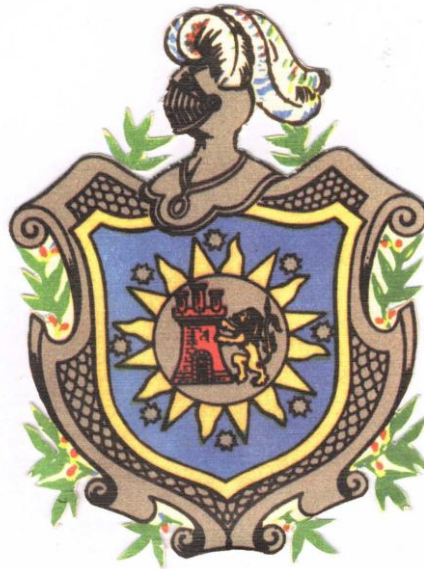


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN MANAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS

MARZO, 2008



TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

REHABILITACION DE 1.160 KILOMETROS DE TRAMO DE
CARRETERA, COMPRENDIDO ENTRE SEMAFOROS DE
ENEL CENTRAL A ROTONDA UNIVERSITARIA EN EL CASCO
URBANO DE MANAGUA, NICARAGUA.

PRESENTADO POR:

BR. GARACHE ZAMORA ABEL AUGUSTO
BR. RIVAS BUITRAGO INGRID
BR. VELÁSQUEZ BERRIOS ALEXANDER

TUTOR:
ING. ERNESTO CUADRA

AGRADECIMIENTOS

A nuestro señor Jesucristo,

... por darnos la dedicación y sabiduría necesaria.

A nuestros padres,

... seres ejemplares de quienes obtuvimos valores y creencias que hoy traducimos en esta obra.

Al Sr. Alexis Arguello B.,

... por facilitarnos los medios necesarios para la elaboración de este proyecto.

Al Ing. Jorge Alberto González Mosquera. Director General de Proyectos. Alcaldía de Managua,

... por su apoyo en las gestiones de documentación.

Ing. Gilberto Chavarría Coleman. Jefe del Depto. de Vialidad. Alcaldía de Managua,

... por su apoyo en documentación para el diseño vial.

Ing. Freddy Sarria. Depto. de Ingeniería y Drenaje. Alcaldía de Managua,

... por su apoyo en documentación para el diseño hidrológico

Ing. Wilber Pérez. Docente UNAN.,

... por su apoyo en los prestamos de instrumento topográficos y recomendaciones en la elaboración del proyecto.

A compañeros de clases,

... por su apoyo en la realización
del levantamiento topográfico.

A nuestro tutor, Ing. Ernesto Cuadra,

... por su guía.

Ing. Evert López Aguirre, Ing. Víctor Tirado, Ing. Adolfo Cordero,

... por sus recomendaciones y
colaboración en la revisión de este
trabajo investigativo.

DEDICATORIA

A Dios por todas las bendiciones que me ha dado en el transcurso de mi vida y por toda la fortaleza que me dio en la duración de mi carrera.

A mis Padres por el esfuerzo y apoyo incondicional que me han dado para forjarme como persona y como un profesional.

A mi hermana que siempre ha sido y será siendo una parte esencial en mi vida.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma apoyaron en la realización de este proyecto. Gracias a su colaboración esto no hubiera sido lo mismo...

ABEL AUGUSTO GARACHE ZAMORA

DEDICATORIA

A nuestro Señor Jesucristo en primer lugar por darme la fuerza y sabiduría de poder culminar mis estudios

A mis padres por apoyarme incondicionalmente a través de sus consejos y darme el ejemplo para ser mejor persona día a día

A mis hermanos y hermana por su apoyo en todos estos años

A todos mis maestros por compartir sus conocimientos y por enseñarnos a dar lo mejor de nosotros en nuestra profesión

A todos mis compañeros de clases por estos años en que vivimos dentro de esta universidad

ALEXANDER ANTONIO VELÁSQUEZ BERRIOS

DEDICATORIA

A Jehová,

... Dios todo poderoso y creador, quien ha iluminado mi camino. Gracias por permitir mi impronta en este mundo, y darme valor y fortaleza para alcanzar esta meta.

