Las descripciones del vulnerabilidad, calidad del suelo y uso de suelo se describen en la tabla nº 8.4.

TABLA N° 3.5.4 DESCRIPCIONES DEL VULNERABILIDAD, CALIDAD DEL SUELO Y USO DE SUELO. FUENTE: CENTRO DE

Barrios	2 Zonas de mayor vulnerabilidad		Calidad y Fertilidad de los suelos			Uso de la tierra				
	1	2	B	R	M	Agrícola	Ganadera	Forestal	Vivienda	Tacotales
José Antonio Mendoza	Corrales vacuno	Cauce			X				X	
Omar Torrijos									X	
Rubén Ulloa									X	
Chaparral									X	
Noel Morales 5									X	
Villa Victoria de Julio									X	
San Francisco	Zonas altas y bajas del barrio			X					X	
Marcos Somarriba									X	
Colonia los Maestros	Sector céntrico								X	
Ana Virginia										
Roberto Vargas									X	
Anexo a la Villa Victoria de Julio									X	
TOTAL				1	1				9	

FUENTE: REGISTRO DE ESTADÍSTICAS DE LA ALCALDÍA DE TIPITAPA.

3.5.2.3 Medio socioeconómico.

3.5.2.3.1 Reseña Histórica.

Los primeros pobladores del territorio fueron los Chorotegas, por su ubicación geográfica eran conocidos con los nombres de Dirianes y Nagrandanos. Los Dirianes

tenían como principales poblaciones: Jalteva, Diriomo, Niquinohomo, Jinotepe, Diriamba, Masatepe, Masaya, Nindirí, Managua, TIPITAPA y Mateare.

La primitiva ciudad de TIPITAPA estuvo asentada en un paraje ubicado hacia el sector suroeste de la actual población. TIPITAPA fue entonces una de las zonas de la antigua población de Managua.

Existen dos versiones en relación al origen del nombre de TIPITAPA, la primera indica que es de origen mejicano y significa: Telt, piedra; petlat, estera o petate y pan, adverbio de lugar; es decir, "Lugar de los petates de piedra"

3.5.2.3.2 Población

La población total de los barrios correspondientes al área de influencia del distrito urbano nº 2 se presenta en el tabla 8.5, aquí se refleja tanto la población urbana de barrios y comunidades.

DISTRITO URBANO #2		municipio: Tipitapa											
COMUNIDADES Y BARRIOS	0 a 3		3 a 6		6 a 12		12 a 18		18 a Mas		Total habitantes		
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
José Antonio Mendoza	98	90	232	233	365	328	613	685	1670	1374	2978	270	
Omar Torrijos	7	5	8	7	18	14	13	9	65	45	111	80	
Rubén Ulloa	94	30	71	42	175	85	174	62	560	148	1074	365	
Chaparral	76	30	58	25	101	20	56	10	262	115	553	200	
Noel Morales 5	180	170	320	286	232	312	865	772	435	463	2032	2003	
Villa Victoria de Julio	40	39	47	41	146	127	164	356	720	820	1117	1383	
San Francisco	43	54	75	108	40	55	160	135	157	291	475	643	
Marcos Somarriba	22	27	29	18	28	37	35	34	145	102	259	218	
Colonia los Maestros	80	18	45	20	66	27	51	18	253	75	495	158	
Ana Virginia	101	121	242	265	344	355	644	671	1702	1975	3033	3387	
Roberto Vargas	252	182	260	230	462	546	504	465	2282	2212	3760	3635	

Anexo a la Villa Victoria de Julio	86	120	112	129	215	267	181	146	468	572	1062	1234
TOTAL	1965		2903		4365		6823		16911		30525	

TABLA 3.5.5. FUENTE: CENTRO DE ESTADÍSTICAS DE LA ALCALDÍA DE TIPITAPA.

3.5.2.3.2.1 Población económicamente Activa

La población económicamente activa (PEA) de los barrios influenciados en el proyecto es aproximadamente el 95% de la población total, el 100% de la población económicamente activa se concentra en el sector urbano en cada barrio hay diferentes actividades económicas como se expresa en la tabla 8.6. La economía del municipio descansa en la agricultura y la ganadería, ambas representan el 77% de las principales fuentes de trabajo del lugar.

Barrios	Actividad Económica													
	Agricultura		Ganadería		Artesanía		Pesca		Comercio		Turismo		Maquila	
	F	M	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Antonio Mendoza									30%	25%			33%	22%
Omar Torrijos										10%			80%	
Rubén Ulloa										25%			45%	30%
Chaparral										5%			50%	
Noel Morales 5									27%	20%			30%	23%
Villa Victoria de Julio									5%	5%			70%	25%
San Francisco							35%			25%			50%	70%
Marcos Somarriba										4%			38%	58%
Colonia los Maestros									10%	5%			60%	5%
Ana Virginia														
Roberto Vargas									6%	12%			32%	40%
Anexo a la Villa Victoria de Julio									3%	5%			24%	36%
TOTAL							35%		35%	65%			48%	52%

TABLA 3.5.6 ACTIVIDADES ECONÓMICAS POR BARRIO. FUENTE: CENTRO DE ESTADÍSTICAS DE LA ALCALDÍA DE TIPITAPA.

3.5.2.3.3 Equipamiento social

3.5.2.3.3.1 Educación

Según la delegación del Ministerio de Educación, en el municipio de Tipitapa posee centros de educación pre-escolar, educación primaria y 1 centro educativos de secundaria. La población estudiantil comprende 3382 alumnos que representa el 23% de la población total del municipio, esta población se encuentra distribuida de la siguiente manera: 972 estudiantes en educación preescolar, 2073 en primaria y 337 en secundaria.

3.5.2.3.3.2 Agua potable

Cuenta con servicio público de agua potable cuya administración está a cargo de ENACAL, abastece el 100% de las viviendas a través de conexiones domiciliarias.

barrios	Sistema de abastec. agua		Calidad del agua												Disposición/Excretas					
			pozo a mano			Pozo perforado			Miniacueduc.. por gravedad			Miniacueducto por bombeo eléctrico			Alcantarillado		Letrinas			
	Si	No	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	Con serv.	Sin serv.	Con serv	Sin serv		
Antonio Mendoza	X													X					535	135
Omar Torrijos	X													X			3		37	
Rubén Ulloa	X													X			85		235	
Chaparral	X													X					133	45
Noel Morales 5	X													X			130	95	300	12
Villa Victoria de Julio	X													X			350		42	
San Francisco	X														X				208	
Marcos Somarriba	X													X			61		51	
Colonia los Maestros	X														X		45		110	
Ana Virginia	X													X			233		542	
Roberto Vargas	X													X			258		212	
Anexo a la Villa Victoria de Julio	X													X			85		235	
TOTAL	11													8	2		1250	95	2640	192

TABLA 3.5.7 ABASTECIMIENTO DE AGUA, FUENTE: CENTRO DE ESTADÍSTICAS DE LA ALCALDÍA DE TIPITAPA.

3.5.2.3.3.3 Energía Eléctrica

El municipio cuenta con el servicio público de energía domiciliar, a cargo de UNION FENOSA.

La infraestructura de energía eléctrica en general del municipio comprende circuitos independientes para servicio domiciliar y alumbrado público.

3.5.2.3.3.4 Cobertura Telefónica:

Telefonía fija de Enitel: cuenta con servicio público de teléfonos y correos, cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones (ENITEL).

Telefonía Celular: En el casco urbano del municipio y mayoría de sus comarcas llega la señal de claro con una intensidad considerable. La señal de movistar en el municipio también aceptable y solo en los casos más críticos es donde no hay señal.

3.5.2.3.3.5 Cobertura del Servicio de Transporte

En cuanto al servicio de transporte lo podemos dividir en dos el urbano e interurbano, y cabe señalar finalizado el proyecto estas vías serán de enlace para el transporte público y el medio de transporte existente se clasifica como bueno.

Barrios	Calle pavimentada			Camino Tiempo			Todo			Camino Verano			Camino Bestia			Transporte Publico		
	B	M	R	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M			
Antonio Mendoza				X				X					X					
Omar Torrijos	X			X									X					
Rubén Ulloa													X					
Chaparral					X									X				
Noel Morales 5	X												X					
Villa Victoria de Julio	X				X									X				
San Francisco									X					X				
Marcos Somarriba									X				X					
Colonia los Maestros					X								X					
Ana Virginia	X													X				
Roberto Vargas	X												X					
Anexo a la Villa Victoria de Julio				X									X					
TOTAL	4			2	3			1	2				6	4				

TABLA 3.5.8. DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE, FUENTE: CENTRO DE ESTADÍSTICAS DE LA ALCALDÍA DE TIPITAPA.

3.5.2.3.3.6 Entidades con presencia en el Municipio

- Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones - ENITEL
- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados - ENACAL
- Ministerio de Salud - MINSAL
- Policía Nacional
- Juzgado Local

3.5.2.3.3.7 Economía

Las actividades de comercio y la integración de la población en las maquilas, ocupan el primer lugar en la economía del area influenciada de Tipitapa, lo cual genera un el principal empleo de estos pobladores y por consiguiente la economía del sector.

lo que respecta a la pesca artesanal en el rio Tipitapa no se desarrolla en gran escala, pero en ella se destaca la presencia de guapotes, mojarras las cuales son utilizadas para el autoconsumo y a la vez para la comercialización en los mercados de Tipitapa, Managua e incluso dentro del sector.

➤ Principales Problemas del Sector

- Caminos en mal estado.
- Falta de equipos adecuados para la pesca.
- Falta de financiamiento a pequeños comerciantes.
- Inseguridad en las calles en horas nocturnas.
- Impuestos altos.
- Insuficiencia de financiamiento
- Irregularidad en los precios

En el municipio predomina la actividad comercial de productos de consumo, la mayor parte de la población se encuentra ocupada en la comercialización de granos básicos, frutas y hortalizas. Entre algunos cultivos se destacan: pipianes, sandías y tomates, que son comercializados en Managua y Masaya.

Usos del suelo

Los suelos son de origen volcánico y presentan topografía desde plana con pendientes de 0 a 3%. Puntualmente los suelos presentan algunas limitaciones de profundidad efectiva, drenaje interno imperfecto erosión hídrica fuerte e inundaciones en las áreas donde el agua queda estancada debido a la configuración topográfica del suelo.

En los barrios influenciados por el proyecto se puede visualizar que el único uso que posee el suelo es para construir viviendas, y por ser una zona en proceso de urbanización; la vegetación tendrá un final.

3.5.3 Identificación y valoración de impactos

Este subcapítulo tiene como objetivo principal identificar y valorar los impactos ambientales directos e indirectos generados durante la construcción y operación del adoquinado de los tramos de calle localizado en el casco urbano de Tipitapa; basándonos en información primaria y secundaria recopilada para el Proyecto.

Sobre la base de los impactos potenciales identificados en las fases del proyecto, se procede al análisis considerando los factores ambientales tales como: **atmósfera, geología y geomorfología, hidrología, suelos, vegetación, fauna, paisaje, demografía, sector primario, sociocultural y sistema territorial**. Según el análisis, los impactos varían en grado y Magnitud, en función de las condiciones ambientales iniciales existentes en los recursos, en interacción con las actividades definidas para el proyecto y del grado de sinergia con los diferentes componentes del ecosistema.

Con la descripción de las actividades en la fase de ejecución, operación y mantenimiento, se presenta la identificación de los impactos sobre el Medio Ambiente Físico (**geología y geomorfología, suelos, agua, clima y amenazas naturales, paisaje**); Biótico (**Vegetación, Fauna**) y Socioeconómico (**población, equipamiento social, economía, usos del suelo, y afectaciones a la población**).

3.5.3.1 Descripción de la evaluación de impactos en el medio físico

3.5.3.1.1 Geología y geomorfología

• FASE DE EJECUCION

Con la ejecución del proyecto se producirán impactos negativos relacionados a la destrucción de puntos de interés geológicos, aumento en la inestabilidad de taludes y cambios en las formas del relieve provocadas por la actividad de movimientos de tierra y explotación de bancos de materiales principalmente; aunque según los estudios de suelo realizados nos arrojan resultados que nos indica que no debemos realizar grandes cortes y rellenos en el área.

En la habilitación de caminos de acceso provisional hacia bancos de materiales, campamentos y planteles, no habrá impacto significativo debido a que dichos accesos ya existen. Hasta el momento no se vio necesario el ensanchamiento de estos caminos de accesos.

Evaluación: Los impactos generados por esta actividad serán Negativos de baja a mediana importancia.

En el avance de los estudios de suelo realizados a la fecha se han detectado la existencia de un (1) banco de materiales; el cual ha sido explotado para el mantenimiento de los caminos de la zona. La utilización de estos bancos estará sujeta a la estrategia constructiva de la empresa constructora que ejecute el proyecto.

Tabla 3.5.9 característica del banco de materiales.

BANCO	UBICACIÓN	CLASIFICACION	USO DE MATERIALES
El vertedero	a 3km del sitio	A-1-B	Ajuste de Subrasante

FASE DE OPERACIÓN

Con la puesta en servicio de la via potencialmente no se prevé la producción de impactos significativos.

Evaluación: Los impactos generados por esta actividad serán, en su caso, de Baja importancia, por sus características de recuperación inmediata, persistencia temporal, extensión puntual, efecto directo, acumulación simple, discontinua, de manifestación a largo plazo, reversible a largo plazo, de intensidad muy baja, de neutra sensibilidad local, y altamente mitigables.

· FASE DE MANTENIMIENTO

No se prevé impactos negativos en esta fase del proyecto en el medio geomorfológico y geológico.

3.5.3.1.2 Suelo

FASE DE EJECUCION

En el desarrollo de la ejecución del proyecto se generarán impactos como la destrucción directa del suelo, compactación de áreas, aumento de la erosión y una disminución en la calidad edáfica, provocada por las acciones de instalación de campamentos y planteles, abra y destronque, movimiento de tierra en la que se incluye la extracción de materiales, desvíos provisionales, construcción de manjoles y zanjas para tubería subterránea y colocación de la capa de adoquines.

En la operación del campamento y planteles, se generará un impacto sobre las propiedades edáficas del suelo debido a los efectos de compactación causados por el movimiento de equipos y maquinaria, así como el almacenamiento de materiales de construcción. También existe la posibilidad de causar impactos por el vertido accidental de sustancias líquidas, tales como combustibles, lubricantes, entre otros y residuos sólidos como basura, piezas mecánicas, desechos de repuestos y maquinarias de los partes de motor.

Con el abra y destronque habrá remoción de la cobertura existente que solamente es una pequeña capa de material de desechos mas que todo en las zonas de empozamiento de agua. Además se contempla el grado de susceptibilidad al proceso de erosión por la destrucción y denudación de suelos. Este incremento erosivo también ocurre por el movimiento de tierra.

Evaluación: Los impactos generados por esta actividad serán Negativos y de Baja importancia en la instalación de campamento por que se prevé el uso de sitios ya impactado por la acción del hombre.

Otros impactos ambientales negativos de moderada importancia son las relacionadas a las actividades de movimiento de tierra, explotación de bancos de materiales, desvíos provisionales de obras complementarias y servicios, construcción de drenaje mayor y menor y obras complementarias.

Se prevé impacto moderada tendiente a crítico relacionado a la actividad de abra y destronque de vegetación rastrera especialmente compuesta una capa de pequeño espesor de material de residuo. Este impacto puede ser mitigable y compensable con medidas en donde se utilice el componente vegetal (siembra de grama y plantas).

FASE DE OPERACIÓN

En la fase de operación el impacto estará relacionado a una mala operación del drenaje y sus obras complementarias, causando procesos erosivos y daños a la infraestructura.

Evaluación: Los impactos generados serán, en su caso, Negativos y de mediana importancia debido a sus características de recuperación inmediata, persistencia temporal, extensión puntual, efecto directo, acumulación simple, discontinuo, de manifestación a largo plazo, reversibles a largo plazo, de intensidad muy baja, de neutra sensibilidad local, y altamente mitigables.

· FASE DE MANTENIMIENTO

En esta fase se tiene un impacto negativo referido al mantenimiento preventivo y correctivo a la capa de adoquines, con una afectación a la disminución de la calidad edáfica.

Evaluación: Por lo anterior, se estima que los impactos generados por las actividades de limpieza del derecho de vía y por el mantenimiento de drenaje y obras complementarias serán Negativos y de importancia media.

3.5.3.1.3 Agua

· FASE DE EJECUCION

Con la ejecución del proyecto se producirán impacto negativos en los cuerpos de agua superficiales que están aledaños al proyecto si se construye en la estación lluviosa debido a la interrupción de la corriente de agua por la construcción de drenaje menor, riesgos de inundación, cambios en los flujos de caudales, cambios en los proceso de erosión y sedimentación, provocadas por las actividades del proyecto, tales como, establecimiento y operación de los campamentos y planteles, en la contaminación accidentales de derrames de combustibles, lubricantes, lo que también puedan contaminar los mantos acuíferos, si no se toman las medidas preventivas correspondientes.

Potencialmente no se prevé impactos significativos por la extracción de materiales debido a que se cumplirá con la norma de no explotar fuente de materiales en cuerpos de aguas superficiales.

Evaluación: Se estima que los impactos generados por la instalación de campamentos y planteles serán Negativos y de Baja importancia; para la actividades de abra y destronque, explotación de fuentes de agua y la construcción de drenaje.

Debido a sus características de recuperación inmediata, persistencia temporal, extensión puntual, efecto directo, acumulación simple, discontinuo, de manifestación a largo plazo, reversibles a corto plazo, de intensidad muy baja, de una sensibilidad local poco sensible (en relación al recurso agua y a la ubicación de los campamentos y planteles), y altamente mitigables.

FASE DE OPERACIÓN

Durante la operación del proyecto habrá impactos negativos sobre la hidrología debido a la presencia de centros poblados ubicados en la cercanía del río, que depositan sus desechos sólidos y líquidos sobre dicho cauces. Este impacto es ya existente en el área de emplazamiento del proyecto. Las actividades de puesta en servicio del camino con la operación del drenaje pluvial no trae consigo la posibilidad de un mal funcionamiento de los mismos.

Evaluación: Se considera que dentro de la fase de operación de la carretera, el incremento de los impactos sobre los recursos hídricos será Negativo y de Baja importancia, pero se debe tener precaución en el momento del desvío de las aguas pluviales hacia el río, pues debe existir otra salida para las aguas pluviales de dicho proyecto.

FASE DE MANTENIMIENTO

Durante esta fase se generará impactos negativos relacionados al régimen hídrico en las áreas previstas para dicho mantenimiento, provocadas por las acciones de Mantenimiento preventivo y correctivo a las obras de drenaje.

Evaluación: Por lo anterior, se estima que los impactos generados por esta actividad serán Negativos y de Baja importancia debido a sus características de reversibilidad, persistencia temporal, extensión puntual, efecto directo, acumulación simple, discontinua, de manifestación a largo plazo, con una duración de muy corto plazo, de intensidad muy baja, de neutra sensibilidad local y altamente mitigables.

3.5.3.1.4 Clima y Amenazas Naturales

· FASE DE EJECUCION

Con la actividad de abra y destronque de forma indirecta se producirá mayor velocidad en el escurrimiento de las aguas superficiales. Esto trae como consecuencia potenciales impactos con la sedimentación, inundación y erosión en los suelos.

Evaluación en la fase de ejecución: Para la evaluación de la amenaza volcánica, un factor importante a considerar es la distancia de las fuentes volcánicas al sitio del proyecto, así como la dirección predominante del viento. El Municipio Tipitapa se encuentra relativamente próximo a la cadena volcánica (volcán Masaya), pero contrario a la dirección predominante del viento con respecto a ésta, por lo tanto, la probabilidad de afectación por amenaza volcánica en esta región es relativamente baja.

Los volcanes más próximos al sitio son Apoyeque, a 27 km. al Oeste y volcán Caldera de Apoyo a 25 km. Al Suroeste del sitio. El municipio de Tipitapa, sería afectado solo en caso de erupciones extremadamente fuertes.

La cadena volcánica en sentido general, manifiesta su mayor grado de amenaza en dirección Noroeste hasta Suroeste, según la dirección predominante del viento, y se espera que la amenazas naturales contaminación atmosférica tenga un carácter negativo y de media importancia.

Nivel de Amenaza: BAJO

· FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Al igual que en la fase de ejecución, es de esperarse movimiento en los cursos de aguas que potencialmente pueden ocasionar inundación en el área aledaña.

Evaluación: Durante ésta fase, el impacto sobre la calidad del aire será esporádico y dependiente de los requerimiento de las obras de drenaje y obras complementarias y su impacto tendrá carácter negativo y de baja importancia.

3.5.3.1.5 Paisaje

FASE DE EJECUCION

En esta fase se generan impactos negativos por la visibilidad e intrusión visual de la vía recién construida, por la denudación por la actividad de abra y destronque principalmente en los terraplenes. De igual manera por el cambio en el relieve por la construcción de los drenajes y obras complementarias.

Evaluación: Se estiman que los impactos generados serán negativos de baja y mediana importancia.

· FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los impactos generados en esta fase del proyecto se relacionan con la actividad de limpieza en el derecho de vía.

Evaluación: Por lo anterior, se prevé que los impactos negativos sobre el paisaje serán de Baja importancia debido a sus características de recuperación inmediata, persistencia temporal, extensión puntual, efecto indirecto, acumulación simple, discontinua, de manifestación a largo plazo, con una duración de muy corto plazo, una intensidad muy baja, de poca sensibilidad local, y altamente mitigables.

3.5.3.2 Descripción de la evaluación de impactos en el medio Biótico

En esta sección se describen los impactos a los factores del medio biótico, que pueden presentarse en las distintas actividades del proyecto.

3.5.3.2.1 Vegetación

FASE DE EJECUCION

En esta fase se tiene un impacto negativo pues en esta no se dañara de ninguna manera la vegetación y tampoco afectara la vegetación en : bancos de materiales, desvíos provisionales, construcción de drenaje, porque el área esta deforestada casi en su totalidad.

Se generará un impacto negativo a la vegetación porque no habrá eliminación de árboles y en especial vegetación existente que obstaculiza la construcción de obras de drenajes o el emplazamiento de la línea de rodamiento.

Evaluación: En su mayoría estos tramos no poseen vegetación, por este motivo, se considera que el impacto sobre la vegetación es Negativo y de Baja importancia debido a sus características de recuperación media, persistencia temporal, extensión puntual, efecto indirecto, acumulación simple, discontinuo, de manifestación a mediano plazo, reversible a medio plazo, de intensidad muy baja, de neutra sensibilidad local y altamente mitigables.

FASE DE OPERACIÓN

En esta no se prevé impactos sobre las comunidades vegetales de la zona, ya que a lo largo del derecho de vía no existe vegetación con valor ecológico. Evaluación: Se evalúa el impacto generados por dicha actividad como Negativos y de Baja importancia debido a sus características de reversibilidad a corto plazo, persistencia temporal, extensión puntual, efecto directo, acumulación simple, discontinuidad, de manifestación a largo plazo, de intensidad muy baja, de neutra sensibilidad local y altamente mitigables.

· FASE DE MANTENIMIENTO

En esta fase no se prevé impactos por ninguna acción de mantenimiento, pues no se provocara un impacto negativo sobre la cobertura vegetal en las áreas previstas para dicho mantenimiento.

Evaluación: se estima que los impactos generados por esta actividad serán Negativos y de Baja a mediana importancia debido a sus características de reversibilidad, persistencia temporal, extensión puntual, efecto directo, acumulación simple, discontinuo, de manifestación a largo plazo, de intensidad muy baja, de neutra sensibilidad local y altamente mitigables.

3.5.3.2.2 Fauna

· FASE DE EJECUCION

En esta fase no se generan impactos negativos porque no hay destrucción del hábitat de especies terrestres.

Evaluación: Los impactos directos sobre la fauna local serán pocos, se caracterizan por ser Negativos y de Baja importancia.

FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En esta fase no se generan impactos negativos en la fauna nativa provocados por la puesta en servicio del proyecto, en este sector la fauna es inexistente.

Evaluación: La fauna no sufrirá una afección Negativa por eso se considera de Baja importancia En esta fase se generan impactos negativos en la fauna por el riesgo de disturbios a su vida regular y los peligros de atropellamiento.

Se estima que los impactos generados por esta actividad serán Negativos y de mediana importancia.

3.5.3.3 Descripción de la evaluación de impactos en el medio perceptual y socioeconómico.

En esta sección se describen los impactos a los factores del medio socioeconómico y perceptual, que pueden presentarse en las distintas actividades del proyecto.

3.5.3.3.1 Equipamiento social, usos del suelo, afecciones a la población

· FASE DE EJECUCION

Durante esta fase del proyecto se visualiza el impactos potenciales por las actividades de instalación de campamentos y planteles; abra y destronque, explotación de bancos de materiales, explotación a fuente de agua, desvíos provisionales de servicios y obras complementarias, construcción de drenaje y obras complementarias. Se encuentra 6 casas que están situadas entre 3 y 5 metros de la línea central, casas que están totalmente salidas y esto tiene como consecuencia la reducción de la calzada.