A mis padres, Máximo y Evelyn,

... por todo el esfuerzo realizado y el amor demostrado en cada uno de los días de mi existencia. Por ser mi fuente de inspiración les dedico uno de mis mayores alcances en la vida. Los amo mucho, sin ustedes no lo hubiese logrado.

A mis hermanos, Marjorie y Raymond,

... por creer en mis capacidades siempre y con la confianza de que mi meta les sirva de estímulo y motivación en sus propios caminos.

A ti, Francisco Robles Guerrero,

... un amigo muy querido y admirado, por tu solidaridad y real estímulo para emprender y culminar el camino que me trajo a esta meta.

A todos los maestros,

... por compartir sus enseñanzas, experiencia e inculcarme desde mis primeros pasos el amor al estudio y la superación.

A mis amigos Karen, Arnoldo, Víctor, Abelito,

... por compartir conmigo momentos especiales que llevare siempre en mi corazón y quienes me apoyaron de diferente manera, brindándome su apoyo, conocimientos y amor.

Y en especial a mi tía Floricelda Rivas,

... en ausencia física, viva en espíritu, para que donde quiera que estés veas realizado este humilde triunfo de tu linaje.

INGRID RIVAS BUITRAGO

INDICE

CAPITULO 1. INTRODUCCION	1
1.1. INTRODUCCIÓN	2
1.2. RESUMEN EJECUTIVO	3
1.3. GENERALIDADES	5
1.3.1. CONDICIONES ACTUALES	6
1.3.2. UBICACIÓN Y MORFOLOGÍA DEL PROYECTO	7
1.4. JUSTIFICACIÓN	12
1.5. OBJETIVOS	13
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
CAPITULO 2. ESTUDIO DE SUELOS	15
2.1. MARCO TEORICO	16
2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS	17
2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	18
2.1.2.1. MÉTODO HRB (HIGHWAY RESEARCH BOARD)	28
2.1.2.1.1 INDICE DE GRUPO	
2.1.2.1.2 CLASIFICACION HRB	
2.1.3. PRUEBAS DE LABORATORIO A MATERIALES	31
2.1.3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	31
2.1.3.2. LIMITES DE ATTERBERG	33
2.1.3.3. COMPACTACION	
2.1.3.4. PRÓCTOR ESTÁNDAR	36
2.1.3.5. PRÓCTOR MODIFICADO	38
2.1.3.6. ENSAYE DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)	39
2.2. INFORME DE PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE SUELOS	41
2.2.1. TRABAJO DE CAMPO	41
2.2.2. TRABAJOS DE LABORATORIO	42
2.2.3. RESULTADOS OBTENIDOS	42
2.2.4. FUENTES DE MATERIALES	43
2.2.5. SONDEOS REALIZADOS	44

CAPITULO 3. ESTUDIO DE TRANSITO	48
3.1. MARCO TEÓRICO	49
3.1.1. ELEMENTOS QUE SE CONSIDERAN EN LA CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	52
3.1.2. VENTAJAS DE LA CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	53
3.1.3. TIPOS DE CLASIFICACIONES USADAS EN NICARAGUA	53
3.1.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS	57
3.1.4. VOLUMEN DE TRANSITO	59
3.1.4.1. COMPOCICION DEL TRAFICO	61
3.1.4.2. VARIACION DE VOLUMENES	61
3.1.4.3. NIVEL DE SERVICIO.	62
3.2. ESTUDIO DE TRANSITO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO	64
3.2.1. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO	65
CAPITULO 4. DISEÑO GEOMÉTRICO	67
4.1. MARCO TEÓRICO	68
4.2. LEVANTAMIENTOS	68
4.2.1. TIPOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS	68
4.2.2. ASPECTOS ESENCIALES	69
4.2.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	71
4.2.4. SECUENCIA DEL LEVANTAMIENTO	72
4.2.5. PROCEDIMIENTO DE CAMPO	72
4.2.6. TABLA DEL LEVANTAMIENTO	74
4.3. ANALISIS DEL TRAMO	
4.4. ANALISIS DE PROPUESTA	
CAPITULO 5. DISEÑO ESTRUCTURAL	89
5.1. MARCO TEÓRICO	90
5.1.1. PAVIMENTOS ASFALTICOS	90
5.1.2. CONCEPTOS Y FUNCIONES DEL PAVIMENTO	94
5.1.3. SISTEMAS DE DISEÑO DE PAVIMENTO	97
5.1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS	
5.2. CRITERIOS DE DISEÑO	100
5.3. MEMORIA DE CALCULO DE PAVIMENTO	