Durante la ejecución de las obras del proyecto llegarán trabajadores a la zona, entre ellos trabajadores eventuales, directos e indirectos; los cuales pueden permanecer hasta después de las obras y eventualmente se integrarán a la población local. Se considera que los poblados con mayor desarrollo serán los que reciban mayor número de trabajadores.

En relación al efecto en la salud y la seguridad laboral, durante la ejecución se registran emisiones de gases con afectación a la salud de los trabajadores. Hay probabilidad de una afectación al componente agua por el vertido originado, por el lavado de filtros, contaminando las fuentes de agua potable y causando enfermedades gastrointestinales por ingestión de estos tóxicos.

En lo que respecta a la seguridad laboral, tiene su incidencia durante las labores de movimiento de tierra y explotación de bancos de materiales, causado por el inadecuado uso de la maquinaria y de los implementos de protección ocupacional.

Durante la actividad de extracción de materiales, construcción de drenajes, desvíos provisionales habrá pérdida de terrenos productivos. Durante la ejecución es posible la utilización de propiedades de terceros, relacionados al terreno donde se ubicarán los campamentos y planteles. Será necesario establecer acuerdos entre partes para el alquiler, venta o indemnización del terreno.

Los impactos tienen un valor de moderada de importancia.

Impactos positivos

El adoquinado de la vía podría tener incidencia en la modificación de la forma y nivel de vida de las personas que se ubican en las comunidades del área de influencia, se genera la modernización de los centros poblados, habrá posibilidades de apertura de caminos vecinales y/o rurales que conecten pequeños poblados. Habrá accesibles a los centros educativos, salud, recreación, mejorando el nivel de vida de los pobladores.

Habrá impacto positivo durante el proceso constructivo que está relacionado con la generación de empleo, debido a que se generarán diversos tipos de empleo inducido por la construcción de la infraestructura. Los beneficios de la generación de empleo se verán distribuidos en todo el camino, pero en especial en los poblados cercanos.

Los pagos por impuestos, por los servicios de supervisión del proyecto, construcción de la obra, pagos de impuestos por salarios, por compras, por transporte de materiales y de equipamiento de construcción, representan un ingreso para las municipalidades y el Estado. Estos ingresos tienen importancia para el desarrollo de los programas de asistencia social de los gobiernos departamentales y municipales, los cuales, entre otras actividades, podrán implementar y/o mejorar los servicios existentes.

Los impactos positivos tienen un valor de importancia media.

FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se prevé impacto por el riesgo de accidentes por la mejoría de la vía con el adoquinado, se espera incrementos en las velocidades de los vehículos que transitan por el camino. El impacto esperado es de nivel medio.

Impactos positivos

Por la puesta en servicio del camino habrá un cambio en el valor de las tierras, así como posibles cambios en la productividad en los sectores aledaños a la vía y mayor comercialización local. Debido a las nuevas condiciones del camino y la mayor disponibilidad de transporte de productos, habrá un mayor flujo económico para la mayoría de los poblados por los cuales atraviesa dicha carretera. Además existirá una mayor facilidad para comercializar sus productos nacionales e internacional hacia

centros de distribución; facilidad para el intercambio entre las comunidades productoras y consumidoras. La importancia de estos impactos positivo son altos.

3.5.4 Programa de gestión ambiental

El Programa de Gestión Ambiental para el Estudio de Ingeniería, Ambientales y Diseño Final para el adoquinado de 1.60 Kms. De adoquinado en el sector urbano del municipio de Tipitapa, integra un componente de importancia en la estructuración del Estudio de Impacto Ambiental. Este Programa de manejo se concibe desde una óptica integral en donde se establecen las Estrategias Generales de Manejo y Monitoreo Ambiental, cuyas tareas articularán con los objetivos del Ministerio de Transporte e Infraestructura, las necesidades de conservación y cuidado ambiental, incorporando algunos aspectos físicos y sociales en el área de influencia y de impacto del proyecto. Además, el Programa de Manejo Ambiental está orientado a garantizar que las medidas de mitigación propuestas se ejecuten, de manera que las posibles alteraciones a producirse en el medio, sean minimizadas y/o mitigadas; así mismo, que las propuestas ambientales estén vinculadas a las actividades de ingeniería y a las otras que se desarrollaran durante el proceso de construcción de la carretera.

Desde la función integradora que cumple la carretera, el Programa de Gestión Ambiental considera actividades de mitigación que no solo se circunscriben a las probables alteraciones que se produzcan en la vía, como consecuencia de las obras de construcción, sino que involucra aspectos colaterales que tienen incidencia principalmente en el mantenimiento y la conservación de la vía. Como se trata de una zona en constante y creciente desarrollo, es necesario establecer responsabilidades de función.

La ejecución del Programa de Gestión Ambiental, requiere de la participación de diferentes sectores a los cuales sirve la carretera, no solo en lo que respecta al uso como vía de transporte, sino también a los aspectos indirectos que abarca los siguientes ámbitos: agricultura, turismo, industria, comercio y fundamentalmente a la protección del medio natural.

La participación de los Gobiernos Municipales, del Ministerio de Transporte e Infraestructura, los cuales jugarán un papel preponderante en cuanto al mantenimiento de la vía y al control de los dispositivos sobre, uso de recursos naturales, manejo de desechos y derecho de vía.

Por lo anterior, el programa de manejo ambiental y social contempla el plan de implantación de las medidas ambientales, plan de gestión social, plan de capacitación técnico – ambiental, plan de seguridad, y el plan de seguimiento ambiental.

3.5.4.1 Objetivos

Objetivo general

Asegurar un avance global positivo, entre la conservación del medio ambiente en el área de influencia de la vía ubicada en el sector urbano del municipio de Tipitapa.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos están orientados a:

- Establecer lineamientos de manejo ambiental, que puedan contribuir a la conservación y recuperación progresiva del ámbito por donde discurre el camino rural.
- Describir el Plan de Gestión Social
- Describir el plan de capacitación técnico – ambiental
- Describir el plan de seguridad
- Describir el plan de seguimiento ambiental

3.5.4.2 Estrategia

La ejecución del Programa de Manejo Ambiental y Social en el ámbito de influencia de la vía quiere de la participación de los diferentes sectores comprometidos con el desarrollo regional, sectorial, y que regulan las actividades productivas y normativas del país. Entre estos sectores encontramos a las siguientes entidades:

- El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), es el organismo rector del sistema de transporte y por lo tanto el encargado de ejecutar las acciones

orientadas a la operatividad de la vía tales como, administración, mantenimiento y rehabilitación.

- El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), tienen la responsabilidad del ordenamiento ambiental en el área de influencia de la carretera y el ente regulador del ambiente y los recursos naturales.
- El Gobiernos Municipales de Tisma y Tipitapa

3.5.4.3 Importantes actores

La problemática ambiental es inherente a todos los sectores productivos, administrativos y de gestión, la estrategia enfoca el trabajo desde el punto de vista de la gestión multisectorial. En el caso particular del sector transporte, deberá ejercer un seguimiento permanente, a fin de que las actividades para la construcción de la carretera se ejecuten en el marco de las recomendaciones establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental y de acuerdo a las normas indicadas en el Manual Centroamericano para la Construcción de Carreteras que Nicaragua ha adoptado y en las NIC-2000.

Para este efecto, se distinguen dos tipos de actores que se involucran en el proyecto, siendo los actores endógenos y exógenos. Los roles generales por ambos actores se describen en las **Tablas No. 3.5.10 y 3.5.11**.

ACTORES ENDÓGENOS, TABLA 8.10

Actores		Roles Generales que se Desarrollaran en el Proyecto
Actores	Participantes Directos del Componente Ambiental	
Roles Generales que se Desarrollaran en el Proyecto	Director de Vialidad. Director de la Unidad Coordinadora Gerente del proyecto. Dirección de Gestión y Control Ambiental. Especialista Ambiental designado para el tramo.	Delegado del dueño para la obra, en toma de decisiones en la que esta involucrado entes de gobiernos y autoridades municipales y población en general. Se coordina con la Supervisión en respuestas de consideración relevante de campo. Observación y fiscalización Periódica de la calidad ambiental global del medio afectado, desde la perspectiva de vigilancia ambiental.

EMPRESA CONSTRUCTORA	Gerente. Especialista Ambiental. Ingeniero del Tramo, Personal en General.	Ejecución de las obras del proyecto incluyendo las medidas ambientales.
EMPRESA SUPERVISORA	Gerente. Especialista Ambiental. Ingeniero Residente. Inspectores	Supervisión de obras, incluyendo las medidas ambientales, el monitoreo periódico al medio ambiente para disminuir los impactos negativos durante la etapa constructiva. Determina en el campo las acciones a realizar para dar cumplimiento a los documentos contractuales, propone variantes a ser aprobadas por el dueño.

ACTORES EXÓGENOS, TABLA 3.5.11

Actores	Roles Generales
HABITANTES SITUADOS EN EL DERECHO DE VIA	Ocupación ilegal del derecho de vía por comerciantes,
MARENA	Institución rectora del medio ambiente en el ámbito nacional. Otorga el Permiso Ambiental.
POLICIA NACIONAL	Resguardar el orden público, control del tránsito.
OTRAS INSTITUCIONES DE GOBIERNO (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Economía Industria y Comercio, INETER, Instituto Nicaragüense de Turismo, entre otras).	Regulación en las áreas de su competencia.
ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE TIPITAPA	Vela por el buen uso de los recursos naturales de mejoramiento de las condiciones higiénicas sanitarias de la comunidad y la protección el medio ambiente con especial énfasis en las fuentes de agua potable, suelo y bosques, la eliminación de desechos líquidos y sólidos.

3.5.4.4 Plan de implantación de las medidas ambientales

3.5.4.4.1 Fase de pre construcción

En la etapa primaria de Implantación del Programa de Manejo Ambiental y social se realiza la planificación. Dicha etapa se inicia en los primeros días después de la firma del contrato por parte de las Empresas Contratista y Supervisora o en la fecha

contractual que el dueño especifique para el proyecto, y finaliza cuando se da inicio a las actividades propias de la construcción de las obras.

No obstante se considera un periodo corto, el Contratista y la Supervisión el dueño del proyecto deberán considerar las siguientes medidas y/o actividades, con el fin de prevenir la ocurrencia de posibles impactos ambientales:

Actividades recomendadas	Medio de verificación	Responsable
Enviar comunicación escrita a la municipalidad de Tipitapa y poblaciones y/o caseríos cercanos al tramo de estudio, y el inicio de las actividades de construcción.	Cartas enviadas al gobierno Municipal de Tipitapa.	Dueño del proyecto
Se realizará, antes del inicio de las obras, el “saneamiento legal” La gestión del Permiso Ambiental y las Permiso ambiental para la Explotación de los bancos de materiales, que la empresa constructora lo requiera con el fin evitar retrasos en la ejecución del proyecto.	Permiso ambiental del proyecto emitido por el MARENA. Permiso ambiental emitido por el MARENA y el Ministerio de minas e hidrocarburos para la explotación de fuentes de materiales. Permiso ambiental para la eliminación de árboles emitido por el INAFOR.	Dueño del proyecto

TABLA NO. 3.5.12: ACTIVIDADES RECOMENDADAS PREVIAS A LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TRAMOS DE CALLE.

3.5.4.4.2 Lineamientos generales para la implantación del Sub Plan de Seguridad e higiene laboral.

Objetivo

Garantizar la Seguridad e Higiene de los trabajadores en cada una de las fases: construcción, operación y mantenimiento.

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. En su aplicación, todos los operarios recibirán, al ingresar en la obra o con anterioridad, una exposición detallada de los métodos de trabajo y los riesgos que pudieran entrañar, juntamente con las medidas de prevención y protección que deberán emplear. Los trabajadores serán ampliamente informados de las medidas de seguridad

personal y colectiva que deben establecerse en el tajo al que están adscritos, repitiéndose esta información cada vez que se cambie de tajo.

3.5.4.4.3 Lineamientos generales para botaderos y fuente de agua

La construcción del adoquinado en el casco urbano de Tipitapa generara poca cantidad de material excedente o de desecho, el cual deberá ser dispuesto en lugares previamente identificados y autorizados por el Supervisor. Se deberá considerar las recomendaciones emitidas en el Diseño de la Obra, a fin de considerar los sitios recomendados para la deposición de materiales.

3.5.4.5 Plan de Gestión Social.

Objetivo

Propiciar la participación de los pobladores aledaños a la vía, autoridades e instituciones locales para implementar las medidas ambientales que mitiguen los impactos ambientales negativos provocados por acciones del proyecto.

El Plan de Gestión Social contempla la actuación de un conjunto de acciones encaminadas a practicar medidas institucionales, económicas, y promoviendo la participación de todos los actores implicados, para agilizarlas acciones del proyecto y enmendar la problemática social que ocasionaría la construcción del camino rural. El contenido de las actividades de este plan lo constituyen las medidas de prevención y mitigación social antes señaladas.

La gestión social, es el proceso completo de acciones y toma de decisiones que hay que recorrer, desde el abordaje de un problema generado por las acciones del proyecto hasta el acompañamiento en la ejecución de las medidas ambientales para mitigarlo

3.5.4.5.1 Desarrollo del plan de Gestión Social

El plan de Gestión Social, está estrictamente relacionado con el desarrollo del Proyecto, en éste aspecto se resumen las acciones, el periodo de ejecución, actores que intervienen, los parámetros de verificación.

3.5.4.6 Plan de Seguimiento Ambiental

El plan de seguimiento ambiental contiene los impactos negativos significativos, las medidas ambientales, los criterios para la medición, los puntos de control, frecuencia del monitoreo, recursos requeridos, costos total y los responsables.

Objetivos

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en el proyecto y su adecuación a los criterios del Estudio Ambiental.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
- Detectar impactos no previstos en el Estudio Ambiental y aprobar las medidas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Informar sobre los aspectos de seguimiento.

- **Cantidades de obras de los planes de manejo ambiental y social**

Seguidamente se presenta tabla que resume las obras de los planes para la aplicación del componente ambiental:

Elaboración de documentos	Unidad	cantidad
Plan de higiene y seguridad laboral.	c/u	1.00
Plan de ocupación de planteles, campamentos y derecho de vía.	c/u	1.00
Plan de manejo ambiental para bancos de materiales	c/u	2.00
Plan de señalización y seguridad	c/u	1.00
Plan de contingencia	c/u	1.00

CAPITULO IV: DISEÑOS

4.1 DISEÑO GEOMETRICO

El Diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En ese sentido, la carretera que geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal.

4.1.1 Método de diseño geométrico

En ese sentido el trazado debe reunir determinadas características en sus alineamientos y pendientes, y para ello deberán establecerse desde un principio los radios de curvatura mínimo y las pendientes máximas que pueden emplearse.

Los criterios que aquí se establecen son específicos y por lo tanto no deben aplicarse mecánicamente. Se refieren específicamente al trazado geométrico en armonía con estado natural del terreno que atraviesa la carretera. Como resultado de la aplicación de estos criterios, pueda que el costo inicial de la obra no sea el mínimo posible, pero indefinitiva la obra, incluyendo su mantenimiento, el costo de su uso, que el número de accidentes sea el mínimo con un mínimo de pérdida de vidas humanas y materiales, será una obra mas económica y con un rendimiento máximo, en función del logro de estos objetivos, estarán dados los siguientes criterios:

4.1.1.1 Factores de localización de carreteras

Muchas veces un buen número de las variables que determinan la dirección general de una ruta no es decisión del ingeniero o de la comisión encargada del estudio y proyecto de esa Vía. Por ejemplo, consideraciones de orden político, entre otras pueden imponer el paso de la carretera por localidades que constituyen grandes controles de paso o control primario.

Solo después que estos controles quedan establecidos es cuando interviene el redactor del proyecto, es decir el ingeniero acompañado de distintos especialistas,

quienes están obligados a respetar los controles (no técnicos) impuestos por los dueños.

La localización de una carretera, y por ende su diseño esta altamente influenciada por las características: topográficas, geológicas, hidrológicas, hidráulicas, factores socioeconómicos uso de suelo etc.

A menudo las cumbres de los cerros son buenas rutas los valles son también rutas excelentes, si siguen la dirección conveniente Si la carretera cruza una montaña, el paso entre ellas constituye un control. Cuando el problema a resolver consiste en obtener mayor desarrollo del trazado para vencer desniveles pronunciados, la pendiente máxima admisible es de por si un punto de control.

Dado que la topografía, la geología, los drenajes y el uso de la tierra, tienen un efecto pronunciado en la localización y en la determinación del tipo de carretera a proyectar. Desde un principio del estudio debe obtenerse información relativa a ello. Esta información junto a los datos de trafico y vehículos, constituyen los mayores controles para la localización y diseño de las carreteras.

La información requerida en la etapa de localización puede encontrarse en distintas fuentes. Principalmente de los planos topográficos de la región, de foto croquis, recorrido por las zonas de estudio ya existentes etc.

Las principales fuentes de información con que se cuenta en NICARAGUA son: Ministerio de Transporte e Infraestructuras (MTI), Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER), Instituto Nacional de Estadísticos y Censos (INEC), Alcaldías, etc.

En los criterios establecido en la tabla numero 4.1, se procedió a la clasificación de las carreteras que conforman la red vial básica, siendo la red vial básica de 8157.75km y la

no básica de 10878.82 km, para un total de 19036.57 km, que conforman la red vial nacional. (*)MTI, AÑO 2008

La clasificación de las carreteras del país fue definida en cinco tipos:

1. Troncal principal.
2. Troncal secundario.
3. Colectora principal.
4. Colectora secundaria.
5. Caminos vecinales.

4.1.2 Características de la clasificación de las carreteras

Troncal principal: es una red de rutas continuas con las siguientes características

- ✓ Sirve a desplazamientos de grandes longitudes de viajes como el tránsito interdepartamental o interregionales cuyos índices de viajes son elevados.
- ✓ Forman parte de la red vial centroamericana.
- ✓ Troncal principal = panamericana/centroamericana.
- ✓ Sirven a grandes volúmenes de tránsito cuyo TPDA es mayor a los 1000 vehículos.
- ✓ Forman una red integrada sin conexiones fragmentadas, excepto cuando las condiciones geográficas o de flujo de tráfico lo indiquen, tales como conexiones a ciudades costeras como Corinto.
- ✓ Conectan cabeceras departamentales o centros urbanos con más de 50000 habitantes se requiere un derecho de vía de 50 metros incluye a cada lado del eje o línea media de la misma con el propósito de colocar rótulos de información gubernamental.
- ✓

Troncal secundario: se caracterizan por:

Conectar cabeceras departamentales o centros económicos importantes y centros importantes generadores de tráfico, tales como áreas turísticas capaces de atraer viajes de mayor distancia.

Troncal secundaria= nacional primaria.

Sirven también a un volumen considerable de viajes departamentales.

Sirve a corredores de viajes con longitudes de trayecto y densidades de viajes mayores que los que atienden los sistemas de de carreteras colectoras.

El volumen atendido es un mayor de 500 veh/día.

Se requiere un ancho de derecho de vía de 50m, incluye 5m a cada lado del eje o línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de información.

Colectora principal:

- ✓ Comunican una o más cabeceras departamentales con población superior a los 10000 habitantes a la red nacional.
- ✓ Colectora principal=nacional secundaria.
- ✓ Comunican centros poblaciones no atendidos con la red troncal.
- ✓ Estas rutas generalmente están dentro de las municipalidades.
- ✓ Se usan como conexión entre dos caminos troncales secundarios.
- ✓ Interceptan en cada uno de los extremos un sistema vial funcionalmente de igual o superior categoría.
- ✓ El flujo de tráfico es mayor a 250 veh/día.
- ✓ Se requiere de un ancho de derecho de vía de 50metros, incluye 5metros a cada lado del eje o línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos.
- ✓ Son caminos de alta importancia municipal, con poblaciones servidas son mayores de 5000 habitantes.

Caminos vecinales:

- ✓ Su principal función además de brindar acceso a propiedades adyacentes, es proporcionar el acceso a zonas remotas del país que carecen de facilidades de transporte y canalizar la producción agropecuaria desde la fuente hacia los centros de consumo y exportación en conjunto con carreteras de nivel superior.
- ✓ Vecinales= municipales.
- ✓ Generalmente las zonas que conectan tienen menos de 1,000 habitantes, volúmenes de trafico menores e 50veh/día

- ✓ Se requiere de un ancho de derecho de vía de 30metros, incluye 5metros a cada lado del eje o línea media de la misma con el propósito de colocar rótulos de información.

4.1.3 Capacidad y clasificación de las carreteras.

4.1.3.1 Elementos que se consideran en la clasificación funcional de carreteras.

Entre los elementos principales que determinan las características de la funcionalidad de las carreteras, se mencionan:

- ✓ Longitud de viaje
- ✓ Velocidad de operación
- ✓ Propósito del viaje
- ✓ Volumen de trafico
- ✓ Acceso
- ✓ Población

La longitud de viaje, la velocidad de operación y la necesidad de acceso a las propiedades adyacentes son factores interdependientes que al relacionar las a las tres clasificaciones principales (troncales, colectoras y caminos vecinales) hay una interacción constante entre ellos.

Las grandes longitudes de viajes y altas velocidades de operación caracterizan las carreteras troncales, mientras que las velocidades reducidas, los viajes de poca duración y el acceso a propiedades son características de los caminos vecinales, el promedio entre estos factores caracteriza a las colectoras.

El propósito del viaje es importante porque apartir de el se puede determinar la longitud del viaje y la velocidad de operación.

Los volúmenes de tráfico y la población son factores que permiten conocer los niveles de servicio que prestan las carreteras y la magnitud e importancia de las ciudades, poblados y cuadros urbanizados que comunica las mismas.

Otro ejemplo que se toma en cuenta es el espaciamiento que permite ver la distribución fundamentalmente de carreteras colectoras según el desarrollo urbano rural, por ejemplo, cada 10 kilómetros aproximadamente hay necesidad de esta clase de carreteras pero, no puede utilizarse como regla general ya que hay otros factores que influyen como las características geográficas, el trazado vial y el uso del suelo.

4.1.3.2 Ventajas de la clasificación funcional:

Al tener la red vial clasificada funcionalmente se logran las siguientes ventajas:

- ✓ Integrar las carreteras en sistemas completos que atienden las necesidades de transporte por carreteras.
- ✓ Permite la planificación integrada y sistemática y el desarrollo ordenado de los programas viales según las necesidades actuales y futuras.
- ✓ Agrupar las carreteras y caminos de manera que se puedan sub-clasificar para responder las necesidades específicas.

Para lograr los objetivos deseados los sistemas viales se clasifican en dos formas:

- ✓ Como un medio por el que puede planificarse el desarrollo de los sistemas de carreteras.
- ✓ Como fundamento para la planificación final de las carreteras.

4.1.3.3 Tipos de clasificaciones usadas en Nicaragua

Como parte del desarrollo del sistema vial, además de la clasificación funcional de 1975, se han adoptado otras clasificaciones.

Por su competencia

- ✓ Carreteras nacionales: son aquellas carreteras que conectan el país.
- ✓ Carreteras departamentales: son aquellas carreteras que conectan departamentos o estados, según el caso.

- ✓ Carreteras vecinales: son aquellas carreteras poblaciones pequeñas.
- ✓ Carreteras distritales: son aquellas que conectan distritos en un mismo departamento.
- ✓ Carreteras municipales: son aquellas que conectan un municipio.

Por su característica

- ✓ Autopistas: es una vía de alto transito de dos o as carriles
- ✓ Multiviales: es una vía de muchos carriles.
- ✓ Dobles: es una vía doble de dos carriles, uno de ida y otro de vuelta.

Por el tipo de terreno

- ✓ Plano: es aquella carretera de fácil acceso y salida, presenta un terreno sin muchas curvas y están en óptimas condiciones.
- ✓ Ondulado: es aquella carretera que presenta muchas curvas verticales y horizontales
- ✓ Montañoso: es aquella carretera que pasa en un terreno montañoso.
- ✓ Escarpado: es aquella carretera que se diseña en terreno difícil acceso y diseño.

Por su función

- ✓ primer orden: también llamada carretera principal, son aquellas vías troncales de alto tráfico que conectan las poblaciones importantes.
- ✓ segundo orden: también llamadas carreteras secundarias, se conectan por ser de menor transito y conectan poblaciones medias.
- ✓ tercer orden: también llamadas carreteras terciarias, estas comunican municipios y son de menor transito.

Por el tipo de construcción:

- ✓ Caminos pavimentados: la superficie de rodamiento esta formado por capas de de concreto asfaltico, concreto hidráulico o adoquines.
- ✓ Caminos revestidos: son aquellos cuya superficie de rodamiento esta formado por capas de material selecto y un espesor mínimo de 25cm.

- ✓ Caminos de todo tiempo: su trazado geométrico no ha sido diseñado, se ajusta más que todo a la topografía del terreno. Permiten la circulación de tráfico todo el año y la superficie de rodamiento es de material selecto con 15cm de espesor mínimo.

Caminos de estación seca (o de verano): caminos sin ningún diseño geométrico, carecen de drenaje por lo que el tráfico queda interrumpido en época de lluvia. La superficie de rodamiento la constituye el terreno natural y carece de material de recubrimiento.