CAPITULO 6. DISEÑO HIDRÁULICO	110
6.1. MARCO TEORICO	111
6.1.1. OBRAS DE DRENAJE	111
6.1.1.1. TIPOS DE DRENAJE	111
6.1.1.2. DRENAJE SUPERFICIAL	111
6.1.1.3. CUNETAS	111
6.1.1.4. CONTRA CUNETAS	112
6.1.1.5. BOMBEO	112
6.1.1.6. ZAMPEADO	112
6.1.1.7. LAVADEROS	112
6.1.1.8. DRENAJE TRANSVERSAL	112
6.1.1.9. LAS ALCANTARILLAS	113
6.1.1.10. DRENAJE SUBTERRANEO	113
6.2. CRITERIOS EN EL DISEÑO HIDRÁULICO	115
6.2.1. PERIODO DE RETORNO	116
6.3. MEMORIA DE CÁLCULOS	117
6.3.1. CALCULO HIDROLOGICO	117
6.3.1.1. CALCULO HIDRAULICO	120
6.3.1.2. CALCULO DE DISEÑO DE TRAGANTE DE GAVETA	
CAPITULO 7. DURACION Y COSTO DE LA OBRA	144
7.1 ESTRUCTURACION	145
7.1.1 DESCRIPCION DE LA OBRA Y ESPESORES DE DISEÑO	145
7.1.2 CALCULO DE VOLUMEN DEL MATERIAL SELECTO	145
7.1.3 PLANEACION DE LA OBRA	148
7.1.3.1. CUADRO DE ACTIVIDADES	148
7.1.3.2. TABLA DE SECUENCIAS	149
7.1.3.3. DIAGRAMA DE RED	150
7.1.3.4. MATRIZ DE SECUENCIA	151
7.1.3.5. DURACION DE CADA ACTIVIDAD	152
7.1.3.6. CALCULO DE LAS DURACIONES	154
7.1.3.7. TABLA DE TIEMPOS MAX, MIN Y HOLGURAS	155
7.1.3.8. DIAGRAMA DE GANTT	156
7.1.3.9. COSTO DE LA OBRA	157

CONCLUSIONES	158
RECOMENDACIONES	162
BIBLIOGRAFÍA	165
ANEXOS	168

Capítulo I. Introducción

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Nicaragua está pasando por una problemática en base al mal manejo que se tuvo en épocas anteriores al diseño de carreteras en las distintas rutas y accesos que existen en nuestro país.

Como se ha visto el transporte terrestre por carretera ha venido modernizándose a nivel mundial de una manera constante y progresiva; Centroamérica, aunque con sus limitaciones, no ha sido ajena a este proceso.

Los avances tecnológicos que repercuten directamente en la fabricación de motores más potentes, para movilizar vehículos de carga de mayor capacidad y tamaño, ha obligando a la modernización de la infraestructura vial permitiendo así la circulación de una manera segura, cómoda y eficiente.

Los transportes, tanto de carga internacional, interno, así como el de personal, han aumentado en tamaño y por ende en necesidades. Así mismo, de manera general el crecimiento de la red vial está vinculado al desarrollo económico del país, por su importante papel en las actividades que rigen el quehacer productivo desde todos sus ángulos.

De acuerdo a datos indicadores de la densidad de la red vial que debe existir en países en vía de desarrollo como Nicaragua, definidos por el Banco Mundial, en el que se estima un parámetro de 15.7 Km. por cada 100 kms² de superficie territorial, Nicaragua cuenta, según datos cuantitativos un parámetro de 9.08 Km. por cada 100 kms².

En Nicaragua, es una necesidad, y desde este nuevo siglo también de nuestros gobiernos, construir y mejorar las carreteras y caminos existentes; ya que es de vital importancia y una obligación mantener en óptimas condiciones las carreteras del país en conjunto con las del Istmo que comunican a nuestros países vecinos. Desde épocas anteriores se ha ido remodelando y recuperando la red vial de nuestro país, debido a que las carreteras están compuestas por un tratamiento superficial y sin estudio, tal es el caso del tramo de estudio.

Como futuros Ingenieros Civiles, se planteara un Diseño de Rehabilitación y Mejoramiento Pluvial en el tramo de carretera, comprendiendo 1.160 Km. en el casco urbano de Managua; abarcando desde los semáforos ENEL Central hasta Rotonda Universitaria o Rotonda Rigoberto López Pérez, de esta forma se dará solución básica y eficaz para el problema de tramo de carretera que está repercutiendo en la población y vehículos que circulan sobre ella.

1.2 RESUMEN EJECUTIVO

Para la elaboración de este trabajo se tuvo en cuenta las normas, estudios de suelos, levantamiento topográfico tanto planimétrico como altimétricos, diseño geométrico que posee el tramo de carretera, volumen de tránsito, distribución de vehículos por carriles, composición de vehículos, nivel de servicio del tramo y diseños.

El correcto funcionamiento del tramo, dependerá del diseño adecuado que se hará, de una selección cuidadosa de los materiales por utilizar, de mano de obra calificada para su instalación, de la observancia estricta de las especificaciones de construcción, de la correcta supervisión de la ejecución de la obra y de una operación y conservación eficiente.

El diagnóstico efectuado se deriva un déficit en la definición de la demanda: lo que se origina principalmente por una inadecuada respuesta de la oferta en términos de cantidad y/o calidad. Esta falta de respuesta de la oferta a la demanda es lo que se considera un problema de vialidad que debe ser resuelto de alguna forma.

Con la información recopilada hasta ahora y el análisis efectuado del comportamiento de las diferentes variables que determinan un problema de circulación y uso adecuado del tramos de carretera, es posible y necesario efectuar una proyección de esa situación hacia algunos años adelante bajo el supuesto que no se efectúen cambios sustanciales, es decir, que no se ejecutará ningún proyecto nuevo en relación al problema.

Es necesario hacer una salvedad: no es concebible desde el punto de vista técnico extrapolar en el tiempo el mal funcionamiento o la ineficiencia de una infraestructura y que, justificando esta situación, se pretenda desarrollar un nuevo proyecto.

En otras palabras, es necesario imaginar escenarios futuros suponiendo que no se hace nada para resolver el problema, pero sí sigue aumentando la población, extrapolando las respectivas tasas de crecimiento histórico, Lo más probable es que se llegue a un punto de crisis severa o paralización.

Dado que la extrapolación o proyección de comportamientos históricos o presente hacia el futuro no puede ser hecho en forma arbitraria y que existen técnicas y herramientas con fundamentos estadísticos y matemáticos que

apoyan los procesos predictivos, se hace necesario conocerlas y utilizarlas para los efectos de diseñar escenarios futuros.

En este estudio de Rehabilitación de un tramo de carretera de 1.160 kilómetro en el casco urbano de Managua; Semáforos ENEL Central a Rotonda Universitaria, se ha tratado de retomar los aspectos generales básicos para el desarrollo del diseño y mejoramiento en la circulación vehicular.

Para mayor comprensión de este trabajo se ha compuesto por capítulos, en el cual su contenido abarca los pasos fundamentales para un diseño de pavimento, en nuestro caso una rehabilitación.

Capítulo 1: Se presenta la documentación necesaria para entender y plantear el problema a solucionar.

Capítulo 2: Se da a conocer conceptos básicos de suelo, además los estudios y muestras de suelo para el cual se va a diseñar.

Capítulo 3: Abarca aspectos generales de los estudios de tráfico conocidos como Aforos, resultados del tránsito y diseño de tránsito.

Capítulo 4: Comprende aspectos generales, así como el levantamiento altimétrico del tramo, su verdadero diseño geométrico que este ya posee, además de los acotamiento y secciones transversales.

Capítulo 5: Se presenta aspectos generales del pavimento, el diseño de espesor de pavimento, como las pruebas de suelo los cuales se usan para el diseño, además memoria de cálculos.

Capítulo 6: Abarca el diseño hidráulico, estudio hidrológico en el área de incidencia pluvial, debido a la precipitación pluvial de la zona, con su debida memoria de cálculos.

Capítulo 7: Se plantea la duración, planificación y costo total de la obra.

Todos los cálculos efectuados en este trabajo se rigen bajo normas, condiciones y especificaciones usadas en Nicaragua, como por ejemplo: SIECA, ASHTO, NIC-2000; teniendo en cuenta diferentes aspectos, conceptos, definiciones y aplicaciones al entorno del proyecto.