Ante la necesidad de tener catalogadas las carreteras y caminos en una forma más organizada, se trato de clasificarlas bajo la premisa básica de la función que desempeña, factor importante en la determinación de las necesidades viales futuras para establecer los programas de inversiones. Es por eso que se elaboro una revisión basada en la funcionalidad y que responde a las inquietudes planteadas.

4.1.4 Criterios y normas para el diseño geométrico

Normas de diseño: las normas de diseño a ser implementadas serán las contenidas en el manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de Carreteras Regionales (Normas SIECA, 2da Edición 2004) o en su defecto la Guía de Diseño Geométrico de la AASHTO (A Policy On Geometric Design of Highways and Streets, Quinta Edición 2004).

Tabla 4.1.1 RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO

Clasificación	Pista urbana	
Derecho de vía	Variable	
Ancho de corona	7.24m	
Ancho de rodamiento	6.04m	
Ancho de cuneta	2m	
Carga de diseño de puente	Hs20-44+30%	
Vehículo de diseño	Liviano de 2 a 5 toneladas	
Distancia entre ejes	6.10M	
	Terreno plano	7% en 350m

Pendiente máxima	Terreno ondulado	8%-10% en 200m
	Terreno montañoso	11%-14% en 150m
Pendiente mínima en corte	0.5%	
Velocidad de diseño	Terreno plano	40km/h
	Terreno ondulado	30km/h
	Terreno montañoso	25km/h
Bombeo	3%	
Superficie de rodamiento	Adoquín	
NC: numero y ancho de carriles	NC=2, ancho en tangente	3.02m
	NC=2, ancho en curva	variable
Enlaces	Radio mínimo	15m
	Ancho de carril	7m

4.1.4.1 Velocidad de diseño(30 kms/hora en terreno plano): El principal criterio en la definición de las velocidades de diseño es que no pueden fijarse velocidades de diseño absolutas y de aplicación universal; intervienen factores que alterarían cualquier norma rígida por ejemplo restricciones económicas, características físicas del camino, clasificación del tránsito, etc. No obstante tampoco se pueden hacer propuestas serias sin atender las orientaciones técnicas por tal razón se seleccionaron las velocidades considerando que los principales factores que influyen en su determinación son: Características topográficas del camino, el tipo del camino, los volúmenes de tránsito y el uso de la tierra.

Características topográficas: El camino está ubicado en terrenos planos por tal motivo únicamente se proponen dos velocidades una de 30 Km/hora para las partes planas y la otra de 25 Km/hora para las partes restringidas por el uso de suelo y la topografía, si hubiésemos encontrado pendientes longitudinales y transversales más fuertes hubiéramos disminuido la velocidad a 20 kms/hora en esos tramos.

Tipo de camino: Las velocidades propuestas son las indicadas para caminos urbanos, de acuerdo al servicio y características de tráfico esperado.

Volúmenes de tránsito: Las velocidades también son consistentes con un camino que en este momento tiene un bajo volumen de tráfico, apenas 221 vpd.

4.1.4.2 Ancho de carril y superficie de rodamiento.

Ancho de corona (7.24 metros): La distribución de los 7.24 metros de corona es la siguiente 1.20 metros de hombros, 0.60 metros a cada lado más 6.04 metros de rodamiento, pero debido al reducido espacio del derecho de vía Se consideró el establecimiento de pequeños acotamientos: es decir la distribución de las distancias se disminuyeron, y el ancho de corona es de 5m, con 0.90m de hombros y 4.10m de rodamiento.

Se estimó además que 0.45 metros de acotamiento son suficientes para confinar el camino contribuyendo así a evitar daños a terraplenes por la erosión y la humedad característica de las zonas inestables y mejorar la visibilidad en cortes. Otra razón es la protección adicional que debe proveerse al camino por aquellos daños que le podrían causar los vehículos al orillarse si se careciera de hombros.

Ancho de rodamiento (6.04 metros, modulado en relación a las dimensiones de los adoquines): El ancho de la superficie de rodamiento es el factor que más influye en el costo, pero también es la garantía de la seguridad y comodidad del usuario, por eso la propuesta de la dimensión más conveniente fue analizada cuidadosamente y por el motivo de disminución de derecho de vía se reduce el ancho de rodamiento.

Aunque muchos opinan que el ancho ideal en tangente es 7.30 metros para caminos de dos carriles, nuestra propuesta considera un ancho de 5 metros obligados que a nuestro criterio no es satisfactorio y consistente con un presupuesto racional y con las condiciones de seguridad y comodidad. Cuando los carriles son muy angostos los conductores tienden a realizar maniobras inapropiadas e incluso a convertir vías de dos carriles en vías de un carril, además que 3.65 metros por carril es un ancho apropiado para vías de alta velocidad, que no es nuestro caso. Si consideramos dos camiones circulando en sentido contrario ocuparán 5.60 metros, distribuidos así 5.20 los dos vehículos más 40 centímetros ocupados por las obras de confinamiento y la raya central. Si restamos esta dimensión de los 6.04 metros propuestos nos quedará un

ancho de maniobra disponible de 44 centímetros, 22 centímetros para cada vehículo en cada carril sin incluir los 0.60 centímetros de los hombros que posibilitan el orillamiento vehicular en casos de riesgo.

Las estimaciones anteriores parecen sugerir que no es conveniente reducir el ancho de carriles a 2.75 metros sin sacrificar la comodidad y la seguridad, ya que el ancho total de 5.50 metros es inferior que el ancho que ocuparían dos camiones al encontrarse más las obras de confinamiento y la raya central.

En este caso si un camión quisiera rebasar tendría que usar los espacios ocupados por las obras de confinamiento y por la raya central, tendría que desplazarse más lento que si tuviese la disponibilidad de espacio que le proporciona un carril de 3.02 metros e invadiría por más tiempo el carril izquierdo, volviendo más críticas las distancias de rebase.

No se ha considerado la inclusión de un carril adicional para vehículos pesados porque las pendientes no son fuertes y las mayores sólo se desarrollan en muy pocos y pequeños tramos; además el derecho de via no lo permite.

El establecimiento de la longitud crítica se hizo atendiendo la definición de la misma que dice: Longitud crítica de cualquier pendiente es aquella que ocasiona una reducción de 25 kms/hora en la velocidad de marcha del vehículo de proyecto (camión de dos ejes), para nuestro caso si tomáramos la velocidad de 40 kms/hora diríamos que estamos en una pendiente crítica si en una longitud logra disminuir su velocidad hasta 15 kms/hora. Para confirmar la racionalidad de la propuesta se hizo el análisis de tiempo de recorrido, en los tramos más difíciles considerando no la pendiente crítica si no la pendiente gobernadora que no es más que la pendiente media que teóricamente esperamos darle a la sub rasante para superar los desniveles. Esta misma pendiente nos sirvió para proyectar las pendientes que mejor se ajustaban al terreno donde los suelos y el drenaje permitieron.

Pendiente mínima (0% a 4% en plano y 5% a 6% en ondulado): Estas pendientes se establecieron para permitir un drenaje fluido.

Para terrenos planos se ha establecido el 0% en los terraplenes y el 0.5% en cortes como las pendientes mínimas que permiten el drenaje de las cunetas, en casos de cortes largos se podrá incrementar esta pendiente hasta el 4%.

4.1.4.3 Distancia de visibilidad.

Se define como visibilidad a la calidad de lo visible, como algo que se puede ver y percibir por medio de los ojos. Por tanto, ver con calidad al frente para un conductor es de vital importancia para la seguridad en la circulación de vehículos por carretera. La distancia en que el conductor promedio de un vehículo puede ver con claridad hacia adelante en una carretera se denomina distancia de visibilidad.

Por lo anterior es necesario que una vía posea en todos sus puntos las condiciones de visibilidad para que el conductor promedio pueda tomar a tiempo las medidas necesarias para evitar accidentes.

Dentro de los factores que influyen en la seguridad de la circulación vehicular, la distancia de visibilidad ocupa un lugar destacado, su longitud depende de la velocidad de diseño y a partir de ella, se definen otros elementos del diseño geométrico de carretera.

Con el concepto de distancia de visibilidad surgen, con el objetivo de hacer un diseño seguro de la carretera: la distancia de visibilidad de parada, la distancia de visibilidad de adelantamiento y la distancia de seguridad entre dos vehículos que viajan por el mismo carril de circulación.

Distancia de visibilidad de parada.

La distancia de visibilidad de parada es la distancia de visibilidad mínima necesaria para que el conductor promedio de un vehículo que circula por la vía, vea un objeto que está en su trayectoria, reaccione ante este peligro y pueda detener su vehículo antes de llegar al objeto, o sea, es la suma de las distancias recorridas durante tres intervalos de tiempo por el vehículo.

- Tiempo necesario para ver el objeto peligroso.
- Tiempo para reaccionar ante el peligro.

- Tiempo para detener el vehículo después de aplicar los frenos; llamada también distancia de frenado.

Durante el primero y segundo intervalo de tiempo, el vehículo circula a la velocidad de diseño o cerca de ésta (tiempo transcurrido desde que el conductor ve el objeto para él peligroso y aplica los frenos).

La suma de estos dos primeros intervalos de tiempo es conocida como tiempo de percepción- reacción y se acepta como promedio un valor de 2,5 segundos.

La distancia total recorrida por el vehículo durante el tiempo de percepción- reacción se puede determinar por la expresión:

$$D = \frac{V \cdot t}{3,6} \quad \text{ecuación 4.1.1}$$

Donde:

V: Velocidad de diseño; Km/h.

t: tiempo de percepción- reacción; 2.5 seg.

3.6: valor que nos permite llevar la velocidad de Km/h a m/seg.

D: distancia recorrida por el vehículo en el tiempo t; m.

El tercer intervalo de tiempo depende de la velocidad de diseño, del tipo de pavimento y de las condiciones mecánicas del vehículo para frenar. Si consideramos que estas condiciones mecánicas son óptimas; entonces solamente dependerá de la velocidad de diseño y del tipo de pavimento.

Una forma de expresión de la 2da ley de Newton, también conocida como base de la dinámica, se puede interpretar como que: "La fuerza por la distancia es igual a la variación de la energía cinética" o sea:

$$p.f. \cdot df = \frac{pv^2}{2g} \quad \text{Ecuación 4.1.2,} \quad \text{despejando df. De la ecuación 4.1.2 Tenemos:}$$

$$df = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot f} \quad \text{Ecuación 4.1.3}$$

Donde:

V: velocidad de diseño; m/s.

f: coeficiente de fricción entre neumáticos y pavimento.

g: aceleración normal de la gravedad = 9,8126 m/s²

df: distancia de frenado; m

Como la velocidad de diseño viene dada en km/h es conveniente que la **Ecuación 4.1.3** este adaptada para asimilar estas unidades, entonces tendremos que:

$$df = \frac{v^2/12,96}{2(9,8112).f} \quad \text{Ecuación 4.1.4}$$

$$df = \frac{v^2}{254,34.f} \quad \text{Ecuación 4.1.}$$

Donde:

V: velocidad de diseño; km/h.

df: distancia de frenado; m.

En la actualidad los vehículos tienen freno en las cuatro ruedas por lo que el peso de frenado coincide con el peso del vehículo. Pero si el vehículo solamente tuviera freno en las ruedas traseras, el peso de frenado sería la fracción total del peso del vehículo que actúa sobre ellas.

El trabajo de frenado o sea el esfuerzo de frenado por el espacio recorrido (distancia de frenado), según el principio de mecánica ya expuesto, es igual a la variación de energía cinética ($P.V^2 / 2.g$).

Para obtener la expresión consideramos que el esfuerzo de frenado es ($f. P$) en el límite del rozamiento, siendo P el peso de frenado.

La pendiente de la rasante de la carretera ejerce influencia a favor o en contra del frenado según sea esta en rampa o en pendiente.

Si consideramos esta influencia entonces la Ecuación 4.5 se transforma en:

$$df = \frac{v^2}{254.34(f \mp P)} \quad \text{Ecuación 4.1.6}$$

Donde:

V: velocidad de diseño; km/h.

f: coeficiente de fricción longitudinal.

p: pendiente de la rasante; m/m. Se considera en la expresión positivo (+) subiendo o en rampa y negativo (-) bajando o en pendiente.

df: distancia de frenado; m

Por lo tanto tenemos determinada la distancia total que recorre el vehículo desde el momento que el conductor ve el objeto para él peligroso, hasta que detuvo completamente el vehículo. Esto es:

$$dp = \frac{vt}{3.6} + \frac{v^2}{254.34(f \mp P)} \quad \text{Ecuación 4.1.7}$$

Donde:

dp: distancia de visibilidad de parada.

En la actualidad se proyectan vías con altas velocidades de diseño, al aumentar la velocidad de diseño el tiempo de percepción de objetos que obstaculizan la circulación disminuye. Debido a lo anterior el valor de 2,5 segundos, aceptado como tiempo de percepción reacción no tiene la misma confiabilidad que para las velocidades de hasta 100 km/h. Aunque las vías de altas velocidades se proyectan con sistemas auxiliares de seguridad que disminuyen notablemente las dificultades que puedan presentar en la circulación, es recomendable aumentar el tiempo de percepción reacción con el objetivo de mantener la seguridad en la circulación.

Los valores de coeficiente de fricción longitudinal en recta que se recomiendan aparecen en la tabla 4.1.2. Estos coeficientes consideran para mayor seguridad en el diseño que el pavimento se encuentra mojado.

Velocidad de diseño (km/h)	Coeficiente de fricción longitudinal(f)
100	0,300
80	0,310
60	0,340
50	0,360
40	0,380
30	0,400

TABLA 4.1.2 VELOCIDAD DE DISEÑO, FUENTE: AASHTO.

Con los elementos que se tienen es posible determinar la distancia de visibilidad de parada para distintas velocidades de diseño. Estas distancias de visibilidad de parada aparecen en la tabla 4.1.3.

Velocidad de diseño(km/h)	Distancia de visibilidad de parada	
	Por calculo(m)	Recomendada(m)
100	200,5	205
80	136,73	140
60	83,30	85

50	62,02	65
40	44,33	45
30	29,68	30

TABLA 4.1.3 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.FUENTE: AASHTO

Con estos datos obtenidos y según la velocidad de diseño (30km/h) la distancia de visibilidad es de 30m.

Velocidad de diseño(km/h)	Distancia de visibilidad de un vehículo contrario	
	Por calculo(m)	Recomendada(m)
100	401,00	410
80	273,46	280
60	166,60	170
50	124,04	130
40	88,66	90
30	59,36	60

TABLA 4.1.4 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE UN VEHÍCULO CONTRARIO, FUENTE: AASHTO

Con estos datos obtenidos y según la velocidad de diseño la distancia de visibilidad de un vehículo contrario es de 60m.

4.1.5 Criterio para la determinación de la rasante¹

Elección de la rasante.

Para la determinación de la rasante es necesario obtener el perfil longitudinal del terreno, el cual puede obtenerse a "mano alzada" o automáticamente.

El perfil a "mano alzada" se dibuja a partir de la cota de los puntos del eje, que han sido observados en el modelo estereoscópico y que aparecen registrados automáticamente en la computadora.

❖ 1: RASANTE; línea de una calle o camino considerada en relación con el plano horizontal.

El primero consiste en dibujar el perfil longitudinal mediante la impresora de la computadora; para lo cual existen programas especializados que dibujan el perfil con gran rapidez.

El segundo método es más preciso e incluso puede obtener mucha más información que la que da el primero; con la dificultad de que es mucho más lento.

Con el perfil longitudinal del terreno se está en condiciones de seleccionar la rasante; teniendo en cuenta las especificaciones de diseño ya estudiadas para las alineaciones en perfil y su coordinación con la alineación en planta.

Además de las normas y regulaciones establecidas para la determinación del perfil de la rasante, existen una serie de criterios generales que se deben tener en cuenta en el proyecto estos son:

- Debe procurarse una rasante suave con cambios graduales de acuerdo con el tipo de carretera y el carácter del terreno, con preferencia a una con numerosos cambios y longitudes cortas de rasantes. Los factores que limitan su diseño son las pendientes máximas permisibles y la longitud crítica para cada pendiente, pero la forma en que estos factores se aplican y ajustan al terreno, determina la adaptabilidad y apariencia de la rasante terminada.
- Debe evitarse la rasante tipo montaña rusa o de depresión escondida; tales rasantes ocurren por lo general en alineaciones en planta relativamente rectas y donde el perfil de la rasante se ciñe mucho a la línea ondulada natural del terreno. Son estéticamente desagradables y peligrosas.
- Las depresiones escondidas contribuyen a aumentar los accidentes en las maniobras de adelantamiento, ya que el que va a efectuarlo es engañado por la visión de la carretera más allá de la depresión, libre de vehículos en la dirección opuesta. Aún en los casos de depresiones suaves este tipo de perfil es desconcertante ya que el conductor que efectúa la maniobra de paso no está seguro de si hay o no otro vehículo más allá de la próxima cima. Este tipo de perfil se evita con curvaturas horizontales y con cambios más graduales de rasante, con mayores cortes y terraplenes.

- La rasante debe cumplir a todo lo largo, los requerimientos de visibilidad para la velocidad de diseño escogida.
- Las pendientes máximas permisibles están supeditadas a la velocidad de diseño y a la composición del tránsito. En la tabla 4.5 se muestran estas pendientes.

Tipo de terreno	Pendiente longitudinal máxima admisible					
	Velocidad de diseño km/h					
	30	40	50	60	80	100
Plano	--	--	6	5	5	3
Ondulado	--	8	7	7	7	-
montañoso	12(14)	10(12)	9	8	--	--

TABLA 4.1.5 PENDIENTES MÁXIMAS ADMISIBLES. FUENTE: SIECA

- En el proyecto debe evitarse el empleo de las pendientes longitudinales máximas y solo utilizarlas en casos extremos.
- Para las velocidades de diseño de 30 y 40 km/h en terrenos montañoso y bajo una justificación técnico-económicas, las pendientes longitudinales máximas pueden ser aumentadas en un 2%.
- Las pendientes longitudinales mínimas deben ser:
 - en corte no menor que 0,5%
 - en terraplén el 0%
- Deberán redondearse las cimas y depresiones para que no hagan el efecto de puntos angulosos.
- Para ello deben ser diseñadas curvas parabólicas verticales. Deben evitarse las rasantes de lomo roto (dos curvas verticales de la misma dirección separadas por una recta corta). Sobre todo en las depresiones donde no resulta estéticamente agradable la vista total de ambas curvas.
- Las características topográficas del terreno influyen en el establecimiento de la rasante. En terrenos llanos la altura de la rasante esta determinada

generalmente por el drenaje; en terrenos ondulados se adoptan rasantes ondulantes; tanto por su economía, como por la mejor operación de los vehículos; en terrenos montañosos la rasante esta controlada fundamentalmente por las restricciones y condiciones topográficas.

- En longitudes largas de rasante se deberán proyectar las más fuertes en la parte inferior, disminuyéndolas cerca de la parte superior del ascenso; o bien rompiendo la rasante sostenida mediante pequeños tramos de pendientes más suaves entre pendientes más fuertes.
- Las longitudes de rasante en rampa que motivan reducciones de 25 km/h en las velocidades de los vehículos pesados, constituyen las longitudes críticas de la rasante y aparecen en la tabla 4.6.

Pendiente en subida%	3	4	5	6	7	8
Long critica de pendiente en subida m	500	350	245	200	170	150

TABLA 4.1.6 LONGITUDES CRÍTICAS. FUENTE: AASHTO.

4.1.6 Diseño de curvas

Para el caso en estudio veremos los casos de curvas horizontales y curvas verticales. Es necesario estudiar de manera general estos dos casos; de gran importancia en el diseño geométrico de carreteras, porque a través de estas se conocen las características de los tramos.

4.1.6.1 Curvas horizontales

4.1.6.1.1 Curvas circulares simples

Las curvas circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio, que constituye la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales, especialmente al unir dos tangentes consecutivas.

4.1.6.1.1.1 Elementos de una curva circular

Punto de vértice (PI): Es el punto de intersección de las tangentes.

Punto de curvatura (PC): Es el punto en donde termina la tangente de entrada e inicia la curva.

Punto de tangencia (PT): Es el punto en dónde termina la curva y comienza la tangente de salida.

Angulo de deflexión (D): Es el ángulo central subtendido entre las dos tangentes.

Tangente (T): Es la distancia del PC al PI o desde el PI al PT.

$$T = R \tan (\Delta / 2) \text{ Ecuación 4.1.8}$$

Cuerda larga (CL): Es la distancia recta entre el PC y el PT.

$$CL = 2R \operatorname{sen} (\Delta / 2) \text{ Ecuación 4.1.9}$$

Externa (E): Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

$$E = T \tan (\Delta / 4) \text{ Ecuación 4.1.10}$$

Ordenada media (M): Es la distancia desde el punto medio de la curva, al punto medio de la cuerda larga. $M = R [1 - \cos (\Delta / 2)]$ **Ecuación 4.1.11**

Centro de la curva circular (RP): Es el mismo punto de radio.

Radio de la curva circular (R): Es la distancia del RP al PC o al PT.

$$R = T / \tan (\Delta / 2) \text{ Ecuación 4.1.12}$$

Longitud de la curva circular (L): Es la distancia del PC al PT por el arco de la curva.

$$L = c \Delta / G \quad \text{Ecuación 4.1.13}$$

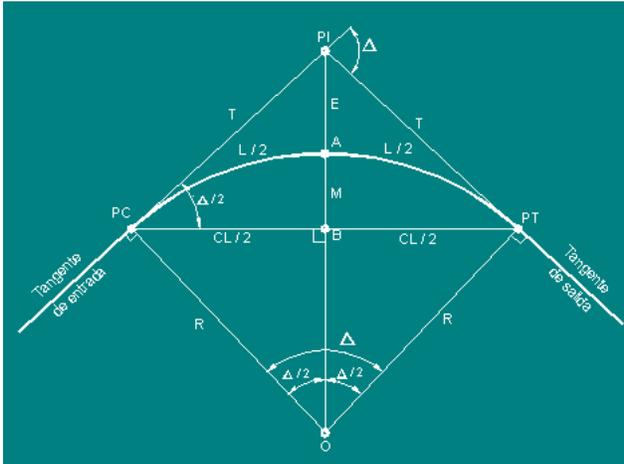


Figura 4.1.7

Grado de una curva circular (G):

El ángulo específico de una curva, se define como el ángulo en el centro de un arco circular subtendido por una cuerda específica c , ésta es la definición por cuerda. La definición por arco es el grado específico de una curva, que es el ángulo central subtendido por un arco específico.

Sistema arco -grado

$$R = 180 s / \pi G$$

$$L = \pi R \Delta / 180 \quad \text{Ecuación 4.1.14}$$

Sistema cuerda - grado (es el más utilizado en carreteras)

$$G = 2 \arcsen (c / 2 R) \quad \text{Ecuación 4.1.15}$$

$$L = c \Delta / G \quad \text{Ecuación 4.1.16}$$

Existen también curvas circulares compuestas que están formadas por dos o más curvas circulares, pero su uso es muy limitado, en la gran mayoría de los casos se utilizan en terrenos montañosos cuando se quiere que la carretera quede lo más ajustada posible a la forma del terreno, lo cual reduce el movimiento de tierra. También se pueden utilizar cuando existen limitaciones de libertad en el diseño, como, por ejemplo, en los accesos a puentes, en los pasos a desnivel y en las intersecciones

4.1.6.2 curvas verticales

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado. La curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola de eje vertical.

4.1.6.2.1 Curvas verticales simétricas

Elementos geométricos de una curva vertical parabólica

La parábola utilizada para el enlace de dos tangentes verticales consecutivas debe seguir las siguientes propiedades:

- La razón de variación de su pendiente a lo largo de su longitud es una constante.
- La proyección horizontal del punto de intersección de las tangentes está en la mitad de la línea que une las proyecciones horizontales de los puntos de tangencia extremos, donde empieza y termina la curva.
- Los elementos verticales de la curva (cotas) varían proporcionalmente con el cuadrado de los elementos horizontales (abscisas).
- La pendiente de una curva de la parábola es el promedio de las pendientes de las líneas tangentes a ella en los extremos de la cuerda.

Los principales elementos que caracterizan una parábola son (figura 4.6):

A = PIV: Punto de intersección vertical.

B = PCV: Principio de la curva vertical.

C = PTV: Principio de tangente vertical.

BC = Lv: Longitud de la curva vertical, medida en proyección horizontal.

CA = Ev: Externa vertical. Es la distancia vertical del PIV a la curva.

CD = f: Flecha vertical(X_1, Y_2): Punto sobre la curva de coordenadas (X_1, Y_2).

Q (X_1, Y_2): Punto sobre la tangente de coordenadas(X_1, Y_2), situado sobre la misma vertical de "P".

QP = y: Corrección de pendiente. Desviación vertical respecto a la tangente de un punto sobre la curva "P" a calcular.

BE = x: Distancia vertical entre el PCV y el punto "P" de la curva.

α : Angulo de pendiente de la tangente de entrada.

β : Angulo de pendiente de la tangente de salida. γ : Angulo entre las dos tangentes.
Angulo de deflexión vertical.