1.3 GENERALIDADES

1.3.1 CONDICIONES ACTUALES

Su falta de mantenimiento a hecho que el tramo que estamos analizando haya cumplido con su vida de utilidad y sea rehabilitada para mejorar el tránsito que circula en ella, además en el momento de diseño de esta vía no se contempló la posibilidad de realizar en su intersección sur una Rotonda (Rotonda Universitaria), la cual sirve de acceso para la mayoría de los vehículos que provienen de la Pista Sub-Urbana y por consiguiente de Carretera Sur.

De igual manera no se previó la construcción de una nueva carretera que va desde el Colegio Rigoberto López Pérez hasta Carretera a Masaya (costado sur del Hotel Princess), el cual intercepta el tramo en estudio y que lleva por nombre pista Cardenal Miguel Obando y Bravo.

Al sumarse estos dos flujos vehiculares de considerable importancia es evidente que la capacidad de la vía no es suficiente y da lugar a congestión por lo cual es necesario rehabilitar y encontrar soluciones alternas para lograr dar fluidez al tránsito y lograr una óptima circulación vehicular.

Este tramo en la actualidad se encuentra en mal estado debido a su falta de mantenimiento y estudios primarios para la construcción de la carpeta de adoquín, ya que esta fue construida sin ningún estudio previo; además en ella ha habido futuras y presentes construcciones en sus intersecciones para mejorar la circulación vehicular de la zona, las cuales el tramo no había sido destinado a tener estas nuevas redes.

1.3.2 UBICACIÓN Y MORFOLOGÍA DEL PROYECTO

El departamento de Managua se encuentra localizado en el trópico seco, región baja del Pacífico, con una extensión territorial de 3,672 Km² y una población de 1, 384,600 habitantes. Managua tiene una altitud media de 86 msnm.

La topografía del departamento de Managua, presenta dos zonas bien definidas: La zona bien montañosa, o “Sierras de Managua” (altitudes desde 400 a 700 msnm) y las zonas de las llanuras o planicies. La humedad relativa media anual oscila en estos tres años entre 71% y 75%.

Basados en estos datos, el período que va de diciembre a abril, muestra la humedad menor que el resto del año.

La población urbana de Managua, históricamente ha crecido con tasas que han estado por encima de la tasa de crecimiento de la población a nivel nacional; mientras la tasa anual de crecimiento de la población a nivel nacional ha experimentado un máximo de crecimiento de 3.3% a nivel histórico, la tasa anual de crecimiento de la población urbana de Managua, experimentó en el período 1950-1963, 7.32%, el doble que la tasa de crecimiento de la población a nivel nacional, por efecto de la migración del campo a la ciudad; a partir de ese período intercensal, la tasa de crecimiento en los posteriores períodos intercensales, ha venido disminuyendo, en el último período, 1971- 1995, la tasa de crecimiento fue del 3.4%, siempre superior al crecimiento de la población nacional.

La humedad relativa media anual en el Departamento de Managua, varía de 64 % en la estación de San Francisco Libre, y hasta 75 % en la estación Managua Aeropuerto. Según el mapa de distribución espacial de la humedad relativa media anual, se muestra que en la parte Suroeste del Departamento se localizan valores mayores al 75 % de humedad, mientras que en la parte Central y Norte de dicho Departamento, éstos son inferiores al 75 % de humedad.



FIGURA 1. MAPA DE NICARAGUA, UBICACION DE MANAGUA

El tramo de carretera a rehabilitar está localizado en el Distrito 3, que limita en la parte Sur - Occidental de la ciudad de Managua. Gran parte de su territorio se encuentra en la Cuenca de Las Sierras de Managua, por la cual bajan las corrientes de agua pluvial atravesando el Distrito de Sur a Norte.