$m = \tan \alpha$: Pendiente de la tangente de entrada.

$n = \tan \beta$: Pendiente de la tangente de salida. $i = \tan \gamma$: Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y salida.

Se tiene entonces una parábola de eje vertical coincidiendo con el eje "Y" y el vértice "C" en el origen (0,0), según el sistema de coordenadas "X vs Y". La ecuación general de la parábola es: **$Y = k X^2$ Ecuación 4.1.16**

Hay que tener presente que siempre la Externa va ser igual a la Flecha.

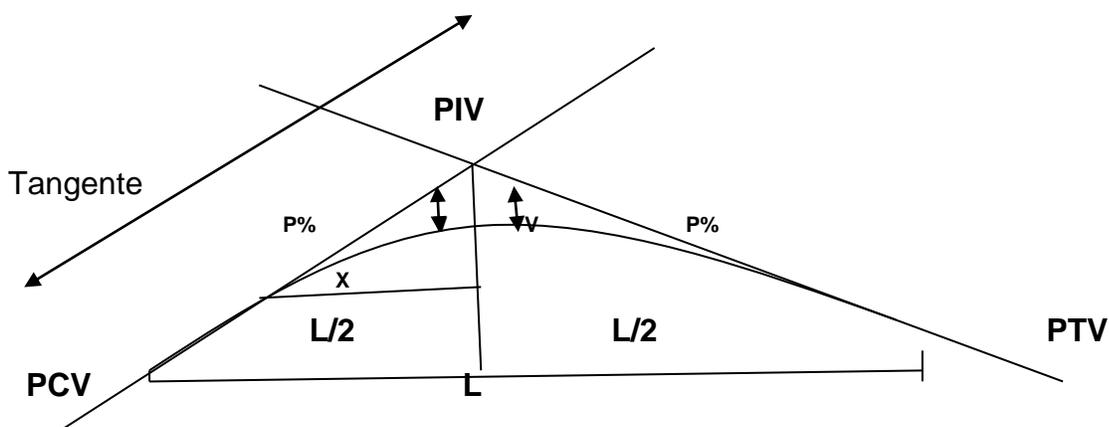


FIGURA 4.1.8, CURVA SIMETRICA.

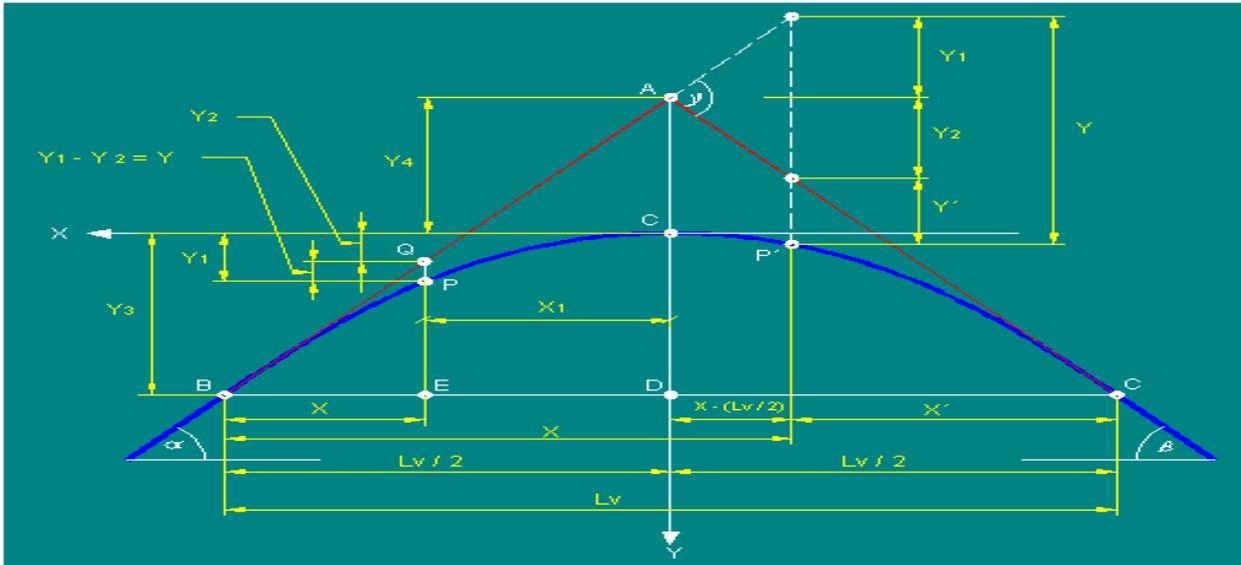


FIGURA 4.1.9, ELEMENTOS DE LA CURVA.

Según las gráficas deducimos las siguientes formulas:

$$|p_2 - p_1| \geq 0.5\%; V = KX^2; K = \frac{P_2 - P_1}{2L}; X = \left| \frac{P_1 L}{P_2 - P_1} \right| \quad \text{Ecuación 4.1.17}$$

V: distancia vertical que de la última estación hasta el punto más alto (este se calcula en cada estacionamiento: v1, v2, v3, ..vn.).

X: distancia medida del pcv a cada estacionamiento.

p_2 y p_1 Pendientes del terreno.

Estacionamientos:

$$PCV = PIV - \frac{L}{2} \quad \text{Ecuación 4.1.18}$$

$$PTV = PIV + \frac{L}{2} \quad \text{Ecuación 4.1.19}$$

Elevaciones:

$$\text{Elev. PCV} = \text{Elev PIV} - \left(P_1 \times \frac{L}{2}\right) \text{ Ecuación 4.1.20}$$

$$\text{Elev. PTV} = \text{Elev PIV} - \left(P_2 \times \frac{L}{2}\right) \text{ Ecuación 4.1.21}$$

Elevaciones sobre la tangente

Elevaciones del PCV al PIV:

Elev en cualquier estacionamiento:

$$\text{Elev} = \text{elev PCV} + (p_1 x) \text{ Ecuación 4.1.22}$$

X: distancia medida del PCV a cada estacionamiento.

Elevaciones del PTV al PIV:

Elev en cualquier estacionamiento:

$$\text{Elev} = \text{elev PTV} + (p_2 x) \text{ Ecuación 4.1.23}$$

X: distancia medida del PTV a cada estacionamiento.

Elevaciones sobre la curva:

Elevación de cualquier punto:

$$\text{Elev} = \text{elev s/tang} + V \text{ Ecuación 4.1.24}$$

4.1.6.2.2 Curvas verticales asimétricas

Para este tipo de curvas los cálculos son totalmente diferentes, pues se necesitan mas datos para realizar las operaciones necesarias para determinar los elementos de la curva figura 4.7

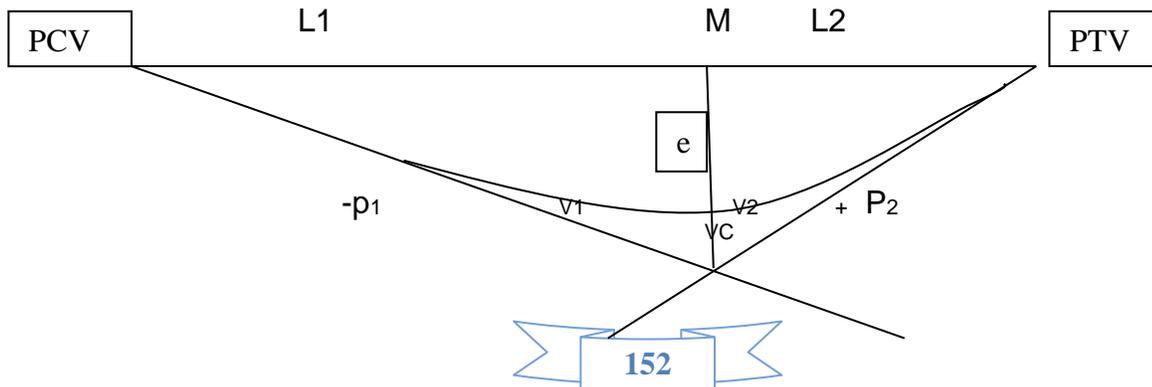


FIGURA 4.1.10

PIV

Ecuaciones utilizadas:

$$L=L_1+L_2 \quad \text{Ecuación 4.1.25}$$

$$e = \frac{(p_2-p_1) \cdot L_1 L_2}{2L} \quad \text{Ecuación 4.1.26}$$

$$V_1 = \frac{X_1^2}{L_1^2} e = \frac{p_2-p_1}{2L} * \frac{L_2}{L_1} * X_1^2 \quad \text{Ecuación 4.1.27}$$

$$V_2 = \frac{X_2^2}{L_2^2} e = \frac{p_2-p_1}{2L} * \frac{L_1}{L_2} * X_2^2 \quad \text{Ecuación 4.1.28}$$

Punto más alto o más bajo:

$$x_1 = \frac{p_1 L_1^2}{2e} \quad \text{Ecuación 4.1.29}$$

$$x_2 = \frac{p_2 L_2^2}{2e} \quad \text{Ecuación 4.1.30}$$

Estacionamientos:

$$\text{Est. PCV: est. PIV} - L_1 \quad \text{Ecuación 4.1.31}$$

$$\text{Est. PTV: est. PIV} + L_2 \quad \text{Ecuación 4.1.32}$$

Elevaciones:

$$\text{Elev PCV: Elev PIV} + P_1 L_1 \quad \text{Ecuación 4.1.33}$$

$$\text{Elev PTV: Elev PIV} + P_2 L_2 \quad \text{Ecuación 4.1.34}$$

Elevación de la tangente en cualquier estación:

Desde el PCV hasta el PIV:

$$\text{Elev} = \text{Elev PCV} - P_1 X_N \quad \text{Ecuación 4.1.35}$$

Desde el PTV hasta el PIV:

$$\text{Elev} = \text{Elev PTV} - P_2 X_N \quad \text{Ecuación 4.1.36}$$

Elevación S/tang en cualquier estación:

Desde el PCV hasta el PIV:

$$\text{Elev} = \text{Elev PCV} + V_n \quad \text{Ecuación 4.1.37}$$

Desde el PTV hasta el PIV:

$$\text{Elev} = \text{Elev PTV} + V_N \quad \text{Ecuación 4.1.38}$$

PIV: Punto de intersección vertical.

PCV: Principio de la curva vertical.

PTV: Principio de tangente vertical

4.1.7. Memoria de cálculo para el diseño geométrico.

4.2 DISEÑO DE ESPESOR DE PAVIMENTO.

4.2.1 Método para el diseño estructural de pavimentos.¹

El método de Diseño utilizado fue la Guía de Diseño de Espesores de pavimento de la AASHTO 1993.

Este método de diseño es aplicable para vías con tránsito superior a 0.05×10^6 ejes equivalentes de 8.2 toneladas y la ecuación utilizada para el diseño de pavimentos flexibles, derivada de la información obtenida empíricamente por la AASHTO ROAD TEST es:

$$SN = a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3 \quad \text{Ecuación 4.2.1}$$

Donde:

a_i = Coeficiente estructural de la capa i , el cual depende de la característica del material con que ella se construya.

d_i = Espesor de la capa i en pulgadas.

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa i .

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

Determinación del número estructural

La ecuación de diseño recomendada por la AASHTO permite la obtención del número estructural, a partir de los siguientes parámetros:

- 1) Tránsito estimado durante el período de diseño (W_{18}).
- 2) El nivel de confiabilidad (R). Debe recordarse que la aplicación de este nivel implica la utilización de promedios en los datos de entrada.
- 3) La desviación estándar (S_o).
- 4) El módulo resiliente de la subrasante (M_R)
- 5) La pérdida de nivel de servicio durante el período de diseño, $\Delta PSI = P_o - P_t$

1: TOMADO DE MONOGRAFIA; DISEÑO DE 500ML EN EL MUNICIPIO DE BUENOS AIRES RIVAS.

Ecuación de diseño

La Ecuación de Diseño para Pavimentos Flexibles corresponde a la Ecuación (5.1) descrita en la página I-5, Parte I, de la Guía ASSHTO-93 para el Diseño de Pavimentos y toma la configuración siguiente:

$$\log_{10}W_{t18} = Z_{18} * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta psi}{4.2-1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{0.59}}} + 2.32$$
$$* LOG_{10}M_R - 8.07$$

Ecuación 4.2.2

En donde:

W_{t18} - Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el periodo de diseño (**n**).

Z_R - Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la Confiabilidad del diseño (**R**) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

s_o - desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

ΔPSI - Pérdida de Serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la calidad de condición de servicio del pavimento al concluirse su construcción (Serviciabilidad Inicial (**p_o**) y su condición de servicio al final del periodo de diseño (Condición de Servicio Final (**p_t**)).

Datos de diseño

a) Se calculó el Número de Ejes Equivalentes en función del conteo de tránsito efectuado por la ASOCIACIÓN EDICO- CISCONCO y un Periodo de Diseño de 15 años, habiéndose obtenido el valor siguiente:

Ejes equivalentes por tipo de vehículo: total de ejes equivalentes de vehículos (15 años)

Factor de daño= 1156.1

Distribución por carril: 0.75

Numero de ejes equivalentes(N): $0.75 \times 365 \times \text{factor de daño}$.

$$N = 316,485$$

b) Se determinó el CBR de Diseño en base a los ensayos realizados en el Estudio de Suelos obteniéndose un valor de:

$$\text{CBR} = 11 \% \text{ (este valor se considera en un 10\% menor del encontrado).}$$

c) Se consideró un Índice de Confianza de $R = 75 \%$

d) El Índice de Servicio Inicial tiene un Valor de $= 4.2$

e) El Índice de Servicio Final considerado es $= 2.2$

f) La Desviación estándar para pavimento flexible es $= 0.45$

g) Se determinó el Módulo Resiliencia de la Subrasante por correlación con el CBR. Las correlaciones que normalmente se utilizan son las siguientes:

$$Mr. (K/cm^2) = 100 \text{ CBR}$$

Para valores de CBR menores de 10.

$$Mr. (PSI) = 3000 \times \text{CBR}^{0.65} \quad \text{Ecuación 4.2.3}$$

Para valores de CBR de 7.2 a 20%

$$Mr (K/cm^2) = 100 (6.0) = 600 \text{ K/cm}^2$$

$$Mr (PSI) = 600(14.223) = 8534 \text{ PSI}$$

h) Con los Valores anteriores se determinó el Número Estructural el que tiene un valor de:

$$SN = 2.44$$

La información anterior se presenta en forma resumida a continuación:

DATOS DE DISEÑO	AASHTO 1993
1) Índice de Confianza (%) = 75.0	75-95
2) Índice de Servicio Inicial = 4.2	4.2-4.4
3) Índice de Servicio Final = 2.2	2.0-2.5
4) Índice de Servicio de Diseño = 2.0	
5) Desviación Estándar = 0.45	0.45
6) C.B.R. de Diseño (%) = 11% -	

7) Módulo de Resiliencia (PSI) = 8534 -
(C.B.R. x 1422.3 PSI)

8) Período de Diseño (años) = 15

Características de los materiales del pavimento: la caracterización de las diversas capas del pavimento se efectúa a través de sus módulos de elasticidad, obtenidos por ensayos normalizados de laboratorio.

El uso de la sub-base en este método requiere del empleo de un coeficiente de capa (a3) para convertir su espesor en un número estructural (SN), que es el indicativo del espesor total requerido de pavimento.

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

Coeficiente de capas: el método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (Di), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material par funcionar como parte de la estructura del pavimento.

Calculo de factor de daño para carga equivalente a eje sencillo de 18000 lbs.

(5toneladas). Pavimento flexible $p_t= 2.0$

Tipo de vehículo	Peso por ejes (lbs.)	Factor de daño por eje		Factor de daño por vehículo	
		SN=5	SN=3	SN=5	SN=3
Automóvil	2000	0.0002	0.0002	0.0004	0.0004
	2000	0.0002	0.0002		
Jeep	4000	0.0002	0.0002	0.0004	0.0004
	4000	0.0002	0.0002		
Camioneta	2000	0.0002	0.0002	0.0022	0.0022
	4000	0.0002	0.0002		
Mbus < 15	4000	0.002	0.002	0.011	0.013
	6000	0.009	0.011		
Mbus > 15	6000	0.009	0.011	0.088	0.101
	10000	0.079	0.090		
Bus	8000	0.031	0.036	0.361	0.386
	14000	0.338	0.354		

Liviano(2 a 5 toneladas)	4000 11000	0.002 0.127	0.002 0.139	0.129	0.141
C2	10000 20000	0.079 1.57	0.09 1.56	1.649	1.65
C3	11000 *T 36000	0.127 1.38	0.139 1.33	1.507	1.469
C4	11000 3E 44000	0.127 0.686	0.139 0.710	0.813	0.849
T2-S1	11000 20000 20000	0.127 1.57 1.57	0.139 1.56 1.56	3.267	3.259
T2-S2	11000 20000 *T 36000	0.127 1.57 1.38	0.139 1.56 1.38	3.077	3.079
T2-S3	11000 20000 3E 44000	0.127 1.57 0.686	0.139 1.56 0.686	2.383	2.385
T3-S1	11000 *T 36000 20000	0.127 1.38 1.57	0.139 1.38 1.56	3.077	3.079
T3-S2	11000 *T 36000 *T 36000	0.127 1.38 1.38	0.139 1.38 1.38	2.877	2.899
T2-S3	11000 *T 36000 3E 44000	0.127 1.38 0.686	0.139 1.38 0.710	2.193	2.229

TABLA 4.2.1 FACTOR DE DAÑO, FUENTE: GUÍA AASHTO 1993

4.2.2 Tipos de tránsito para el dimensionamiento

4.2.2.1 Las clases de tránsito

La clase de tránsito está determinada a partir del tránsito de los vehículos pesados por sentido teniendo en cuenta el promedio anual diario para la vía más cargada en el año de puesta en servicio.

En el caso de calzadas de dos vías de pequeño ancho, inferior a 6 m, para tener en cuenta el recubrimiento de las bandas de rodadura se tendrá en cuenta la regla siguiente para calcular el tránsito anual diario promedio.

- Si el ancho es inferior a 5 m, asumir el 100% del tránsito total de los dos sentidos.

- Si el ancho está comprendido entre 5 y 6 m, asumir el 75% del tránsito total de los dos sentidos.

En el caso de calzadas que comprenden vías separadas, el carril más cargado es generalmente la vía lenta, si no se tiene información sobre la repartición probable del tránsito entre las vías se tomará como sigue:

Calzadas rurales:

- Vías de dos por dos calzadas. Se tomará 90% de los vehículos pesados en el sentido considerado y 10% en el carril rápido.
- Si las vías son de dos por tres. Se considerará el 80% en la vía lenta, en la vía media el 20%, en la vía rápida o de sobrepaso 0% .

Vías dentro del perímetro urbano:

- En las vías de dos por dos calzadas se debe hacer un estudio particular para cada caso.
- Para las vías de dos por tres calzadas se tomará 65% para la vía lenta, 30% para la media, y 5% para la vía rápida.

4.2.3 Normas, criterios y especificaciones de diseño para los elementos que integran los pavimentos de adoquines

4.2.3.1 Coeficiente estructural de capas

Bases estabilizadas: La Tabla 5.9 (Pag.III-105 Guía AASHTO 1993) muestra el coeficiente a_2 de una base de suelo cemento, que puede ser empleado en el cálculo de la estructura de pavimento (0.15 a 0.20)

Propiedades básicas que deben cumplir las mezclas de suelo cemento

Capa	Resistencia a Compresión a los 7 días (Kg/cm ²)	CBR (%)
Sub-bases	3.5 a 10.5	20 a 60
Bases para vías de tránsito ligero	7 a 14	50 a 150

Bases para vías de tránsito pesado	21 a 56	200 a 600
------------------------------------	---------	-----------

TABLA 4.2.2 CBR Y RESISTENCIA DE LAS CAPAS. FUENTE: GUIA AASHTO

4.2.4 Consideraciones constructivas y criterios a seguir durante la colocación de espesores de pavimento.

La Base de Suelo-Cemento, se construirá con material existente en la capa superficial y Cemento en una proporción de 9.0% (3.2 Bolsas por metro cúbico). La resistencia a la compresión del Suelo-Cemento deberá ser de 21 kg/cm², como mínimo, a los 7 días.

El procedimiento constructivo, en general, consistirá en:

- ✓ Escarificar el material necesario para que una vez conformado y compactado quede con un espesor de 12 cm.
- ✓ Pulverizar el material con cultivadoras o motoconformadoras, Eliminar las partículas mayores de 2 pulgadas.
- ✓ Prehumedecer el material y mezclarlo para uniformar la humedad.
- ✓ Distribuir el cemento y mezclarlo con cultivadoras o motoconformadoras.
- ✓ Conformar y compactar al 98% mínimo de la densidad Proctor Estándar.

4.2.5 Diseño de espesores

Memoria de cálculo

Calculo de espesores

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2$$

Se considera que la Base será de material mejorado

Tabla 4.2.3 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Material	Modulo de Resiliencia, Mr(PSI)	Coeficiente estructural, ai(1/pulgada)	Coeficiente de drenaje m _i
Adoquín	450,000	0.45	
Base de suelo cemento con resistencia mínima de 21 kg/cm ² a los 7 días	50,000	0.18	1.0

$$SN = 2.44$$

$$2.44 = \frac{10(0.45)}{2.54} + \frac{D_2(0.18)}{2.54}$$

$$D_2 = \frac{2.44 - 1.7716}{0.18}$$

$$D_2 = 3.713 \text{ PULGADAS}$$

$$D_2 = 9.43 \text{ cm.}$$

Para el caso del suelo cemento usar 12cm de base; que en todo caso sería material selecto, que es lo mínimo que se considera adecuado para este tipo de caminos.

La estructura de pavimento quedaría entonces de la manera siguiente:

TABLA 4.2.5 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

Material	Espesores		Coeficiente estructural	Numero estructural
	Centímetros	Pulgadas		
Adoquín	10.00	3.937	0.45	1.7716
Arena	5.0	1.968		
Base(material selecto)	12.0	4.724	0.18	0.8503
Total	27	10.629		2.6219
Espesor requerido				2.44

FUENTE: PROPIA.

En el siguiente esquema se muestran los espesores mínimos requeridos de acuerdo a las cualidades mecánicas de los suelos y las condiciones a que la calle estará expuesta en los próximos 10 a 20 años:

Espesor	Simbología	Componente	Descripción
10 cm	 	Adoquín	Tipo Tráfico de 3500 Psi
5 cm		Arena	Motastepe
15 cm.		Base	Material del banco "El Vertedero" A-2-4 (0) compactado al 100 % Proctor Modificado
15 cm.		Subbase	Material local A-2-4 (0) escarificado y compactado al 100 %

		Proctor Estándar
--	--	-------------------------

4.3 DISEÑO HIDRÁULICO.

4.3.1 Calculo del caudal de diseño:

Q = CIA / 360 Ecuación 4.3.1

Utilizando un periodo de retorno de 5, 10 y 15 años podemos obtener la intensidad máxima de lluvia.

A partir de la siguiente ecuación logramos determinar los datos que la ecuación solicita.

Parámetros de ajuste para las ecuaciones de la forma $I = A / (t+d)^b$

T: Años	R	A	D	B
1.5	-0.9996	28851.721	40.0	1.418
2	-0.9989	2760.580	16.0	0.950
5	-0.9991	1781.644	15.0	0.777
10	-0.9984	1423.252	13.0	0.694
15	-0.9981	1219.508	11.0	0.646
25	-0.9980	925.467	7.0	0.574
50	-0.9973	756.957	4.0	0.510
100	-0.9968	720.454	3.0	0.478

Tabla 4.2.1 parámetros de ecuación.

Quedando:

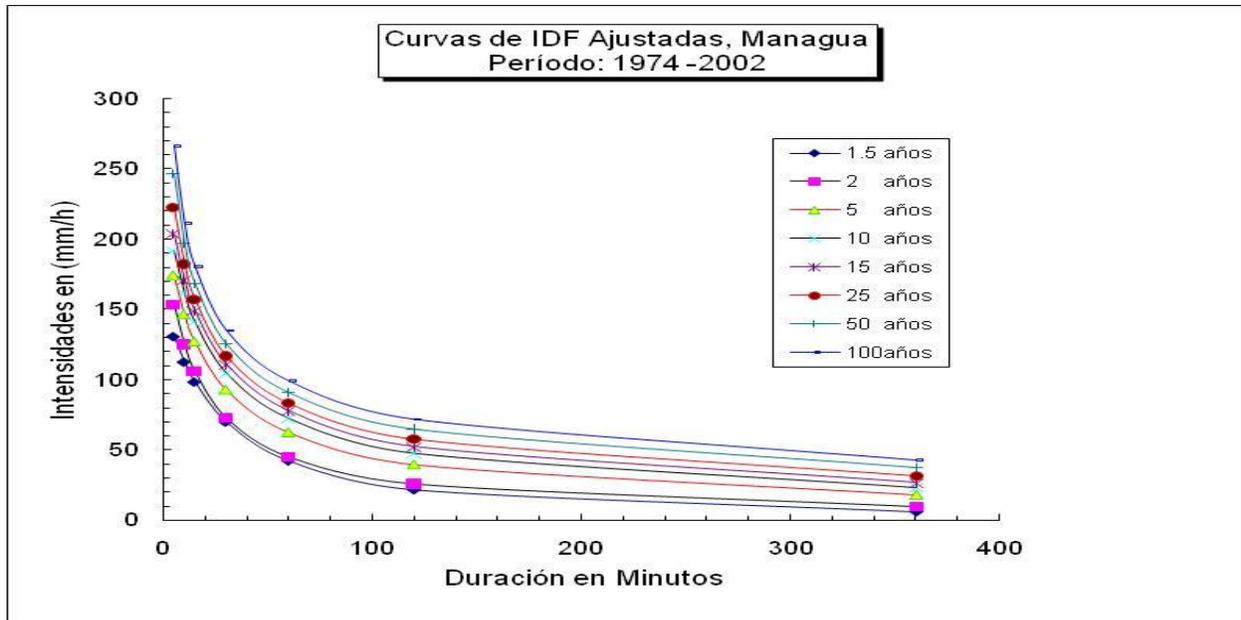
$I_{15 \text{ años}} = 1219.508 / (T+11.00)^{0.646}$ Ecuación 4.3.2

Las curvas IDF se desarrollaron para un período de retorno de 15 años y tiempos de duración desde 5 minutos hasta 6 horas, definiéndose la frecuencia de diseño en 15 años, considerando la magnitud y el tipo de proyecto.

Tabla 4.3.2 Intensidades en (mm/h) obtenidas del Ajuste.

	Tiempo en Minuto						
	5	10	15	30	60	120	360
1.5 años	130.5	112.4	98.2	69.8	42.1	21.6	5.9
2 años	153.1	125.0	105.7	72.7	45.1	26.0	9.9
5 años	173.9	146.2	126.9	92.6	62.3	39.4	17.8
10 años	191.4	161.5	140.9	104.6	72.4	47.8	23.4
15 años	203.3	170.5	148.5	110.7	77.6	52.2	26.7
25 años	222.4	182.1	157.1	116.6	82.9	57.4	31.3
50 años	246.7	196.9	168.5	125.2	90.6	64.7	37.3
100años	266.4	211.2	180.7	135.2	99.2	72.1	42.9

Figura 4.3.1 - Curvas IDF - Managua



Las superficies de drenaje para los dos tramos de calles adoquinadas proyectadas son los siguientes:

Tabla 4.3.2 Áreas de aporte en la Calle 2

Nº PVP	Estación		Área	
			m ²	ha.
1	0+0.00	0+0.00	189,437.14	18.944
2	0+0.00	0+123.74	17,270.23	1.727
3	0+123.74	0+180.00	7,146.17	0.715
4	0+180.00	0+243.25	7,146.17	0.715
5	0+243.25	0+330.00	24,293.29	2.429
6	0+330.00	0+381.31	0.00	0.000
7	0+381.31	0+475.30	9,493.77	0.949
8	0+475.30	0+526.28	5,729.71	0.573
9	0+526.28	0+571.94	2,304.85	0.230
10	0+167.39	0+230.00	1,327.20	0.133
11	0+230.00	0+280.00	2,247.74	0.225
12	0+280.00	0+336.37	2,247.74	0.225

Tabla 4.3.4 - Áreas de aporte en la Calle 3

Nº PVP	Estación		Área	
			m2	has.
0	0+0.00	0+0.00	281,979.20	28.198
1	0+0.00	0+41.85	6,005.07	0.601
2	0+41.85	0+125.08	10,696.53	1.070
3	0+125.08	0+181.31	6,870.44	0.687
4	0+181.31	0+234.21	5,452.13	0.545
5	0+234.21	0+284.19	4,996.76	0.500
6	0+284.19	0+330.00	5,120.12	0.512
7	0+330.00	0+381.50	4,804.48	0.480
8	0+381.50	0+433.13	6,426.40	0.643

Tabla 4.3.5 - Áreas de aporte en la Calle 1

Nº PVP	Estación	Área	
		m ²	has.
19	0+665.83	60,612.93	6.061
18	0+613.61	848.22	0.085
17	0+571.53	1,808.07	0.181
16	0+526.20	6,063.20	0.606
15	0+508.50	0.00	0.000
14	0+460.75	1,920.52	0.192
13	0+413.13	4,143.34	0.414
12	0+404.94	0.00	0.000
11	0+368.13	1,516.08	0.152
10	0+353.52	35,329.97	3.533

4.3.2 Memoria de cálculos hidráulicos

Los tramos de adoquinado proyectados conducen caudales que no pueden ser conducidos con seguridad por medio de cunetas, se ha proyectado conducir los mismos mediante tuberías, estas secciones hidráulicas fueron calculadas por medio de la ecuación de Manning o aplicando el régimen de flujo en movimiento uniforme.

En las tablas mostradas se expone las secciones determinadas para los caudales encontrados en cada uno de los tramos de estudio(calle 1, calle 2 y calle 3), además se calculan las alturas o elevaciones de cada pozo de visita.

4.3.2.1 Diseño de secciones hidráulicas.

4.3.2.1.1 Fórmula de Manning

Para determinar la capacidad de conducción de las cunetas, o los caudales máximos de diseño en las mismas, se uso la fórmula de Manning.

$$Q = 1/n A R^{2/3} S^{1/2} \text{ Ecuación 4.3.4}$$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

n = Coeficiente de rugosidad de acuerdo al tipo de material y otras características (0.009 para tuberías plásticas).

R = Radio Hidráulico en metros.

A = Área de la sección hidráulica m².

S = Pendiente Hidráulica sin unidad métrica

La pendiente mínima y máxima será la suficiente para producir las velocidades mínima y máxima permitida. La velocidad mínima es 0.60 m/s y la máxima es de 10m/seg. Para tuberías plásticas.

Las secciones que transportaran el caudal encontrado son específicamente circulares y por tal razón los cálculos se reflejan en condiciones normales y en condiciones críticas; esto para cada tramo o calle.

Los resultados de los cálculos hidráulicos para cada calle se muestran en los siguientes cuadros:

Tabla 4.3.6 Cálculos de secciones de alcantarillado pluvial – Calle 1

Pozo de Visita		Estacionamiento		Longitud	Nivel de Tapa		Nivel de Invert		Diámetro Tubería	Pendiente del tubo	Caudales		Relación de llenado		Velocidad Tubo lleno
De	A	Desde	Hasta		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo			Diseño	Tubo lleno	Caudal Diseño	Tirante Diseño	
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pulg.)	%	m³/s	m³/s			(m/s)
PVP-1	PVP-2	0+0.00	0+123.74	123.74	47.14	46.92	45.269	44.999	40	0.22	1.65	1.69	97.66%	87.92%	2.08
PVP-2	PVP-3	0+123.74	0+180.00	56.26	46.92	46.90	44.969	44.829	40	0.25	1.69	1.80	94.00%	84.88%	2.22
PVP-3	PVP-4	0+180.00	0+243.25	63.25	46.90	46.78	44.799	44.609	40	0.30	1.74	1.98	87.75%	79.18%	2.44
PVP-4	PVP-5	0+243.25	0+330.00	86.75	46.78	46.67	44.071	43.841	60	0.27	1.88	5.48	34.19%	44.34%	3.01
PVP-5	PVP-6	0+330.00	0+381.31	51.31	46.67	46.17	43.811	43.641	60	0.33	1.88	6.13	30.59%	41.87%	3.36
PVP-6	PVP-7	0+381.31	0+475.30	93.99	46.17	45.90	43.611	43.321	60	0.31	1.93	5.92	32.54%	43.19%	3.24
PVP-7	PVP-8	0+475.30	0+526.28	50.98	45.90	45.46	43.291	43.081	60	0.41	1.96	6.84	28.60%	40.56%	3.75
PVP-8	PVP-9	0+526.28	0+571.94	45.66	45.46	45.30	43.051	42.871	60	0.39	1.97	6.69	29.41%	41.09%	3.67
PVP-9	PVP-10	0+167.39	0+230.00	62.61	45.30	45.29	42.841	42.661	60	0.29	1.97	5.71	34.55%	44.59%	3.13
PVP-10	PVP-11	0+230.00	0+280.00	50.00	45.29	43.82	42.631	41.441	60	2.38	1.98	16.43	12.07%	28.90%	9.01
PVP-11	PVP-12	0+280.00	0+336.37	56.37	43.82	43.54	41.411	41.161	60	0.44	1.99	7.09	28.10%	40.24%	3.89
PVP-12	CANAL	0+336.37	0+400.00	63.63	43.54	43.00	Para este caso se diseñara el cauce.								

Tabla 4.3.7 Cálculos de secciones de alcantarillado pluvial – Calle 2

Pozo de Visita		Estacionamiento			Longitud	Nivel de Tapa		Nivel de Invert		Diámetro Tubería	Pendiente del tubo	Caudales		Relación de llenado		Velocidad Tubo lleno
De	A	Desde	Hasta	Arriba		Abajo	Arriba	Abajo	(pulg.)			%	Diseño	Tubo lleno	Caudal	
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)			m³/s	m³/s	Diseño	Diseño	(m/s)	
PVP-22	PVP-21	0+665.83	0+613.61	52.22	46.80	46.38	45.336	44.916	24	0.80	0.57	0.83	68.88%	66.17%	2.84	
PVP-21	PVP-20	0+613.61	0+571.53	42.08	46.38	46.05	44.886	44.586	24	0.71	0.58	0.78	74.13%	69.09%	2.68	
PVP-20	PVP-19	0+571.53	0+518.00	53.53	46.05	45.30	44.556	43.836	24	1.35	0.59	1.07	55.43%	58.92%	3.68	
PVP-19	PVP-18	0+518.00	0+508.50	9.50	45.30	45.30	43.806	43.736	24	0.74	0.64	0.79	81.21%	73.78%	2.72	
PVP-18	PVP-17	0+508.50	0+460.75	47.75	45.30	44.44	42.791	42.061	60	1.53	3.26	13.17	24.78%	38.14%	7.22	
PVP-17	PVP-16	0+460.75	0+413.13	47.62	44.44	43.85	42.031	41.471	60	1.18	4.44	11.55	38.43%	47.36%	6.33	
PVP-16	PVP-15	0+413.13	0+404.94	8.19	43.85	43.80	41.441	41.421	60	0.24	4.68	5.26	88.98%	80.29%	2.89	
PVP-15	PVP-14	0+404.94	0+368.13	36.81	43.80	43.14	41.391	40.761	60	1.71	6.40	13.94	45.89%	52.72%	7.64	
PVP-14	PVP-13	0+368.13	0+353.52	14.61	43.14	42.80	40.731	40.421	60	2.12	8.52	15.52	54.89%	58.59%	8.51	
PVP-13	PVP-12	0+353.52	0+336.37	17.15	42.80	43.54	40.391	40.261	60	0.76	9.28	9.27	100.01%	89.48%	5.08	

Tabla 4.3.8 Cálculos de secciones de alcantarillado pluvial – Calle 3

Pozo de Visita		Estacionamiento			Longitud	Nivel de Tapa		Nivel de Invert		Diámetro Tubería	Pendiente del tubo	Caudales		Relación de llenado		Velocidad Tubo lleno
De	A	Desde	Hasta	Arriba		Abajo	Arriba	Abajo	(pulg.)			%	Diseño	Tubo lleno	Caudal	
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)			m³/s	m³/s	Diseño	Diseño	(m/s)	
PVP-1	PVP-2	0+00.00	0+41.85	41.85	48.680	48.020	46.911	46.251	36	1.58	2.32	3.43	67.65%	65.52%	5.22	
PVP-2	PVP-3	0+041.85	0+125.08	83.23	48.020	47.310	46.221	45.541	36	0.82	2.40	2.47	97.23%	87.59%	3.75	
PVP-3	PVP-4	0+125.08	0+181.31	56.23	47.310	47.100	45.206	45.026	48	0.32	2.45	3.32	73.59%	68.77%	2.85	
PVP-4	PVP-5	0+181.31	0+234.21	52.90	47.100	46.680	44.996	44.606	48	0.74	2.48	5.04	49.24%	55.01%	4.32	
PVP-5	PVP-6	0+234.21	0+284.19	49.98	46.680	46.600	44.576	44.376	48	0.40	2.52	3.72	67.72%	65.56%	3.18	
PVP-6	PVP-7	0+284.19	0+330.00	45.81	46.600	46.410	44.346	44.186	48	0.35	2.55	3.47	73.44%	68.68%	2.97	
PVP-7	PVP-8	0+330.00	0+381.50	51.50	46.410	46.000	44.156	43.926	48	0.45	2.58	3.93	65.70%	64.51%	3.36	
PVP-8	PVP-9	0+381.50	0+433.13	51.63	46.000	45.160	43.896	43.086	48	1.57	2.62	7.36	35.59%	45.32%	6.30	

De acuerdo con los resultados mostrados en los cuadros anteriores, se concluye lo siguiente:

- 1) Para evacuar el flujo en los tramos de calles del proyecto, se hace necesario la construcción y puesta en operación de una red de alcantarillado pluvial compuesta por tuberías con diámetros entre 24 y 60 pulgadas.
- 2) En el tramo de la Calle 1, se hace necesario la puesta en operación de tuberías con diámetros de 60 pulgadas, la descarga de este tramos es la descarga final de toda la cuenca hidrográfica del estudio y deberá hacerse hacia el canal pluvial que lleva el flujo hasta el Río Tipitapa.
- 3) El tramo de calle 2 recibe el drenaje la calle 1 y resto de áreas de aportes, en el mismo deberá ponerse en operación una tubería con diámetros entre 24 y 60 pulgadas.
- 4) El tramo de la Calle 3 requiere de tuberías de 36 y 48 pulgadas de diámetro y deberá conectarse hasta la Calle 2 del proyecto, en el pozo de Visita No. 18.

4.3.2.1.2 Cálculos de vados

se proyectaron 2 tipos de vados revestidos, el tipo 1. de adoquines y el tipo 2 de concreto de 3000 PSI. Los Vados tipo 1 se especifican en planos los que fueron colocados en los cruces de las calles específicos para desviar el agua fuera del punto crítico, el vado tipo 2 se colocará a la entrada del cauce existente sobre la calle No.1 en el sector noroeste. La capacidad de cada uno se muestra en la tabla 6.10

Tabla 4.3.9. Cálculos Hidráulicos de Sección de Vados

Tramo	Caudal de diseño(m ³ /s)	Long	S	B	H	A	P	Rh	V	Q	Qd/QV
		M	%	M	M	m ²	m	m	m/s	m ³ /s	
V-1	0,20	6,00	0,50	1,50	0,15	0,23	3,01	0,07	0,96	0,22	0,92
V-1	0.25	6,00	1,00	1,50	0,15	0,23	3,01	0,07	1,36	0,31	0.81
V-2	0,45	6,00	2,00	2,00	0,20	0,40	4,02	0,10	2,34	0,468	0,96

Los vados diseñados cumplen con las velocidades permisibles y tienen mayor capacidad hidráulica que el caudal esperado.

Capacidad hidráulica de cauce revestido

En cauce revestido, tiene la capacidad hidráulica para conducir el caudal esperado y mucho más; tabla 6.10,(calculado en el programa HCANALES), pero el tramo es corto de 30 m aproximadamente y contiguo se sitúan los Baños Termales y algunas viviendas, por lo que no es conveniente llevar todo el caudal a ese punto. La sección del cauce existente es de tipo trapezoidal con dimensiones de ancho inferior de 1.30 m, ancho superior de 2.30 m y altura 1.93 m.

Después de ese tramo revestido el cauce se extiende y la sección se amplía disminuyendo su altura y no lleva revestimiento.

Figura 4.3.2 Cauce revestido calculado con el programa H- CANALES

Cálculo de tirante normal sección Trapezoidal, Rectangular, Triangular

Lugar: **Proyecto:**
Tramo: **Revestimiento:**

Datos :

Caudal (Q)	<input type="text" value="10"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b)	<input type="text" value="1.30"/>	m
Talud (Z)	<input type="text" value="0.25"/>	
Rugosidad (n)	<input type="text" value="0.015"/>	
Pendiente (S)	<input type="text" value=".01"/>	m/m

Resultados :

Tirante normal (y)	<input type="text" value="1,3685"/>	m	Perímetro (p)	<input type="text" value="4,1213"/>	m
Area hidráulica (A)	<input type="text" value="2,2473"/>	m ²	Radio hidráulico (R)	<input type="text" value="0,5453"/>	m
Espejo de agua (T)	<input type="text" value="1,9843"/>	m	Velocidad (v)	<input type="text" value="4,4497"/>	m/s
Número de Froude (F)	<input type="text" value="1,3349"/>		Energía específica (E)	<input type="text" value="2,3777"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	<input type="text" value="Supercrítico"/>				

Ejecutar Limpiar Pantalla Imprimir Menu Principal

Ingresar el valor del caudal Q

Capacidad hidráulica de cauce sin revestir.

A continuación de ese tramo de cauce revestido, el cauce se extiende y la sección se amplía disminuyendo su altura y no lleva revestimiento. Los datos y resultados se presentan en tabla 6.11.

Tabla 4.3.10 Capacidad hidráulica de Cauce sin revestir

Estac.	Long	Elevac		S	H	T	B	A	P	RH	v	Q
	m	M	M	(%)	m	M	M	m	m	m	m/s	m ³ /s
0+028.8	28,77	42,67	40,07	9,03	1,93	2,3	1,3	3,47	5,28	0,65	7,57	26,31
0+040	11,23	40,07	39,84	2,04	1,05	6,72	3,34	5,28	7,31	0,72	3,84	20,27
0+0630	23.00	39,84	39,4	1,91	0,41	5,11	1,3	1,31	5,18	0,25	1,85	2,43

La sección del cauce se comprobó, basado en los datos existentes del levantamiento topográfico y según los resultados anteriores, en los dos primeros tramos (hasta la estacionamiento (0+040) el caudal es mucho mayor que el total esperado pero aguas abajo en la última sección (0+030) el caudal se reduce considerablemente, por lo que se recomienda la conformación, de unos 50 m aguas abajo para evitar su desbordamiento, manteniendo el ancho de la base igual a la sección anterior (3.30 m) para aumentar la capacidad.

4.3.3 Obras propuestas

En la tabla 4.3.11. Se resumen las obras propuestas en el Sector norte de la ciudad de Tipitapa.

Tabla 4.3.11 Obras Propuestas

No.		Unid	Cantidad	Descripción
1	Vados tipo 1	Un	7	De adoquines de 3 m de ancho por 6.00 m de largo o ancho de la calle, con la pendiente longitudinal de la calle o como mín de 0.5%.
	Vados tipo 2	Un	1	De concreto de 3000 PSI de 6 m de largo y ancho de 4.00 m, con pendiente del 1%.
2	Tuberías de 42"	M	267.91	Tubería de concreto o de PVC tipo Rib Loc, para ubicar entre los PV hasta descargar al río.
3	Pozos de Visita	Un	31	3 PV de aproximadamente 5.00 m y 1PV de 2.20 m de altura, de ladrillos según especificaciones de las Normas de Alcaldía de Managua.

				Se recomienda Conformar calle con pendiente del 0.002m/m hacia el norte y así bajar la altura de los PV
4	Cabezal Descarga	Un	1	Se colocará en el PI6, un cabezal de descarga de concreto con delantal de concreto ciclópeo. Ajustar según nivel de terreno.
5	Tragantes	Un	4	Tragantes dobles de Gaveta de concreto según planos.
6	Tuberías de 15”	M	32	Distribuidas en los 4 tragantes a los PV2, como se indica en planos.
7	Conformación de Cauce de tierra existente	M	50	De la estac. 0+040 (ubicada 12 m aguas abajo del cauce revestido) 50 m aguas abajo, ampliar la base de la sección del cauce de 1.30 a 3.30 m, altura = 0.50 m y el ancho superior queda el mismo.

CAPITULO V: ESTIMACIONES DE OBRAS Y COSTOS DIRECTOS

CONCLUSIONES

Se logro determinar las propiedades físico-químicas del suelo existente en los tramos de estudio asimismo del banco de préstamo (el basurero), y nos arrojan resultados favorables para el proyecto pues no se afectara en ninguna manera el medio físico del área de influencia, ya que no será positivo el impacto provocado por las fases correspondiente al proyecto (ejecución, operación y mantenimiento).

En cuanto al diseño geométrico de los tramos en estudio, se puede visualizar que la topografía y geometría del terreno no permite realizar una calle con calzada a como lo establecen las normas (SIECA AASHTO); pero si se diseño en base al derecho de vía existente, transito existente, y demás características ya detalladas en el levantamiento topográfico y otros criterios.

En base al derecho de vía existente lo mínimo y aceptable del ancho de calzada fue de 5m tomando un bombeo de 3% en ambos lados y dimensiones de cunetas de 0.45m.

Según el transito existente se diseño en base el TPDA de 221 vpd y tomando un nivel de servicio (NS: C), que es bastante aceptable en el rango.

La velocidad de proyecto encontrada fue de 30km/h lo cual hace de la vía, una ruta segura, con el único inconveniente que existen cuadras donde hay cruces de vehículos lo cual disminuirá muchas veces la velocidad.

Según las curvas encontradas nos permite ver que sus radios de giro no son tan bruscos lo cual permitirá una visibilidad correcta a lo largo del tramo.

En el capitulo número cuatro sección dos se describe y detalla el análisis correspondiente a la estructura de pavimento en la cual se diseña la capa de rodadura, base y subbase de la estructura de pavimento.

En el análisis hidrológico correspondiente a la cuenca ubicada en los tramos de estudio, se encontró un caudal; que según los cálculos la vía será capaz de distribuir en los diferentes puntos de alivio para el drenaje de los tramos, y se diseñó las suficientes obras de drenaje correspondiente al proyecto.

En cuanto al impacto ambiental provocado por el proyecto de tres tramos de calle en el municipio de Tipitapa, se puede decir que para mitigar los impactos eventualmente desfavorables, se deberá ejecutar las medidas de compensación, mitigación y protección ambientales propuestas y detalladas en el capítulo correspondiente. De tal manera que las mismas sean parte integrante de los compromisos que el contratista y la supervisión deberán de cumplir al realizar sus actividades.

ESTUDIO GEOMETRICO

Conclusiones.

- ✓ El TPDA del camino en este año es de 221.0 vpd, lo cual indica su condición de camino urbano; con características de camino rural, la cual cambiará una vez que sea adoquinado.

- ✓ El tráfico desarrollado como consecuencia del adoquinamiento del camino estará conformado en su mayoría por el 87.0 % corresponderá al tráfico liviano asociado al incremento de la producción, como consecuencia de las mejoras del camino.

- ✓ La capacidad de la vías, al inicio de operación del proyecto será de un Nivel de Servicio NS = C, y finalizará en un NS = C, Para la sección de ancho de carril de 2.50 m, la capacidad en el horizonte del proyecto, y un Nivel de Servicio NS = C.

- ✓ Los bajos volúmenes de tráfico en el camino, permiten que la operación de éste sea holgada y que no presenten riesgos de saturación durante el horizonte del proyecto.

- ✓ Dentro del Tráfico de vehículos no motorizados, existe un alto número de bicicletas con un promedio diario de 177 vehículos de este tipo, lo cual hace

una media horaria de 15.0 bicicletas por hora, para el período comprendido entre las 06:00 y las 18:00.

Recomendaciones.

- ✓ De los resultados obtenidos en el estudio de tráfico, se recomienda que se utilice la sección transversal de 3.05 m de ancho de carril y hombros de 0.60 m, pero en el caso de estudio no se puede aplicar esta sección pues el derecho de vía no lo permite (ver anexos; planos); en todo caso se usara la simulación de sección transversal de 2.5m.

- ✓ La probabilidad, de que una vez adoquinada la vía, se genere un tráfico mayor al contemplado en este estudio, producto de las mejores facilidades viales que presentará el camino y de no tener la sección transversal adecuada, se corre el riesgo de que ésta se sature muy rápidamente y provoque un colapso operacional muy prematuro en el camino.

- ✓ Se recomienda que para efectos de diseño geométrico de la vía, se utilice indistintamente el Camión C2 o el Bus de 60.0 pasajeros como vehículo de diseño (5 toneladas), debido a que estos tipos de vehículo tiene, tienen las mismas características, en lo referente al radio de Giro y la longitud del vehículo, y también son los que tienen mayor presencia en el flujo de tráfico de la carretera.

- ✓ En caso que hayan dificultades para la localización de la ciclo vía, debido a la estrechez del derecho de vía en las zonas con poblaciones concentradas, se sugiere que esta carretera sea provista de una adecuada señalización vertical y horizontal, tendiente a indicar la peligrosidad de la vía, como consecuencia de la presencia de peatones y bicicletas sobre la vía.

ESTUDIO DE SUELOS

Conclusiones

- ✓ De las muestras tomadas a lo largo de las calles encontramos que existen sectores donde predominan materiales gravo areno arcillosos hasta materiales totalmente arcillosos, obviamente las calles tiene una capa de revestimiento artificial que se encuentra contaminada, desgastada y no uniforme en su consistencia.