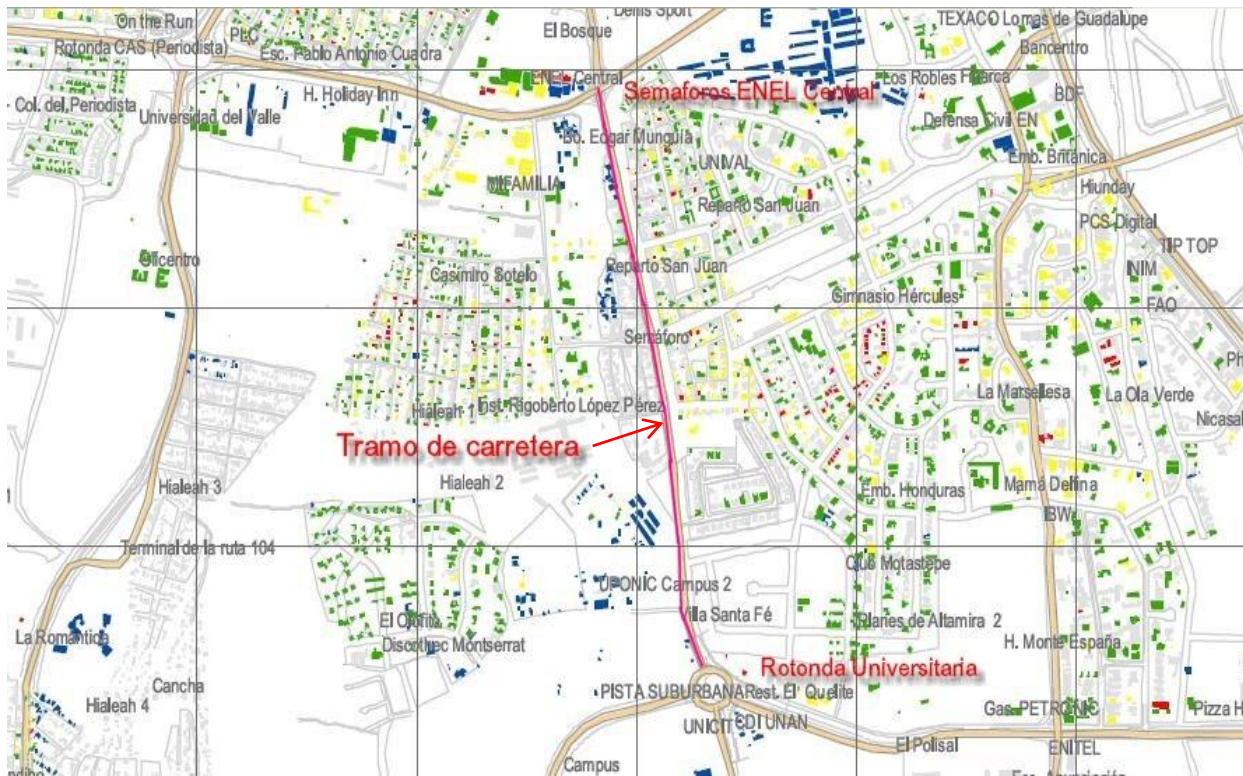


FIGURA 2. TRAMO DE LA AVENIDA BOLÍVAR QUE VA DESDE ENEL CENTRAL A ROTONDA UNIVERSITARIA

El Distrito III, tiene una extensión de 83.3505 Kilómetros cuadrados, equivalente a 8,335.0558 Hectáreas o 83.350,558.7831 metros cuadrados.

Número de Habitantes: 260,639 habitantes, de los cuales 128,756 son hombres y 131,883 son mujeres.

Densidad de Población: 3,127 habitantes por kilómetro cuadrado.

Número de Barrios: El Distrito cuenta con 146 Barrios, de los cuales 24 son Residenciales, 3 Barrios Tradicionales, 16 Barrios Populares, 29 Urbanizaciones Progresivas, 68 Asentamientos Espontáneos y 5 Comarcas

Número de Viviendas: 35,424 Viviendas

Déficit de Viviendas: 8, 116 Viviendas

Se localiza en la zona Sur - Occidental de la ciudad, gran parte de su territorio se ubica en la cuenca de las Sierras de Managua, y es el Distrito más grande de la Ciudad.

Geográficamente, limita al Norte, con el distrito No. 2, al sur, con el municipio de El Crucero, al Este con el distrito No. 4 y Distrito No. 5, al Oeste con el Municipio de Ciudad Sandino. Por su extensión uno de los distritos más grandes del municipio de Managua, aproximadamente el 60% de su territorio es rural y el resto urbana.