- ✓ Ahora bien, para efectos de cálculos y diseño de espesores de pavimento se utilizó un suelo tipo A-2-6 (0) como representación del tipo de suelo que conformará la subbase de la estructura. La siguiente conclusión deriva porque si bien es cierto que buena parte de suelos existentes son tipo A-2-4 (0), existen también suelos arcillosos tipo A-6 en los que su comportamiento es inestable con la presencia de agua, éstos últimos tipos de suelos se encuentran en manchas parciales no uniforme, es decir no se puede estandarizar un horizonte de capas estratigráficas de manera continua. Por lo antes expuesto, se ha tomado la condición más desfavorable en que se presente el tipo de suelo.

- ✓ En ese sentido y de acuerdo con el sano procedimiento de la construcción se espera que en el desarrollo de los trabajos, al menos se escarifique un espesor de 10 cms y se compacte este al 100% de Proctor Estándar para conformar la sub base de la estructura de rodamiento siendo esta de diferentes tipos de suelos. El espesor de la base recomendado es de 25 cm de material proveniente del banco “Los Encuentros” el cual se deberá compactar al 100% de Proctor Modificado.

- ✓ Vale la pena aclarar que ambos bancos “El Vertedero o Basurero” cumplen con sus cualidades mecánicas para conformar la base de la estructura de pavimento pues el resultado de los ensayos CBR en ambos arrojan valores

suficientes en condiciones de saturación. Se ha elegido el banco El Vertedero” tomado en cuenta la cercanía (3 kms) al Proyecto.

- ✓ Los suelos existentes que mezclados entre sí conforman un suelo tipo A-2-6 (0) se puede utilizarse siempre y cuando tenga se logren los espesores recomendados y esta sea compactada a 100% Proctor Modificado.

- ✓ También es importante mencionar que se pueden encontrar afloraciones rocosas aisladas en algunos sectores de las calles. Los espesores recomendados para la vía son para condiciones generales y de acuerdo a los tipos de suelos encontrados, para los casos en que se encuentren afloraciones rocosas el diseño, la estructura deberá ajustarse al manto rocoso. Es decir, que el material rocoso sustituye implícitamente las partes correspondientes de los espesores de material de base o subbase.

Recomendaciones

- ✓ Colocar los espesores de pavimentos indicados, los que se determinaron en función que hará uso de la vía y de acuerdo a los tipos de suelos encontrados a lo largo del camino investigado.

- ✓ En la determinación de los espesores se consideró que la estructura del pavimento está previsto construirse sobre la rasante existente, por lo que la rasante se elevará en un espesor de 15 cm, (10 cm del Adoquín más 5 cm del lecho de Arena).

- ✓ Si se efectúan rellenos o ajustes de la subrasante pueden utilizarse los materiales de los bancos existentes en las cercanías de la vía, compactados al 95% del Proctor Modificado ASTM D-1557 (AASHTO T-180). En este caso los últimos 12 cm deberán ser estabilizados con material selecto a fin de que conformen la estructura de pavimento como Base de Adoquines.

- ✓ La arena a utilizar como lecho de adoquines deberá ser limpia y tener una granulometría tal que la totalidad de la arena pase por el tamiz de 3/8” y no más del 5% pase por el tamiz No. 200.
- ✓ Para el sello de las juntas entre adoquines la arena a utilizar deberá pasar toda por el tamiz No.8 y no más del 10% deberá pasar por el tamiz No.200.

ESTUDIO HIDROLOGICO

Conclusiones y recomendaciones

- ✓ Para disminuir la cantidad del flujo que llega hacia los puntos bajos se recomendó colocar vados con la dirección del flujo hacia el río.
- ✓ También se deberá construir 4 tragantes nuevos y 275 m de alcantarillado Pluvial, con tubería de Diámetro de 42”, de manera que se pueda evitar la concentración del flujo en el punto crítico.
- ✓ En el tramo de la Calle 1, seguirán funcionando las tuberías existentes tal como están construidas y se colocará un vado a la entrada hacia el Cauce.
- ✓ El tramo de calle 2 y áreas contribuyentes drenarán una parte del flujo hacia el Río donde se colocarán vados para desviar el agua y disminuir el caudal hacia el Cauce.
- ✓ Se recomienda la conformación de unos 50 m de longitud del cauce no revestido, agua abajo, ampliando la base de 1.30 a 2.30 m
- ✓ Se recomienda realizar los costos de las Tuberías de 42” en concreto y en PVC, pues esta última es más fácil de manejar y no necesita maquinaria para su instalación y puede resultar más económica.
- ✓ En todas las obras de descarga realizar rampas de piedra bolón para disipar energía y evitar la erosión.

IMPACTO AMBIENTAL

Conclusiones y recomendaciones

- ✓ Una vez elaborado el Estudio Ambiental como parte de los Estudios de Ingeniería, Ambiental y Diseño Final para el adoquinado de los tramos ubicados en el casco urbano de Tipitapa, se logró comprobar que los impactos negativos esperados que generará el proyecto sobre el medio ambiente son de mediana importancia, y en su conjunto son mitigables.

- ✓ El área de influencia del proyecto resulta de importancia regional por su desarrollo urbano, industrial, comercial, entre los más importantes.

- ✓ El clima en esta zona se clasifica como de tropical seco, que se caracteriza por ser cálido y seco. La temperatura media fluctúa entre los 21° y los 42° centígrados y la precipitación anual máxima alcanza los 2,000 mm y la mínima entre 700 y 800 mm.

- ✓ La vegetación en general es escasa, producto de las actividades urbanística, es decir que el espacio se reduce producto de la construcción de viviendas en el área.

- ✓ La hidrología por tratarse de una zona de valles, el relieve presenta pendientes muy bajas (1%-2%) y esto trae consigo problemas en cuanto a la conducción de aguas pluviales.

- ✓ En el estudio que se aquí se presenta se incluyen las pautas principales para que las medidas ambientales sean incluidas en los pliegos de Licitación de la Empresa Constructora.

- ✓ Para mitigar los impactos eventualmente desfavorables, se deberá ejecutar las medidas de compensación, mitigación y protección ambientales propuestas y detalladas correspondientes al presente estudio. De tal manera que las mismas sean parte integrante de los compromisos que el contratista y la supervisión deberán de cumplir al realizar sus actividades.

- ✓ Las autoridades municipales, representantes de instituciones Gubernamentales y pobladores en general, respaldan la realización del proyecto, y muestran disposición a participar en el ámbito de la gestión comunitaria, para robustecer el progreso municipal.

- ✓ Por lo descrito anteriormente se recomienda la ejecución del adoquinado de los tramos de calle localizados en el casco urbano de Tipitapa, siempre que se ejecuten todas las medidas ambientales propuestas en el presente Estudio Ambiental Social

Tipo de servicio y estado actual del área de influencia del proyecto.

Tipo de servicio	Estado Actual			U/M	Cantidad	Observaciones
	B	R	M			
Escuela Primaria	X				2	
Instituto Secundario						
Instituto Técnico						
Hospital						
Centro de Salud						
Puesto de Salud						
Agua Potable		X			659	Mini acueductos por bombeo eléctrico
Alcantarillado Sanitario					164	
Letrina	X	X			476	Letrinas de las cuales 40 sin serv.
Recolección de Basura						
Drenaje Pluvial		X	X			
Energía Eléctrica	X	X	X			
Teléfono						
Aeropuerto						
Puerto						
Mercado						
Rastro						
Internet						
PreEscolar						
Servicio Sanitario						
Tanque Séptico						
Pavimento						
Iglesia	X					
Comedor Infantil						
Cancha						
Trasporte Colectivo						
Energía 220						

B: Bueno R: Regular M: Malo

BIBLIOGRAFIA

1. Apuntes de diseño geométrico de vías, ingeniero. Adolfo Cordero Andrade.
2. Apuntes de la asignatura de hidrología; Ing. Otoniel Arguello.
3. A policy on geometric designs of rural highway, instituto del libro. La habana1995.
4. American asociation of states highway and transportation oficials, normas AASHTO , año 2004.
5. Caminos y proyectos, Crespo Villalaz Carlos editorial Limusa, 1999.
6. Carreteras, estudio y proyecto, Benítez, R. ediciones vega s.a., Madrid 1998.
7. Documentos correspondientes a la asignatura de topografía I y II, año 2006.
8. Introducción a la topografía, James R Wirshing, Roy H Wirshing, Mcgraw Hill 1990.
9. Internet:
Hptt// www.carreteras.com
Hptt// www.google.com
Hptt// www.ineter.gob.ni
Hptt// www.marena.gob.ni
Hptt// www.wikipedia.com
10. Manual centroamericano de carreteras, SIECA. Version 2005.
11. Mecánica de suelos, Acevedo salinas, tomo II, movimiento de tierra, departamento de tecnología, facultad de arquitectura UNI – 1994.
12. Mecánica de suelos, Juárez Badillo – Rico Rodríguez, tomo II; teoría y aplicación de la mecánica de suelos, editorial Limusa.
13. Ministerio e infraestructura MTI; infraestructura vial, plan nacional de transporte año 2000.
14. Monografía: diseño de 500ml en el municipio de Buenos aires – Rivas; año 2008.
15. Principios de diseño de pavimento, John wiley and sons; capitulo 14 y 15, Limusa 1959.

ANEXOS

- ✓ **Resultado de los ensayos de suelo.**
- ✓ **Planos correspondientes:**

Descripción	Cant.	Núm.
Carátula	1	1 / 13
Notas generales, Banco de Préstamo y Sección Típica.	1	2 / 13
Planos planta perfil en condiciones naturales	3	3-5 / 13
Planos planta perfil Con Proyecto	3	6-8 / 13
Planos de Secciones transversales	3	9,10 / 13
Planos Obras Hidráulicas	2	11,12 / 13
Total	13	-

- ✓ **Especificaciones técnicas y condiciones.**
- ✓ **Fotos del proyecto.**

PROYECTO: ADOQUINADO CALLES DE TIPTAPA
PROCEDENCIA: TIPITAPA- MANAGUA
SONDEOS MANUALES EN CALLE No.1

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Sondeo No.	Estación Ubicación	Profundidad En Centímetros	Muestra No.	% QUE PASA POR TAMIZ										LL %	IP %	C.B.R.			CLASIFICACION H.R.B.
				2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.10	No.40	No.200			90%	95%	100%	
1	0+000 sobre línea central	0-17	1			100	99	97	95	85	71	47	26	NP	NP				A-2-4 (0)
		17-29	2							100	86	61	35	37	10				A-2-4 (0)
		29-44	3			100	99	97	94	84	70	43	19	NP	NP				A-1-b (0)
		44-73	4							100	80	55	32	63	21				A-2-7 (0)
		73-125	5							100	75	34	18	47	18				A-2-7 (0)
		125-150	6							100	85	44	13	NP	NP				A-1-b (0)
2	0+100 lado izquierdo	0-30	7			100	99	97	95	85	71	47	26	NP	NP				A-2-4 (0)
		30-60	8							100	86	61	35	37	10				A-2-4 (0)
		60-127	9							100	80	55	32	63	21				A-2-7 (0)
		127-150	10							100	85	44	13	NP	NP				A-1-b (0)
															35	43	51		
3	0+200 lado derecho	0-32	11			100	99	97	95	85	71	47	26	NP	NP				A-2-4 (0)
		32-58	12							100	86	61	35	37	10				A-2-4 (0)
		58-150	13							100	80	53	32	NP	NP				A-2-4 (0)
4	0+300 sobre línea central	0-33	14			100	99	97	95	85	71	47	26	NP	NP				A-2-4 (0)
		33-60	15							100	80	55	32	63	21				A-2-7(0)
		60-110	16							100	75	34	18	47	18				A-2-7 (0)
		110-150	17							100	80	53	32	NP	NP				A-2-4 (0)
5	0+400 lado derecho	0-28	18			100	99	97	95	85	71	47	26	NP	NP				A-2-4 (0)
		28-85	19							100	86	61	35	37	10				A-2-4 (0)
		85-150	20							100	80	53	32	NP	NP				A-2-4 (0)

OBSERVACION: Materiales tomados de la línea

PROYECTO: ADOQUINADO CALLES DE TIPTAPA
 PROCEDENCIA: TIPITAPA- MANAGUA
SONDEOS MANUALES EN CALLE No.2

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Sondeo No.	Estación Ubicación	Profundidad En Centímetros	Muestra No.	% QUE PASA POR TAMIZ										LL %	IP %	C.B.R.			CLASIFICACION H.R.B.	
				2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	No.4	No.10	No.40	No.200			90%	95%	100%		
1	0+000 sobre línea central	0-50	1							100	77	40	17	NP	NP				A—1—b (0)	
		50-126	2							100	88	67	28	14	NP	NP				A—1—b (0)
		126-150	3							100	83	66	26	9	NP	NP				A—1—b (0)
2	0+100 lado derecho	0-52	4							100	77	40	17	NP	NP				A—2—4 (0)	
		52-90	5							100	83	66	26	9	NP	NP				A—1—b (0)
		90-150	6							100	83	51	32	56	20				A—2—7 (0)	
3	0+200 lado izquierdo	0-29	7							100	78	43	17	NP	NP				A—2—4 (0)	
		29-63	8							100	87	68	42	30	10				A—4 (0)	
		63-150	9							100	97	81	52	18	NP	NP	22	26	30	A—2—4 (0)
4	0+300 sobre línea central	0-150	10							100	77	40	17	NP	NP				A—1—b (0)	
5	0+400 lado derecho	0-55	11							100	88	67	28	14	NP	NP				A—1—b (0)
		55-150	12							100	83	66	26	9	NP	NP				A—1—b (0)
6	0+500 lado izquierdo	0-25	13							100	83	51	32	56	20				A—2—7 (0)	
		25-140	14							100	83	66	26	9	NP	NP				A—1—b (0)
7	0+600 sobre línea central	0-50	15							100	83	51	32	56	20				A—2—7 (0)	
		50-80	16							100	88	67	28	14	NP	NP				A—1—b (0)
		80-150	17							100	83	66	26	9	NP	NP				A—1—b (0)

OBSERVACION: Materiales tomados de la línea

PROYECTO: ADOQUINADO CALLES DE TIPTAPA
 PROCEDENCIA: TIPTAPA- MANAGUA
SONDEOS MANUALES EN CALLE No.3

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Sondeo No.	Estación Ubicación	Profundidad En Centímetros	Muestra No.	% QUE PASA POR TAMIZ										LL %	IP %	C.B.R.			CLASIFICACION H.R.B.
				2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.10	No.40	No.200			90%	95%	100%	
1	0+000 sobre línea central	0-10	1			100	98	96	94	88	70	34	12	NP	NP				A-1-b (0)
		10-82	2				100	99	98	89	57	20	9	NP	NP				A-1-b (0)
		82-150	3							100	71	25	8	NP	NP				A-1-b (0)
2	0+100 lado derecho	0-26	4			100	98	96	94	88	70	34	12	NP	NP				A-1-b (0)
		26-40	5				100	99	98	89	57	20	9	NP	NP				A-1-b (0)
		40-63	6				100	99	98	92	73	36	20	NP	NP				A-1-b (0)
		63-98	7				100	99	98	89	57	20	9	NP	NP				A-1-b (0)
		98-150	8							100	71	25	8	NP	NP				A-1-b (0)
3	0+200 lado izquierdo	0-50	9			100	98	96	94	88	70	34	12	NP	NP	50	60	70	A-1-b (0)
		50-93	10							100	86	59	34	58	20				A-2-7 (0)
		93-110	11				100	99	98	89	57	20	9	NP	NP				A-1-b (0)
		110-150	12							100	71	25	8	NP	NP				A-1-b (0)
4	0+300 sobre línea central	0-35	13			100	98	96	94	88	70	34	12	NP	NP				A-1-b (0)
		35-55	14		100	97	95	90	85	74	58	30	10	NP	NP				A-1-b (0)
		55-85	15							100	86	59	34	58	20				A-2-7 (0)
		85-120	16				100	99	98	89	57	20	9	NP	NP				A-1-b (0)
		120-150	17							100	94	81	62	54	27				A-7-6 (0)
5	0+400 lado izquierdo	0-56	18			100	98	96	94	88	70	34	12	NP	NP				A-1-b (0)
		56-80	19							100	86	59	34	58	20				A-2-7 (0)
		80-120	20				100	99	98	92	73	36	20	NP	NP				A-1-b (0)
		120-150	21				100	97	94	82	67	38	14	NP	NP				A-1-b (0)

OBSERVACION: Materiales tomados de la línea.

PROYECTO : ADOQUINADO CALLES DE TIPITAPA
 SONDEOS EN : BANCO: EL BASURERO

RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

ENSAYE NO.	GRUPO	% DE COMPACTACION USADO	RESISTENCIA A LA PENETRACION, KGS.								C.B.R. A 0.1"	PENETRACION DE: 0.2"
			025"	050"	075"	100"	150"	200"	300"	400"		
	1	90%	10	23	40	55	86	120	180	238		
		Lbs		234	408	561	877	1,224	1,836	2,428	18.7	27.2
									Promedio		22.9	
	2	95%	20	45	90	157	220	285	320	460		
		Lbs	204	459	918	1,601	2,244	2,907	3,264	4,692	53.3	64.6
									Promedio		58.9	
	3	100%	35	66	145	235	296	380	496	601		
		Lbs	357	673	1,479	2,397	3,019	3,876	5,060	6,131	79.9	86.1
									Promedio		83.0	

OBSERVACIONES:

P.V.S. MAXIMO Kg./m³ =1,530
HUMEDAD OPTIMA =13.9

PROYECTO : ADOQUINADO CALLES DE TIPITAPA
 SONDEOS EN : CALLE No. 1, 2, 3

RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

ENSAYE NO.	GRUPO	% DE COMPACTACION USADO	RESISTENCIA A LA PENETRACION, KGS.								C.B.R. A 0.1"	PENETRACION DE: 0.2"
			025"	050"	075"	100"	150"	200"	300"	400"		
		90%	10	25	60	80	105	132	166	220		
		Lbs	102	255	612	816	1,071	1,346	1,693	2,244	27.2	29.9
									Promedio		28.5	
	5	95%	19	67	133	177	228	284	360	471		
		Lbs	194	683	1,356	1,805	2,326	2,897	3,672	4,805	60.1	64.3
									Promedio		62.2	
	6	100%	35	88	165	270	330	420	536	606		
		Lbs	357	897	1,683	2,754	3,366	4,284	5,468	6,184	91.8	95.2
									Promedio		93.5	

OBSERVACIONES:

P.V.S. MAXIMO kg/m³ =1,604
 HUMEDAD OPTIMA =17.1
 SONDEO DE LINEA

CLASIFICACION: A—1—b (0)
 A—2—4 (0)

PROYECTO : ADOQUINADO CALLES DE TIPITAPA
 SONDEOS EN : CALLE No. 1, 2, 3

RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

ENSAYE NO.	GRUPO	% DE COMPACTACION USADO	RESISTENCIA A LA PENETRACION, KGS.								C.B.R. A 0.1"	PENETRACION DE: 0.2"
			025"	050"	075"	100"	150"	200"	300"	400"		
	7	90%	15	30	51	65	96	120	180	239		
		Lbs	153	306	520	663	979	1,224	1,836	2,438	22.1	27.2
									Promedio		24.6	
	8	95%	37	77	114	131	150	210	266	335		
		Lbs	377	785	1,163	1,336	1,530	2,142	2,713	3,417	44.5	47.6
									Promedio		46.0	
	9	100%	50	89	135	166	200	270	320	390		
		Lbs	510	907	1,377	1,693	2,040	2,754	3,264	3,978	56.4	61.2
									Promedio		58.8	

OBSERVACIONES:

P.V.S. MAXIMO kg/m³ = 1,268
 HUMEDAD OPTIMA = 31.7
 SONDEO DE LINEA

CLASIFICACION: A—2—7 (0)

PROYECTO : ADOQUINADO CALLES DE TIPITAPA
 SONDEOS EN : CALLE No. 3

RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

ENSAYE NO.	GRUPO	% DE COMPACTACION USADO	RESISTENCIA A LA PENETRACION, KGS.								C.B.R. A PENETRACION DE:	
			025"	050"	075"	100"	150"	200"	300"	400"	0.1"	0.2"
	10	90%	3	5	9	14	19	22	29	38		
		Lbs	30	51	91	143	194	224	296	387	4.76	4.97
									Promedio		4.86	
	11	95%	7	10	18	22	27	34	42	56		
		Lbs	71	102	183	224	275	346	428	571	7.46	7.68
									Promedio		7.57	
	12	100%	9	13	21	26	32	40	53	69		
		Lbs	91	132	214	265	326	408	540	704	8.83	9.06
									Promedio		8.94	

OBSERVACIONES:

P.V.S. MAXIMO kg/m³ = 1,221
HUMEDAD OPTIMA = 33.0
SONDEO DE LINEA

CLASIFICACION: A—7—6 (14)

PROYECTO : ADOQUINADO CALLES DE TIPITAPA
 SONDEOS EN : CALLE No. 1

RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

ENSAYE NO.	GRUPO	% DE COMPACTACION USADO	RESISTENCIA A LA PENETRACION, KGS.								C.B.R. A PENETRACION DE:	
			025"	050"	075"	100"	150"	200"	300"	400"	0.1"	0.2"
	13	90%	5	9	12	18	24	30	42	57		
		Lbs	51	91	122	183	244	306	428	581	6.1	6.8
									Promedio		6.4	
	14	95%	12	18	23	30	39	50	65	80		
		Lbs	122	183	234	306	398	510	663	816	10.2	11.3
									Promedio		10.7	
	15	100%	20	35	49	52	69	85	120	152		
		Lbs	204	357	499	530	704	867	1,224	1,550	17.6	19.2
									Promedio		18.4	

OBSERVACIONES:

P.V.S. MAXIMO $\text{kg/m}^3 = 1,271$
 HUMEDAD OPTIMA = 27.9
 SONDEO DE LINEA

CLASIFICACION: A—2—4 (0)

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE DE BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 1** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIENTE	RASANTE FINAL LC	RASANTE BONBEO 3%	RASANTE CORTE. LC	RASANTE CORTE.BOM	RELLENO BASE	
			0.075	0.150	0.150	0.300	
			0.075	0.150	0.150		
PI# 1 0+00 V.R EXIST.	↑ P = 1,395555% ↓	45.182	45.107	45.032	44.957		
0+10		45.321	45.246	45.171	45.096		
0+20		45.461	45.386	45.311	45.236		
0+30		45.600	45.525	45.450	45.375		
PCV- 0+35		45.670	45.595	45.520	45.445		
0+37,50		45.701	45.626	45.551	45.476		
PCH - 0+40,50		45.731	45.656	45.581	45.506		
0+42,00		45.743	45.668	45.593	45.518		
PI# 2 0+45 - PIV		45.760	45.685	45.610	45.535		
PTH - 0+47,64		↑ P = 0,5210693% ↓	45.770	45.695	45.620	45.545	
0+50	45.772		45.697	45.622	45.547		
0+52,50	45.768		45.693	45.618	45.543		
PTV - 0+55	45.757		45.682	45.607	45.532		
0+60	45.731		45.656	45.581	45.506		
0+70	45.679		45.604	45.529	45.454		
0+80	45.627		45.552	45.477	45.402		
0+90	45.575		45.500	45.425	45.350		
0+100	45.523		45.448	45.373	45.298		
0+110	45.471		45.396	45.321	45.246		
0+120	45.419	45.344	45.269	45.194			
PCV- 0+123,28	↑ P=0,5164674% ↓	45.402	45.327	45.252	45.177		
0+128,28		45.376	45.301	45.226	45.151		
PI# 3 0+133.28 - PIV		45.350	45.275	45.200	45.125		
0+138,28		45.324	45.249	45.174	45.099		
PTV - 0+143,28		45.298	45.223	45.148	45.073		
0+150		45.263	45.188	45.113	45.038		
PI# 4 0+160 V.R EXIST		45.212	45.120				
PI# 5 0+168,03V.R EXIST		↑ 7952286028% ↓	45.140	Der- 45,16	Izq- 45,13		
0+180			45.235	45.190	45.085	45.040	
0+190			45.314	45.264	45.164	45.114	
0+200	45.394		45.319	45.244	45.169		

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE DE BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 1** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIENTE	RASANTE FINAL LC	RASANTE BOMBEO 3%	RASANTE CORTE. LC	RASANTE CORTE.BOM	RELLENO BASE
			0.075	0.150	0.150	0.300
			0.075	0.150	0.150	
PCV - 0+203,30	P = 0;	45.420	45.345	45.270	45.195	
PCH - 0+209,30		45.440	45.365	45.290	45.215	
PI# 6 0+213.30 - PIV	P = 1,582867%	45.427	45.352	45.277	45.202	
0+213,50		45.425	45.350	45.275	45.200	
PTH- 0+217,30		45.389	45.314	45.239	45.164	
0+218,30		45.376	45.301	45.226	45.151	
PTV- 0+223,30		45.290	45.215	45.140	45.065	
PCV- 0+224,78	P = 1,582867%	45.259	45.184	45.109	45.034	
PCH- 0+230,78		45.122	45.047	44.972	44.897	
PI# 7 0+234.78 - PIV		45.019	44.944	44.869	44.794	
0+235,00		45.012	44.937	44.862	44.787	
PTH- 0+238,78		44.906	44.831	44.756	44.681	
PTV- 0+244,78 Y PCH,		44.718	44.643	44.568	44.493	
0+249		44.578	44.503	44.428	44.353	
PI# 8 0+249.40	P = 3,316032%	44.565	44.490	44.415	44.340	
0+252,00		44.478	44.403	44.328	44.253	
PTH- 0+253,99		44.412	44.337	44.262	44.187	
PCV- 0+259,46		44.231	44.156	44.081	44.006	
PCH - 0+264,46		44.077	44.002	43.927	43.852	
0+269		43.960	43.885	43.810	43.735	
PI# 9 0+269.46 - PIV		43.950	43.875	43.800	43.725	
PTH - 0+274,46		43.846	43.771	43.696	43.621	
PTV - 0+279,46		43.769	43.694	43.619	43.544	
0+280		43.762	43.687	43.612	43.537	
0+290	P = 1,3021408%	43.632	43.557	43.482	43.407	
0+300		43.502	43.427	43.352	43.277	
0+310		43.372	43.297	43.222	43.147	
0+320		43.241	43.166	43.091	43.016	
0+330		43.111	43.036	42.961	42.886	
PI#10 0+334.60	P = 1,3021408%	43.051	42.976	42.901	42.826	
0+340		42.981	42.906	42.831	42.756	
0+350		42.851	42.776	42.701	42.626	
PI#11 0+360.08 IGLESIA	P = 4,253214 %====>	42.720	42.645	42.570	42.495	
PI#12 0+370.19 - PIV	↑	43.150	43.075	43.000	42.925	

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE DE BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 1** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIENTE	RASANTE FINAL LC	RASANTE BONBEO 3%	RASANTE CORTE. LC	RASANTE CORTE.BOM	RELLENO BASE	
			0.075	0.150	0.150	0.300	
0+380	P = 0,82737%	43.231	43.156	43.081	43.006		
PI#13 0+391.15		43.323	43.248	43.173	43.098		
0+400		43.396	43.321	43.246	43.171		
0+410		43.479	43.404	43.329	43.254		
PI#14 0+421.50 V.R EXIST.		43.673					
0+430		P = 2.234188034%	43.862	43.787	43.712	43.637	
0+440	44.086		44.011	43.936	43.861		
0+450	44.309		44.234	44.159	44.084		
PCH- 0+457,69	44.481		44.406	44.331	44.256		
0+460,50	44.544		44.469	44.394	44.319		
0+463,50	44.611		44.536	44.461	44.386		
0+466,50	44.678		44.603	44.528	44.453		
PTH- 0+467,69	44.704		44.629	44.554	44.479		
PCV - 0+470	44.756		44.681	44.606	44.531		
0+473,50	44.832		44.757	44.682	44.607		
0+477,00	44.906		44.831	44.756	44.681		
0+480	44.968		44.893	44.818	44.743		
0+483,50	P = 1,763951251%		45.036	44.961	44.886	44.811	
0+487,00			45.101	45.026	44.951	44.876	
PTV - 0+490		45.156	45.081	45.006	44.931		
0+500		45.332	45.257	45.182	45.107		
PCH - 0+505,00		45.420	45.345	45.270	45.195		
0+508,00		45.473	45.398	45.323	45.248		
PI#16 0+510.00		45.509	45.434	45.359	45.284		
0+511,00		45.526	45.451	45.376	45.301		
0+514,00		45.579	45.504	45.429	45.354		
PTH - 0+515,00		45.597	45.522	45.447	45.372		
PCV - 0+516,77	45.628	45.553	45.478	45.403			
0+520,27	45.685	45.610	45.535	45.460			
0+523,77	45.736	45.661	45.586	45.511			
PI #18 0+526.77 - PIV.	45.775	45.700	45.625	45.550			
0+530,27	45.812	45.737	45.662	45.587			
0+533,77	45.842	45.767	45.692	45.617			
PTV - 0+536,77	45.863	45.788	45.713	45.638			
0+540	45.881	45.806	45.731	45.656			
0+550	45.940	45.865	45.790	45.715			

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE DE BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 1** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIENTE	RASANTE FINAL LC	RASANTE BOMBEO 3%	RASANTE CORTE. LC	RASANTE CORTE.BOM	RELLENO BASE	
			0.075	0.150	0.150	0.300	
			0.075	0.150	0.150		
0+560	P = 0,58054054%	45.997	45.922	45.847	45.772		
PCH - 0+567,90		46.043	45.968	45.893	45.818		
0+570,50		46.058	45.983	45.908	45.833		
0+572,00		46.067	45.992	45.917	45.842		
PI #19 0+572.90		46.072	45.997	45.922	45.847		
0+575,00		46.085	46.010	45.935	45.860		
PTH - 0+577,90		46.101	46.026	45.951	45.876		
0+580		46.114	46.039	45.964	45.889		
0+590		46.172	46.097	46.022	45.947		
0+600		46.230	46.155	46.080	46.005		
PCV - 0+609,27		46.283	46.208	46.133	46.058		
0+612,77		46.303	46.228	46.153	46.078		
0+616,27		46.323	46.248	46.173	46.098		
PI # 20 0+619.27 - PIV		46.341	46.266	46.191	46.116		
0+622,77		P = 0,570684347%	46.361	46.286	46.211	46.136	
0+626,27			46.380	46.305	46.230	46.155	
PTV - 0+629,27			46.399	46.324	46.249	46.174	
0+640			46.460	46.385	46.310	46.235	
0+650	46.517		46.442	46.367	46.292		
PI#21 0+661.50 V.R EXIST.	46.583						

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE PARA BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 2** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIEN	RASANTE FINAL LC	RASANTE BOMBEO 3%	RASANTE BASE. LC	RASANTE BASE.BOM	RELLENO BASE	
			0.075	0.150	0.150	0.300	
			0.075	0.150	0.150		
PI# 1 0+00 V.R EXIST.	↑ P = 0,704365%	47.145	47.155	46.995	47.005		
0+10		47.215	47.207	47.065	47.057		
0+20		47.285	47.260	47.135	47.110		
0+30		47.356	47.312	47.206	47.162		
PCV=0+40,40		47.429	47.367	47.279	47.217		
0+42,40		47.441	47.377	47.291	47.227		
PCH=0+44,40		47.450	47.388	47.300	47.238		
0+46,40		47.456	47.396	47.306	47.246		
0+48,40		47.459	47.407	47.309	47.257		
PI#2 0+50,40 - PIV		47.456	47.420	47.306	47.270		
0+52,40		47.450	47.403	47.300	47.253		
0+54,40		47.445	47.387	47.295	47.237		
PTH=0+56,40	47.439	47.371	47.289	47.221			
0+58,40	47.426	47.355	47.276	47.205			
PTV=0+60,40	47.410	47.339	47.260	47.189			
0+70	↓ P = 0,896346%	47.324	47.262	47.174	47.112		
0+80		47.234	47.182	47.084	47.032		
0+90		47.145	47.102	46.995	46.952		
0+100		47.055	47.022	46.905	46.872		
0+110		46.965	46.941	46.815	46.791		
PI#3 0+117,45 V.R EXIST		46.899	46.882	46.749	46.732		
PI#4 0+129,70 V.R EXIST		↑ P = 0,834983498%	46.847	46.842	46.697	46.692	
0+140			46.933	46.916	46.783	46.766	
0+150			47.016	46.988	46.866	46.838	
PCV =0+154			47.049	47.016	46.899	46.866	
0+156	47.063		47.031	46.913	46.881		
0+158	47.074		47.045	46.924	46.895		
PIV =0+160	47.087		47.060	46.937	46.910		
0+162	47.082		47.051	46.932	46.901		
0+164	47.078		47.042	46.928	46.892		
PTV =0+166	47.072		47.033	46.922	46.883		
0+170	47.054	47.015	46.904	46.865			
0+180	47.008	46.971	46.858	46.821			

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE PARA BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 2** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIEN	RASANTE FINAL LC	RASANTE BOMBEO 3%	RASANTE BASE. LC	RASANTE BASE.BOM	RELLENO BASE
			0.075	0.150	0.150	0.300
			0.075	0.150	0.150	
0+190		46.962	46.927	46.812	46.777	
0+200		46.916	46.883	46.766	46.733	
0+210		46.870	46.838	46.720	46.688	
0+220		46.825	46.794	46.675	46.644	
0+230		46.779	46.750	46.629	46.600	
0+240		46.733	46.706	46.583	46.556	
0+250		46.687	46.661	46.537	46.511	
0+260		46.641	46.617	46.491	46.467	
0+270		46.596	46.573	46.446	46.423	
0+280		46.550	46.529	46.400	46.379	
0+290		46.504	46.484	46.354	46.334	
0+300		46.458	46.440	46.308	46.290	
0+310		46.412	46.396	46.262	46.246	
0+320		46.366	46.352	46.216	46.202	
0+330		46.321	46.308	46.171	46.158	
0+340		46.275	46.263	46.125	46.113	
0+350		46.229	46.219	46.079	46.069	
0+360		46.183	46.175	46.033	46.025	
0+370		46.137	46.131	45.987	45.981	
PI# 8 0+374,78 V.R EXIST		46.116	46.110	45.966	45.960	
PI# 9 0+387,17 V.R EXIST		46.144	46.140	45.994	45.990	
0+390		46.157	46.149	46.007	45.999	
0+400		46.204	46.182	46.054	46.032	

%

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE PARA BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 2** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIEN	RASANTE FINAL LC	RASANTE BOMBEO 3%	RASANTE BASE. LC	RASANTE BASE.BOM	RELLENO BASE
			0.075	0.150	0.150	0.300
			0.075	0.150	0.150	
0+410	P=0,475175144	46.252	46.216	46.102	46.066	
PCV =0+414		46.271	46.229	46.121	46.079	
0+416		46.278	46.236	46.128	46.086	
0+418		46.282	46.243	46.132	46.093	
PIV =0+420		46.290	46.250	46.140	46.100	
0+422		46.278	46.237	46.128	46.087	
0+424		46.271	46.224	46.121	46.074	
PTV =0+426		46.259	46.211	46.109	46.061	
0+430		46.232	46.185	46.082	46.035	
0+440		46.165	46.121	46.015	45.971	
0+450		46.097	46.057	45.947	45.907	
0+460		46.030	45.993	45.880	45.843	
0+470		45.963	45.929	45.813	45.779	
PI# 11 0+474,82						
0+480	45.895	45.865	45.745	45.715		
0+490	45.828	45.801	45.678	45.651		
0+500	45.760	45.737	45.610	45.587		
0+510	45.693	45.673	45.543	45.523		
PI# 12 0+518,37 V.R EXIST	↓	45.637	45.620	45.487	45.470	

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE PARA BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 3** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIENT	RASANTE FINAL LC	RASANTE BOMBEO 3%	RASANTE CORTE. LC	RASANTE CORTE.BOM	RELL. BASE
			0.075	0.150	0.150	0.300
PI# 1 0+00	1.296248%	48.702	48.627	48.552	48.477	
0+10		48.572	48.497	48.422	48.347	
0+20		48.442	48.367	48.292	48.217	
0+30		48.313	48.238	48.163	48.088	
0+40		48.183	48.108	48.033	47.958	
PI#2 0+42,48		48.151	48.076	48.001	47.926	
0+50		48.053	47.978	47.903	47.828	
0+60		47.924	47.849	47.774	47.699	
PCV - 0+67,30		47.829	47.754	47.679	47.604	
0+70		47.794	47.719	47.644	47.569	
CV -0+72,30		47.767	47.692	47.617	47.542	
PI# 3 0+77,30 PIV		47.715	47.640	47.565	47.490	
CV - 0+82,30		47.670	47.595	47.520	47.445	
0+80		47.682	47.607	47.532	47.457	
PTV - 0+87,30		47.634	47.559	47.484	47.409	
0+90		47.616	47.541	47.466	47.391	
0+100		P=0,658762%	47.550	47.475	47.400	47.325
0+110	47.484		47.409	47.334	47.259	
0+120	47.418		47.343	47.268	47.193	
PI# 4 0+123,90	47.393		47.318	47.243	47.168	
0+130	47.352		47.277	47.202	47.127	
0+140	47.286		47.211	47.136	47.061	
0+150	47.221		47.146	47.071	46.996	
0+160	47.155		47.080	47.005	46.930	
0+170	47.089		47.014	46.939	46.864	

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE PARA BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 3** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIENT	RASANTE FINAL LC	RASANTE BOMBEO 3%	RASANTE CORTE. LC	RASANTE CORTE.BOM	RELL. BASE
	↓		0.075	0.150	0.150	0.300
PI# 5 0+174,30 V.R EXISTE	↓	47.061	46.986	46.911	46.836	
PI# 6 0+186,82 V.R EXISTE	P=0,557559%	47.021	46.946	46.871	46.796	
0+190		47.003	46.928	46.853	46.778	
0+200		46.947	46.872	46.797	46.722	
0+210		46.891	46.816	46.741	46.666	
0+220		46.836	46.761	46.686	46.611	
0+230		46.780	46.705	46.630	46.555	
PI# 7 0+233,96		46.758	46.683	46.608	46.533	
0+240		46.724	46.649	46.574	46.499	
0+250		46.668	46.593	46.518	46.443	
0+260		46.612	46.537	46.462	46.387	
0+270		46.557	46.482	46.407	46.332	
PCV - 0+273,85		46.535	46.460	46.385	46.310	
0+280		46.501	46.426	46.351	46.276	
CV - 0+278,85		46.507	46.432	46.357	46.282	
PI# 8 0+283,85 PIV		46.473	46.398	46.323	46.248	
CV - 0+288,85		46.437	46.362	46.287	46.212	
0+290		46.430	46.355	46.280	46.205	
PTV - 0+293,85		46.399	46.324	46.249	46.174	
0+300		46.349	46.274	46.199	46.124	
0+310		46.268	46.193	46.118	46.043	
0+320	46.187	46.112	46.037	45.962		
PI# 9 0+328,82	46.116	46.041	45.966	45.891		
PI# 10 0+330,62	46.102	46.027	45.952	45.877		

HOJA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROYECTO: ADOQUINADO DE CALLES CASCO URBANO DE TIPITAPA.

RASANTE PARA BASE

NIVELES DE RASANTE FINALES DE CALLE **No 3** 5.00 MTS - BOMBEO 3%

ESTACION	PENDIENT	RASANTE FINAL LC	RASANTE BOMBEO 3%	RASANTE CORTE. LC	RASANTE CORTE.BOM	RELL. BASE
			0.075	0.150	0.150	0.300
0+340	P=0.807849%	46.026	45.951	45.876	45.801	
0+350		45.945	45.870	45.795	45.720	
0+360		45.864	45.789	45.714	45.639	
0+370		45.784	45.709	45.634	45.559	
PI# 11 0+380,45		45.699	45.624	45.549	45.474	
0+390		45.622	45.547	45.472	45.397	
PI# 12 0+400,17		45.540	45.465	45.390	45.315	
0+410		45.460	45.385	45.310	45.235	
0+420		45.380	45.305	45.230	45.155	
PI# 13 0+423,48 V.R EXISTE		45.352	45.277	45.202	45.127	

**DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES Y VERTICALES;
CORRESPONDIENTES A LA CALLE 1, CALLE 2 Y CALLES 3.**

CALLE 1:

CURVAS HORIZONTALES

ECUACIONES UTILIZADAS:

$$\Delta=180 - \alpha$$

$$LC= L\pi\Delta R/ 360$$

$$T=R.TAN \Delta/2$$

$$PCH= PI - T$$

$$PTH= PI +T$$

PI #2 ,0+045

Datos:

$$\alpha= 267^{\circ}57'50''$$

$$\Delta=87^{\circ}53'50''$$

$$\Delta/2=43^{\circ}56'55''$$

$$LC=7.140$$

$$T=4.50 \text{ m}$$

$$R=4.66$$

$$S= 1.50; C=1.50$$

$$PCH=0+40.50 - 0^{\circ}00'00'' \text{ ----- } 360^{\circ}00'00''$$

$$0+42.00 -9^{\circ}13'11'' \text{ ----- } 350^{\circ}46'13''$$

$$0+43.50 -18^{\circ}26'34'' \text{ ----- } 341^{\circ}33'26''$$

$$0+45.00 -27^{\circ}39'51'' \text{ ----- } 332^{\circ}20'09''$$

$$0+46.50 -36^{\circ}53'09'' \text{ ----- } 323^{\circ}06'51''$$

$$PTH= 0+47.64 -43^{\circ}56'55'' \text{ ----- } 316^{\circ}03'05''$$

PI #6,0+213.30

Datos:

$$\alpha= 180^{\circ}54'10''$$

$$\Delta=0^{\circ}54'10''$$

$$\Delta/2=0^{\circ}27'05''$$

$$LC= 7.999$$

$$T=4.00 \text{ m}$$

$$R=507.718$$

$$S= 1.20; C=1.50$$

$$PCH=0+209.30 - 0^{\circ}00'00'' \text{ ----- } 360^{\circ}00'00''$$

$$0+210.00 -0^{\circ}04'04'' \text{ ----- } 359^{\circ}55'56''$$

$$0+212.00 -0^{\circ}09'08'' \text{ ----- } 359^{\circ}50'52''$$

$$0+213.50 -0^{\circ}14'13'' \text{ ----- } 359^{\circ}45'47''$$

$$0+215.00 -0^{\circ}19'18'' \text{ ----- } 359^{\circ}40'42''$$

$$0+216.50 -0^{\circ}24'22'' \text{ ----- } 359^{\circ}35'38''$$

$$PTH= 0+217.30 -0^{\circ}27'05'' \text{ ----- } 359^{\circ}32'55''$$

PI #7,0+234.78

Datos:

$\alpha = 176^{\circ}58'00''$

$\Delta = 3^{\circ}02'00''$

$\Delta/2 = 1^{\circ}31'00''$

LC = 7.999

T = 4.00 m

R = 151.070

S = 1.22 C = 1.50

PCH = 0+230.78 - 0°00'00" ----- 360°00'00"

0+232.00 -0°13'53" ----- 359°46'07"

0+233.50 -0°30'57" ----- 359°29'03"

0+235.00 -0°48'09" ----- 359°20'00"

0+236.50 -1°05'05" ----- 358°54'55"

0+238.00 -1°22'09" ----- 358°37'51"

PTH = 0+238.78 -1°31'00" ----- 358°29'00"

PI #8,0+249.40

Datos:

$\alpha = 186^{\circ}10'30''$

$\Delta = 6^{\circ}10'30''$

$\Delta/2 = 3^{\circ}05'15''$

LC = 9.19

T = 4.60 m

R = 85.28

S = 1.20; C = 1.50

R. final

PCH = 0+244.80 - 0°00'00" ----- 360°00'00" -----44.718

0+246.00 -0°24'11" ----- 359°35'46"

0+247.50 -0°54'25" ----- 359°05'35"

0+249.00 -1°24'38" ----- 358°35'22" -----44.578

0+250.50 -1°54'53" ----- 358°05'07"

0+252.00 -2°25'07" ----- 357°34'53"

PTH = 0+253.90 -3°05'15" ----- 356°54'45" -----44.412

PI #9, 0+269.46

Datos:

$\alpha = 178^{\circ}21'10''$

$\Delta = 1^{\circ}21'10''$

$\Delta/2 = 0^{\circ}49'25''$

LC = 9.999

T = 5.00 m

R = 347.808

S = 1.54; C = 1.50

R. FINAL

PCH=0+264.46 - 0°00'00" ----- 360°00'00"	44.077
0+266.00 -0°07'36" ----- 359°52'24"	
0+267.50 -0°15'01" ----- 359°44'59"	
0+269.00 -0°22'26" ----- 359°37'34"	43.96
0+270.50 -0°29'51" ----- 359°30'09"	
0+272.00 -0°37'16" ----- 359°22'44"	
0+273.50 -0°44'41" ----- 359°15'19"	
PTH= 0+274.46 -0°49'25" ----- 359°10'35"	43.846

PI #11, 0+360.08

Datos:

$\alpha = 259^\circ 00' 00''$

$\Delta = 79^\circ 00' 00''$

$\Delta/2 = 39^\circ 30' 00''$

LC= 8.36

T=5.00 m

R=6.065m

S= 1.42; C=1.50

PCH=0+355.08 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+356.50 -6°42'24" ----- 353°13'36"
0+358.00 -13°47'23" ----- 346°12'37"
0+359.50 -20°52'40" ----- 339°7'20"
0+361.00 -27°57'47" ----- 332°2'13"
0+362.50 -35°02'54" ----- 324°57'6"
PTH= 0+363.50 -39°30'00" ----- 320°30'00"

PI #12, 0+370.19

Datos:

$\alpha = 108^\circ 55' 00''$

$\Delta = 71^\circ 05' 00''$

$\Delta/2 = 35^\circ 32' 30''$

LC= 8.58

T=5.00 m

R=6.998m

S= 1.31; C=1.50

PCH=0+365.19 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+366.50 -5°21'46" ----- 354°38'14"
0+368.00 -11°30'12" ----- 348°29'48"
0+369.50 -17°38'38" ----- 342°21'22"
0+371.00 -23°47'05" ----- 336°12'55"
0+372.50 -29°55'30" ----- 330°04'30"
PTH= 0+373.87 -35°32'30" ----- 324°27'30"

PI #15, 0+462.69

Datos:

 $\alpha = 180^\circ 41' 50''$ $\Delta = 0^\circ 41' 50''$ $\Delta/2 = 0^\circ 20' 55''$

LC= 9.999m

T=5.00 m

R=821.761m

S= 1.31; C=1.50

PCH=0+457.69 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+459.00 -0°02'44" ----- 359°57'16"
0+460.50 -0°05'43" ----- 359°54'17"
0+462.00 -0°9'00" ----- 359°51'00"
0+463.50 -0°12'09" ----- 359°47'51"
0+465.00 -0°15'17" ----- 359°44'43"
0+466.50 -0°18'27" ----- 359°41'33"
PTH= 0+467.69 -0°20'55" ----- 359°39'05"

PI #16, 0+510

Datos:

 $\alpha = 180^\circ 48' 30''$ $\Delta = 0^\circ 48' 30''$ $\Delta/2 = 0^\circ 24' 15''$

LC= 9.999m

T=5.00 m

R=708.802m

S= 1.50; C=1.50

PCH=0+505.00 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+506.50 -0°03'38" ----- 359°56'22"
0+508.00 -0°07'17" ----- 359°52'43"
0+509.50 -0°10'55" ----- 359°49'05"
0+511.00 -0°14'33" ----- 359°45'27"
0+512.50 -0°18'11" ----- 359°41'49"
0+514.00 -0°21'50" ----- 359°38'10"
PTH= 0+515.00 -0°24'15" ----- 359°35'45"

PI #19, 0+572.90

Datos:

 $\alpha = 180^\circ 21' 30''$ $\Delta = 0^\circ 21' 30''$ $\Delta/2 = 0^\circ 10' 45''$

LC= 9.999

T=5.00 m

R=1598.46

S= 1.10; C=1.50

PCH=0+567.90 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+569.00 -0°01'11" ----- 359°58'49"
0+570.50 -0°02'47" ----- 359°57'13"
0+572.00 -0°04'24" ----- 359°55'36"
0+573.50 -0°06'01" ----- 359°53'59"
0+575.00 -0°07'38" ----- 359°52'22"
0+576.50 -0°09'15" ----- 359°50'45"
PTH= 0+577.90 -0°10'45" ----- 359°49'15"

CURVAS HORIZONTALES CALLE No. 2

PI #2, 0+50.40

Datos:

$\alpha = 177^\circ 43' 20''$

$\Delta = 2^\circ 16' 40''$

$\Delta/2 = 1^\circ 08' 20''$

LC= 11.998

T=6.00 m

R=301.81

S= 2.00; C=2.00

PCH=0+044.40 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+046.40 -0°11'23" ----- 359°48'37"
0+048.40 -0°22'47" ----- 359°37'13"
0+050.40 -0°34'10" ----- 359°25'50"
0+052.40 -0°45'33" ----- 359°14'27"
0+054.40 -0°56'57" ----- 359°03'03"

PTH= 0+056.40 -1°08'20" ----- 358°51'40"

PI #5, 0+184.58

Datos:

$\alpha = 181^\circ 16' 00''$

$\Delta = 1^\circ 16' 00''$

$\Delta/2 = 0^\circ 38' 00''$

LC= 11.999

T=6.00 m

R=542.78

S= 1.42; C=2.00

PCH=0+178.58 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+180.00 -0°04'30" ----- 359°55'30"
0+182.00 -0°10'50" ----- 359°49'10"
0+184.00 -0°17'10" ----- 359°42'50"
0+186.00 -0°23'30" ----- 359°36'30"
0+188.00 -0°29'50" ----- 359°30'10"

PTH= 0+190.58 -0°38'00" ----- 359°22'00"

PI #7,0+274.84

Datos:

$\alpha = 178^\circ 10' 00''$

$\Delta = 1^\circ 50' 00''$

$\Delta/2 = 0^\circ 55' 00''$

LC= 11.998

T=6.00 m

R=374.99

S= 2.00; C=2.00

PCH=0+268.84 - 0°00'00" ----- 360°00'00"