La distribución de la población y vivienda, esta concentrada en el 20.3 % de la población del municipio de Managua, y está conformado por 140 barrios urbanos y cinco comarcas rurales, el crecimiento del desarrollo urbano del distrito es lineal, en sentido Norte- Sur, dado que presenta dificultad en la conexión o deficiencia en el tráfico Este- Oeste a consecuencia de los cauces. Cuenta con 35, 424 viviendas distribuidas en 24 Barrios Residenciales, 3 Barrios Tradicionales, 16 Barrios Populares, 29 Urbanizaciones Progresivas, 68 Asentamientos Espontáneos y vivienda rural.

El tramo a rehabilitar, tiene la particularidad de concentrar el acceso a centros de estudios superiores y colegio publico como lo son la Universidad Centroamericana (UCA), Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN); así mismo como el Colegio Salomón de la Selva.

Este tramo representa una arteria principal ya que de igual manera es una vía principal en Managua ya que comunica residenciales y barrios aledaños a esta, lo cual permite un gran concetramiento de vehículos proveniente de la pista suburbana y la pista principal de Managua (Avenida Universitaria).

1.4 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto surge con la necesidad inmediata que la Alcaldía de Managua requiere para dar respuesta a la población sobre facilidades en el Manejo del Flujo vehicular, inundaciones en el tramo de pistas existentes, razón por la cual se analizara y se dará un propuesta de Rehabilitación y Mejoramiento Pluvial en la vía para ofrecer una solución al tramo de Pista ubicada entre las intersecciones de la Avenida Bolívar con la pista Juan Pablo II (ENEL CENTRAL) y la intersección con la Pista Sub-Urbana conocida como Rotonda Universitaria o Rigoberto López Pérez.

Por otro lado, este tramo en la actualidad se encuentra en mal estado debido a



FIGURA 3. UBICACION TRAMO A REHABILITAR

la falta de mantenimiento. Además otro punto de vital importancia y que no se puede dejar de mencionar es que la alcaldía de Managua no cuenta con los estudios preliminares que se debieron realizar previos a su ejecución. Sin estudios preliminares, con una vida útil caducada, sin estudios previos al diseño y con la sumatoria de nuevas redes de transito es de esperar que esta vía necesita rehabilitarse.

El tramo en estudio presenta un flujo vehicular considerable, motivo lo cual su mejoramiento es muy importante y sobre todo de gran necesidad. Dicho tramo es muy concurrido debido a que es una arteria primordial de la ciudad de Managua y sus alrededores se encuentran barrios, zonas comerciales colegios y universidades. Cabe mencionar que con la ejecución de la nueva avenida Cardenal Miguel Obando y Bravo el trafico se incrementara y el tramo en análisis no dará abasto lo cual generara mayor dificultad para transitar por la zona.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Rehabilitar tramo de carretera de 1.160 Km. y dar respuesta a la población para la facilidad del Manejo del Flujo Vehicular y mejoramiento del drenaje pluvial.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las propiedades fisico-mecánicas del suelo existente en el tramo de estudio y de los bancos de préstamo.
- Diseñar en base al estudio de tránsito suministrado por la Alcaldía de Managua.
- Plantear nueva propuesta de diseño geométrico y secciones transversales a lo largo del tramo.
- Diseñar los espesores de las capas de Pavimento.
- Diseñar obras Hidráulicas.
- Calcular la cantidad de material, duración y costo de la Obra.

Capitulo II. Estudio de Suelos

2.1 MARCO TEORICO

Es de mucha importancia destacar que en el campo de la Ingeniería Civil, el estudio de los suelos es fundamental en cualquier proceso constructivo que se pretenda llevar a cabo, ya sea en obras verticales como horizontales.

Los suelos son el componente principal de la mayoría de los proyectos de construcción. Estos deben soportar cargas, pavimentos, servir como canales de agua, etc. Los suelos se pueden utilizar en el estado es que se encuentran o bien, ser excavados y tratados para adecuarlos al proyecto. Claro está que todas las obras de construcción se apoyan sobre el suelo de una u otra forma, y muchas de ellas, además, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes y rellenos en general; por lo que, en consecuencia, su estabilidad y comportamiento funcional y estético estarán determinados, entre otros factores, por el desempeño del material de asiento situado dentro de las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan, o por el del suelo utilizado para conformar los rellenos.

Si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales, quizás no tomados en consideración en el diseño, productores a su vez de deformaciones importantes, fisuras, grietas, alabeo o desplomos que pueden producir, en casos extremos, el colapso de la obra o su inutilización y abandono.