0+270.84 -0°09'10" ----- 359°50'50"

0+272.84 -0°18'20" ----- 359°41'40"

0+274.84 -0°27'30" ----- 359°32'30"

0+276.84 -0°36'40" ----- 359°23'20"

0+278.84 -0°45'50" ----- 359°14'10"

PTH= 0+280.84 -0°55'00" ----- 359°04'60"

PI #10,0+434.83

Datos:

$\alpha = 179^\circ 08' 00''$

$\Delta = 0^\circ 52' 00''$

$\Delta/2 = 0^\circ 26' 00''$

LC= 11.999

T=6.00 m

R=793.311

S= 2.00; C=2.00

PCH=0+428.83 - 0°00'00" ----- 360°00'00"

0+430.83 -0°04'20" ----- 359°55'40"

0+432.83 -0°08'40" ----- 359°51'20"

PI 0+434.83 -0°34'10" ----- 359°25'50"

0+436.83 -0°17'20" ----- 359°32'40"

0+438.83 -0°21'40" ----- 359°38'20"

PTH= 0+440.83 -0°26'00" ----- 359°34'00"

CURVAS HORIZONTALES CALLE No. 3

PI #2,0+042.48

Datos:

$$\alpha = 177^{\circ}57'30''$$

$$\Delta = 3^{\circ}35'30''$$

$$\Delta/2 = 1^{\circ}47'45''$$

$$LC = 7.997$$

$$T = 4.00 \text{ m}$$

$$R = 127.577$$

$$S = 1.52; C = 1.528$$

$$\text{PCH} = 0+038.48 - 0^{\circ}00'00'' \text{ ----- } 360^{\circ}00'00''$$

$$0+040 - 0^{\circ}20'29'' \text{ ----- } 359^{\circ}39'31''$$

$$0+041.50 - 0^{\circ}40'41'' \text{ ----- } 359^{\circ}19'19''$$

$$0+043.00 - 1^{\circ}00'54'' \text{ ----- } 358^{\circ}59'06''$$

$$0+044.50 - 1^{\circ}21'07'' \text{ ----- } 358^{\circ}38'53''$$

$$0+046.00 - 1^{\circ}41'19'' \text{ ----- } 358^{\circ}18'41''$$

$$\text{PTH} = 0+046.48 - 1^{\circ}47'45'' \text{ ----- } 358^{\circ}12'15''$$

PI #3,0+077.30

Datos:

$$\alpha = 181^{\circ}23'00''$$

$$\Delta = 1^{\circ}22'59''$$

$$\Delta/2 = 0^{\circ}41'30''$$

$$LC = 7.949$$

$$T = 4.00 \text{ m}$$

$$R = 331.33$$

$$S = 1.20; C = 1.50$$

$$\text{PCH} = 0+073.30 - 0^{\circ}00'00'' \text{ ----- } 360^{\circ}00'00''$$

$$0+074.50 - 0^{\circ}06'14'' \text{ ----- } 359^{\circ}53'46''$$

$$0+076.00 - 0^{\circ}14'00'' \text{ ----- } 359^{\circ}46'00''$$

$$0+077.50 - 0^{\circ}21'47'' \text{ ----- } 359^{\circ}38'13''$$

$$0+079.00 - 0^{\circ}29'34'' \text{ ----- } 359^{\circ}30'26''$$

$$0+080.50 - 0^{\circ}37'21'' \text{ ----- } 359^{\circ}22'39''$$

$$\text{PTH} = 0+081.25 - 0^{\circ}41'30'' \text{ ----- } 359^{\circ}18'30''$$

PI #7,0+233.96 y PI #8 , PI #9

Datos:

$$\alpha = 179^{\circ}00'30''$$

$$\Delta = 0^{\circ}59'30''$$

$$\Delta/2 = 0^{\circ}29'45''$$

$$LC = 11.999$$

$$T = 4.00 \text{ m}$$

$$R = 462.20$$

S= 1.54; C=1.50

PCH=0+229.96 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+231.50 -0°05'44" ----- 359°54'16"
0+233.00 -0°11'18" ----- 359°48'42"
0+234.50 -0°16'53" ----- 359°43'07"
0+236.00 -0°22'28" ----- 359°37'32"
0+237.50 -0°28'02" ----- 359°31'58"

PTH= 0+237.96 -0°29'45" ----- 358°30'15"

PI #10,0+330.62

Datos:

$\alpha = 180^\circ 48' 30''$

$\Delta = 0^\circ 48' 30''$

$\Delta/2 = 0^\circ 24' 15''$

LC= 7.999

T=4.00 m

R=567.04

S= 1.386; C=1.507

PCH= 0+326.62 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+328.00 -0°04'11" ----- 359°55'49"
0+329.50 -0°08'44" ----- 359°51'16"
0+331.00 -0°13'17" ----- 359°46'43"
0+332.50 -0°17'50" ----- 359°42'10"
0+334.00 -0°22'22" ----- 359°37'38"

PTH= 0+334.62 -0°24'15" ----- 358°35'45"

PI #11,0+380.45

Datos:

$\alpha = 180^\circ 38' 00''$

$\Delta = 0^\circ 38' 00''$

$\Delta/2 = 0^\circ 19' 00''$

LC= 7.999

T=4.00 m

R=723.73

S= 1.55; C=1.50

PCH=0+376.45 - 0°00'00" ----- 360°00'00"
0+378.00 -0°03'41" ----- 359°56'19"
0+379.50 -0°07'15" ----- 359°52'45"
0+381.00 -0°10'48" ----- 359°49'12"
0+382.50 -0°14'22" ----- 359°45'38"
0+384.00 -0°17'56" ----- 359°42'04"

PTH= 0+384.45 -0°19'00" ----- 358°41'00"

PI #12,0+480.17

Datos:

$\alpha = 177^\circ 57' 30''$

$\Delta = 2^\circ 04' 30''$

$\Delta/2 = 1^\circ 02' 15''$

LC = 9.998

T = 5.00 m

R = 276.09

S = 1.33; C = 1.50

PCH = 0+395.17 - $0^\circ 00' 00''$ ----- $360^\circ 00' 00''$

0+396.50 - $0^\circ 08' 16''$ ----- $359^\circ 51' 44''$

0+398.00 - $0^\circ 17' 37''$ ----- $359^\circ 42' 23''$

0+399.50 - $0^\circ 26' 57''$ ----- $359^\circ 33' 03''$

0+401.00 - $0^\circ 36' 18''$ ----- $359^\circ 23' 42''$

0+402.50 - $0^\circ 45' 38''$ ----- $359^\circ 14' 22''$

0+404.00 - $0^\circ 54' 58''$ ----- $359^\circ 05' 02''$

PTH = 0+405.17 - $1^\circ 02' 15''$ ----- $358^\circ 57' 45''$

DISEÑO DE CURVAS VERTICALES.
ECUACIONES UTILIZADAS:

$$|p_2 - p_1| \geq 0.5\%; \quad V = KX^2; K = \frac{P_2 - P_1}{2L}; X = \left| \frac{P_1 L}{P_2 - P_1} \right|; \quad P_2 \quad Y \quad P_1 \quad SON \quad LAS$$

PENDIENTES RESPECTIVAS

$$PCV = PIV - \frac{L}{2}$$

$$PTV = PIV + \frac{L}{2}$$

Elevaciones:

$$\text{Elev. PCV} = \text{Elev PIV} - \left(P_1 \times \frac{L}{2} \right)$$

$$\text{Elev. PTV} = \text{Elev PIV} + \left(P_2 \times \frac{L}{2} \right)$$

Elevaciones sobre la tangente

Elevaciones del pcv al piv:

Elev en cualquier estacionamiento:

$$\text{Elev} = \text{elev PCV} + (p_1 x)$$

X: distancia medida del PCV a cada estacionamiento.

Elevaciones del PTV al PIV:

Elev en cualquier estacionamiento:

$$\text{Elev} = \text{elev PTV} + (p_2 x)$$

X: distancia medida del PTV a cada estacionamiento.

Elevaciones sobre la curva:

Elevación de cualquier punto:

$$\text{Elev} = \text{elev s/tang} + V.$$

CALLE No. 1

PIV #1, EST 0+045

p1: 1.3955%, p2: .521069.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+035 -----	45.670m	45.670 m
0+040-----	45.739 m	45,727 m
PIV= 0+045 -----	45.81 m	45.762 m
0+050-----	45.784 m	45.772 m
PTV= 0+055 -----	45.757 m	45.757 m

PIV #3, EST 0+133.28

p2: .521069, p1: 0.5164%.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+123.28 -----	45.402m	45.402m
0+128.28-----	45.376m	45.376m
PIV= 0+133.28 -----	45.35m	45.35m
0+138.28-----	45.324m	45.324m
PTV= 0+143.28 -----	45.298m	45.298m

PIV #5, EST 0+160 (VIGA DE REMATE)

p2: 0.79523 %, p1:0.51647 %.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+140.00 -----	45.270m	45.140m
0+150.00-----	45.235m	45.190m
PIV = 0+160.00-----	45.314m	45.264m
0+170.00-----	45.394m	45.319m
PTV= 0+180.00 -----	45.473m	45.473m

PIV #6, EST 0+213.30

p2: 2.09497 %, p1:0.79523 %.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+203.30	----- 45.420m	45.420m
0+208.30	----- 45.459m	45.440m
PIV = 0+213.30	----- 45.500m	45.427m
0+218.30	----- 45.395m	45.376m
PTV= 0+223.30	----- 45.290m	45.290m

ELEVACION EN LA CURVA HORIZONTAL

PCH=0+209.30	_____	45.440m
0+213.50	_____	45.425m
PTH=0+217.30	_____	45.389m

PIV #7, EST 0+234.78

p2: 3.316032, p1: 2.0949%.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+224.78	----- 45.259m	45.259m
0+229.78	----- 45.154m	45.146m
PIV= 0+234.78	----- 45.050m	45.019m
0+239.78	----- 44.884m	44.876m
PTV= 0+244.78	----- 44.718m	44.718m

ELEVACION EN LA CURVA HORIZONTAL

PCH=0+230.78	_____	45.122m
0+235.00	_____	45.012m
PTH=0+238.78	_____	44.906m

PIV #9, EST 0+269.46

p2:1.302140, p1:3.31603%.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV=	0+259.46 ----- 44.231m	44.231m
	0+264.46 ----- 44.065m	44.077m
PIV=	0+269.46 ----- 43.90m	43.950m
	0+274.46 ----- 43.834m	43.846m
PTV=	0+279.46 ----- 43.769m	43.769m

PIV #15, EST 0+480.00

p2:1.763951, p1:2.234188%.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV=	0+470.00 ----- 44.756m	44.756m
	0+477.00 ----- 44.912m	44.906m
PIV=	0+480.00 ----- 44.980m	44.968m
	0+487.00 ----- 45.103m	45.105m
PTV=	0+490.00 ----- 45.156m	45.156m

PIV #18, EST 0+526.77

p2:0.5805405%, p1:1.76395125%.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+516.77 -----	45.628m	45.628m
0+523.77 -----	45.751m	45.736m
PIV = 0+526.77 -----	45.805m	45.775m
0+533.77 -----	45.845m	45.842m
PTV= 0+536.77 -----	45.863m	45.863m

PIV #20, EST 0+619.27

p2:0.5706843, p1:0.5805405%.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+609.27 -----	46.283m	46.283m
0+616.27 -----	46.324m	46.323m
PIV = 0+619.27 -----	46.342m	46.341m
0+626.27 -----	46.381m	46.380m
PTV= 0+629.27 -----	46.399m	46.399m

CALLE No. 2

PIV #1, EST 0+50.40

p1: 0.704365%, p2: 0.806346%.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+040.40 -----	47.429m	47.429 m
PCH= 0+044.40-----	47.457m	47.450 m
0+045.40 -----	47.465 m	47.454 m
PIV = 0+050.40-----	47.500 m	47.459 m
0+055.40 -----	47.455 m	47.452 m
PTH= 0+056.40 -----	47.446 m	47.439 m
PTV= 0+060.40 -----	47.410 m	47.410 m

PIV #5, EST 0+184.58

p1:0.74344%, p2: 0.599379%.

ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+174.58 ----- 47.180 m	47.180 m
PCH= 0+178.78 ----- 47.209 m	47.203 m
0+182.00 ----- 47.235 m	47.216 m
PIV = 0+184.58 ----- 47.255 m	47.221 m
0+188.00 ----- 47.234 m	47.218 m
PTH= 0+190.58 ----- 47.218 m	47.212 m
PTV= 0+194.58 ----- 47.195 m	47.195 m

PIV #7, EST 0+274.84

p1:0.599359%, p2: 0.598359%.

ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+264.84 ----- 46.773 m	46.773 m
PCH= 0+268.84 ----- 46.749 m	46.748 m
0+272.84 ----- 46.725 m	46.724 m
PIV = 0+274.84 ----- 46.714 m	46.713 m
0+278.84 ----- 46.690 m	46.689 m
PTH= 0+280.84 ----- 46.678 m	46.677 m
PTV= 0+184.84 ----- 46.654 m	46.654 m

PIV #10, EST 0+434.63

p1: 0.478388%, p2: 0.879818%.

ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+424.83 ----- 46.324 m	46.324 m
PCH= 0+428.83 ----- 46.343 m	46.337 m
0+430.83 ----- 46.352 m	46.341 m
PIV = 0+434.83 ----- 46.372 m	46.348 m
0+438.83 ----- 46.336 m	46.323 m
PTH= 0+440.83 ----- 46.319 m	46.313 m
PTV= 0+444.83 ----- 46.284 m	46.284 m

CALLE N° 3

PIV #3, EST 0+077.30

p1:1.296248%, p2: 0.658762%.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+067.30	----- 47.829 m	47.829 m
0+072.30	----- 47.767 m	47.760 m
PCH= 0+073.30	----- 47.751 m	47.756 m
PIV = 0+077.30	----- 47.770 m	47.715 m
PTH= 0+081.25	----- 47.678 m	47.678 m
0+082.30	----- 47.677 m	47.670 m
PTV= 0+087.30	----- 47.634 m	47.634 m

PIV #8, EST 0+283.85

p1:0.557559%, p2:0.807849%.

	ELEV SOBRE/TANG	ELEV SOBRE/CURVA
PCV= 0+273.85	----- 46.535 m	46.535 m
0+278.85	----- 46.507 m	46.505 m
PIV = 0+283.85	----- 46.480 m	46.473 m
0+288.85	----- 47.439 m	46.467 m
PTV= 0+293.85	----- 46.399 m	46.399 m

FOTOS DE LAS CALLES DEL PROYECTO



TRAMO CORRESPONDIENTE A LA CALLE 1



FOTOGRAFIA TOMADA DE LA CALLE 1.

FOTOGRAFIA CORESPONDIENTE A LA CALLE 2



CONEXIÓN ENTRE LA CALLE 1 Y CALLE 2.

TRAMO DE LA CALLE 2



PROBLEMAS PRESENTADOS EN LAS CALLES



TRAMO CORRESPONDIENTE A LA CALLE 3,



TOPOGRAFIA Y DERECHO DE VIA LIMITADO EN LA CALLE 3



TIPO DE SUELO ENCONTRADO EN LA CALLE 3



POZO DE VISITA ENCONTRADO EN LA CALLE 1



POZO DE VISITA ENCONTRADO EN LA CALLE 1



MATERIAL ARCILLOSO EN LA CALLE 2

Ingeniería de materiales y suelos (IMS).

Informe de pruebas de CBR saturado.

Proyecto: adoquinado de 1600ml en el casco urbano de Tipitapa.	
Camino: _____	
Ensaye nº: _____	efectuado por: Leonel O.
Muestra no 7.	Cálculos: <u>DS</u> .
Cotejo. <u>DS</u>	
Fuente de material: sondeo nº 2	
Estación: 0+100 derecha (calle nº 3)	

Análisis granulométrico del material.

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	100	98	89	57	20	9

LIMITE LIQUIDO= _____	INDICE DE PLASTICIDAD: NP
CLASIFICACION HRB. A-1-b(0) ----- Equivalente a arena	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA: PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO: 1510 KG/M ³
HUMEDAD OPTIMA: 18.3%

PRUEBAS DE CBR SATURADO			
método de compactación empleado: dinámica			
% de compactación	90	95	100
peso volumétrico seco(kg/m ³)	1359	1435	1510
CBR saturado	50	60	70
Hinchamiento(%)	0.10	0.07	0.04
tiempo de saturación(horas)	96	96	96
observaciones: ----			

FUENTE: IMS (INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS)

Ingeniería de materiales y suelos (IMS).

Informe de pruebas de CBR saturado.

Proyecto: adoquinado de 1600ml en el casco urbano de Tipitapa.	
Camino: _____	
Ensaye n°:	efectuado por: Leonel O.
Muestra no 14.	Cálculos: <u>DS</u> .
Cotejo. <u>DS</u>	
Fuente de material: sondeo n° 4	
Estación: 0+300 Línea central (calle n° 1)	

Análisis granulométrico del material.

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	99	95	85	71	47	26

LIMITE LIQUIDO=	INDICE DE PLASTICIDAD: NP
CLASIFICACION HRB. A-2-4(0) ----- Equivalente a arena	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA: PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO: 1605 KG/M ³
HUMEDAD OPTIMA: 14%

PRUEBAS DE CBR SATURADO			
método de compactación empleado: dinámica			
% de compactación	90	95	100
peso volumétrico seco(kg/m ³)	1445	1525	1605
CBR saturado	35	43	51
Hinchamiento(%)	0.15	0.13	0.08
tiempo de saturación(horas)	96	96	96
observaciones: ----			

FUENTE: IMS (INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS)

Ingeniería de materiales y suelos (IMS).

Informe de pruebas de CBR saturado.

Proyecto: adoquinado de 1600ml en el casco urbano de Tipitapa.	
Camino: _____	
Ensaye n°:	efectuado por: Leonel O.
Muestra no 12.	Cálculos: <u>DS</u> .
Cotejo. <u>DS</u>	
Fuente de material: sondeo n° 5	
Estación: 0+400 derecha (calle n° 2)	

Análisis granulométrico del material.

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	100	100	83	66	26	9

LIMITE LIQUIDO= 55	INDICE DE PLASTICIDAD: 8
CLASIFICACION HRB. A-1-b(4) ----- Equivalente a arena	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA: PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO: 1180 KG/M ³
HUMEDAD OPTIMA: 37%

PRUEBAS DE CBR SATURADO			
método de compactación empleado:	dinámica		
% de compactación	90	95	100
peso volumétrico seco(kg/m ³)	1062	1121	1180
CBR saturado	22	26	30
Hinchamiento (%)	0.30	0.24	0.18
tiempo de saturación(horas)	96	96	96
observaciones: ----			

FUENTE: IMS (INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS)

Ingeniería de materiales y suelos (IMS).

Informe de ensayos de suelos

Proyecto: adoquinado de 1600ml en el casco urbano de Tipitapa.

ensaye	banco de material el basurero				
muestra	1				
Estación					
Desviación	ubicado en la ciudad de tipitapa/				
tipo de material					
Sondeo					

GRANULOMETRIA

tamiz	% que pasa
3"	-
2"	-
1"	100
1 1/2"	99
3/4"	95
3/8"	91
no. 4	73
no. 10	50
no. 40(a)	19
no.200(b)	7
relación de finos	0.3684

LIMITES DE ATTERBERG

Limite liquido	--
Índice de plasticidad	NP

CLASIFICACIÓN

Clasificación HRB	A-1-a
Clasificación Casagrande	--
% CBR (90, 95 Y 100%)	55-65-75

FUENTE: IMS (INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS)

Ingeniería de materiales y suelos (IMS).

Informe de pruebas de CBR saturado.

Proyecto: adoquinado de 1600ml en el casco urbano de Tipitapa.	
Camino: _____	
Ensaye nº: _____	efectuado por: Leonel O.
Muestra no 1.	Cálculos: <u>DS</u> .
Cotejo. <u>DS</u>	
Fuente de material: banco de material "el basurero"	

Análisis granulométrico del material.

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	95	91	73	50	19	4

LIMITE LIQUIDO= --	INDICE DE PLASTICIDAD: NP
CLASIFICACION HRB. A-1-b(4) ----- Equivalente a arena	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA: PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO: 1500 KG/M ³
HUMEDAD OPTIMA:14.8%

PRUEBAS DE CBR SATURADO			
método de compactación empleado:	dinámica		
% de compactación	90	95	100
peso volumétrico seco(kg/m ³)	1350	1425	1500
CBR saturado	55	65	75
Hinchamiento (%)	0.07	0.05	0.03
tiempo de saturación(horas)	96	96	96
observaciones: ----			

FUENTE: IMS (INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS)

ESPECIFICACIONES ASTM D-1241 PARA BASE

% QUE PASA	A	B	C	D
2"	100	100		
1"		75-95	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100
NO.4	25-55	30-60	35-65	50-85
NO.10	15-40	30-45	25-50	40-70
NO. 40	8-20	15-30	15-30	25-45
NO. 200	2-8	5-15	5-15	8-15

FUENTE: IMS (INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS)

LL (%) -----25 MAXIMO

IP (%) ----- 6 MAXIMO

DESGASTE -----50 MAXIMO

EQ, ARENA -----30 MINIMO

CBR (%) ----- 80 MINIMO

PESO VOLUMETRICO COMPACTO-1120 MINIMO

ADOQUINADO DE 1600 ML CASCO URBANO TIPITAPA
ESTIMACIONES DE VOLUMENES Y PRESUPUESTO DE COSTO

No.	ACTIVIDAD	U/M	CANT.	C/UNIT.	C/TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	Limpieza Inicial				
1.1.1	Limpieza Inicial	M2	8608,00	8,00	68.840,84
1.2	Trazo y Nivelación				
1.2.1	Trazo para Adoquinado	M2	8608,00	5,21	44.830,24
1.3	Otras Obras preliminares				
1.3.1	Rehabilitar conexiones domiciliarias existentes 1/2" diam.	C.U.	114,00	183,22	20.886,74
1.3.2	Remoción Manual de Tubos PVC 4"Ø, Hacer y tapar zanja h=1,3m	MI	250,00	81,42	20.355,00
2	MOVILIZACION Y DESMOVILIACION				
2.1	Movilización y Desmovilización de Equipo				
2.2	Movilización y Desmovilización de Equipo (ida y vuelta)	Km	46,00	709,85	32.653,25
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
3.1	Acarreo de Materiales				
3.1.1	Acarreo de Materiales Selecto a 3 Km c/Equipo Inc. Der. Expl	M3	1556.26	83,54	130.009,6
3.2	Corte				
3.2.1	Corte o Excavación con Equipo	M3	2731.184	32,54	88.872,73
3.3	Relleno				
3.3.1	Relleno y Compactación con Equipo	M3	1453.203	119,40	173.512,44
3.4	Escarificar, Conformación y Compactación				
3.4.1	Escarificar y Compactar con maquinaria hasta 20 cm	M2	7.825,50	14,91	116.672,29
3.4.2	Conformación y Compactación (para adoquines)	M2	7.825,50	1,38	10.824,15
3.5	Botar tierra sobrante de excavación				
3.5.1	Botar tierra sobrante de excavación a 3 km c/equipo	M3	2107.360	53,59	112933.42
3.6	Explotación de bancos				
3.6.1	Explotación de bancos con tractor D-6	M3	1.926,53	51,12	98.484,09
4	CARPETA DE RODAMIENTO				
4.1	Adoquinado				
4.1.1	Adoquinado de 3000 Psi (con cama de arena de 5 cm)	M2	7825,50	266,60	2.086.289,74
4.2	Vado de Concreto				
4.2.1	Vado de Concreto de 3000 Psi, .2 m x 1.2 m, #3 @ .3 ad	M2	244,80	1.229,82	301.059,94
4.2.2	Vado de Concreto de 3000 Psi, .15 m x 4 m, #3 @ .1 ad	M4	24,00	2.915,67	69.976,08
5	CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS				
5.1	Cunetas de caite de concreto				
5.1.1	Cuneta de Caite Ancho=0.60m, Alto=0.40m conc. 2,500 PSI	ML	1709,29	464,91	794.658,57
5.2	Viga de remate para adoquines				
5.2.1	Viga de remate Transversal para adoquines 15x30 cm	ML	98,76	223,87	22.109,30
5.3	Viga Longitudinal de Concreto				
5.3.1	Viga de remate longitudinal entre adoquines y cunetas	ML	3496,50	92,92	324.882,36
4	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				
4.1	Señales de Prevención				
4.1.1	Señales de Tránsito de Prevención (Estándar)	C.U.	10,00	1.272,28	12.722,79

4.2	Señales Viales Permanentes				
4.2.1	Señalización Horizontal (Pintada con Equipo)	ML	1677,62	1,36	2.274,80
5	MEDIDAS DE MITIGACION				
5.1	Medidas de Mitigación y Prevención				
5.1.1	Riego de Agua para Mitigar tolvanera (con camión cisterna)	Mes	1,00	57.483,54	57.483,54
6	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				
6.1	Limpieza de trabajos de adoquinado	M2	8608,00	4,16	35.851,23
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					4,626540.14