En consecuencia, las condiciones del suelo como elemento de sustentación y construcción y las del cimiento como dispositivo de transición entre aquel y la supraestructura, han de ser siempre observadas, aunque esto se haga en proyectos pequeños fundados sobre suelos normales a la vista de datos estadísticos y experiencias locales, y en proyectos de mediana a gran importancia o en suelos dudosos, infaliblemente, al través de una correcta investigación de mecánica de suelos.

A un ingeniero le interesa identificar y determinar la conveniencia o no de usar el suelo como material para construir rellenos en caminos, canales de conducción y distribución de los sistemas de riego, obras hidráulicas, entre otros, para lo cual es necesario obtener muestras representativas del suelo que se someten a pruebas d laboratorio. El conocimiento de las características y propiedades de los suelos son muy importantes en el desarrollo de proyectos y también para el diseño.

2.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

El suelo es una mezcla de materiales sólidos, líquidos (agua) y gaseosos (aire). La proporción de los componentes determina una serie de propiedades que se conocen como *propiedades físicas o mecánicas del suelo*: textura, estructura, consistencia, densidad, aireación, temperatura y color.

1. *La textura*: Antes de manejar problemas de movimientos o tratamientos de suelo es necesario conocer su clasificación y propiedades. Estos se clasifican dependiendo de tamaño de las partículas que lo conforman y del porcentaje de humedad que se encuentra en los mismos. Esta propiedad depende de la proporción de partículas minerales de diverso tamaño presentes en el suelo. Las partículas minerales se clasifican de la siguiente manera:

- Grava: Pasa la malla de 3 pulgadas y se retiene en la de 2 mm. Las partículas mayores se conocen como enrocamientos.
- Arena: Pasan la malla de 2 mm y se retienen en la de .074 mm.
- Limo: Es un material más pequeño que la arena y se retiene en la maya de .005 mm. Este es poco resistente, tiene poca humedad y es poco compresible.
- Arcilla: Es un material cohesivo y sus partículas pasan la malla de .005 mm. Presentan plasticidad dependiendo del contenido de humedad y con muy compresibles.
- Material Orgánico: Son partes podridas de vegetación y no son recomendables para proyectos de construcción.

2. *La estructura* es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal (agregados redondeados), laminar (agregados en láminas), prismática (en forma de prisma), blocosa (en bloques), y granular (en granos).

3. *La consistencia* se refiere a la resistencia para la deformación o ruptura. Según la resistencia el suelo puede ser suelto, suave, duro, muy duro, etc. Esta característica tiene relación con la labranza del suelo y los instrumentos a usarse. A mayor dureza será mayor la energía (animal, humana o de maquinaria) a usarse para la labranza.

4. *La densidad* se refiere al peso por volumen del suelo, y está en relación a la porosidad. Un suelo muy poroso será menos denso; un suelo poco poroso será más denso. A mayor contenido de materia orgánica, más poroso y menos denso será el suelo.

5. *La aireación* se refiere al contenido de aire del suelo y es importante para el abastecimiento de oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono en el suelo. La aireación es crítica en los suelos anegados. Se mejora con la labranza, la rotación de cultivos, el drenaje, y la incorporación de materia orgánica.

6. *La temperatura* del suelo es importante porque determina la distribución de las plantas e influye en los procesos bióticos y químicos. Cada planta tiene sus requerimientos especiales. Encima del 5° C es posible la germinación.

7. *El color del suelo* depende de sus componentes y puede usarse como una medida indirecta de ciertas propiedades. El color varía con el contenido de humedad. El color rojo indica contenido de óxidos de fierro y manganeso; el amarillo indica óxidos de fierro hidratado; el blanco y el gris indican presencia de cuarzo, yeso y caolín; y el negro y marrón indican materia orgánica. Cuanto más negro es un suelo, más productivo será, por los beneficios de la materia orgánica.

2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Agrupar suelos por la semejanza en los comportamientos, correlacionar propiedades con los grupos de un sistema de clasificación, aunque sea un proceso empírico, permite resolver multitud de problemas sencillos. Eso ofrece la caracterización del suelo por la granulometría y la plasticidad. Sin embargo, el ingeniero debe ser precavido al utilizar esta valiosa ayuda, ya que soluciones a problemas de flujos, asentamientos o estabilidad, soportado sólo en la clasificación, puede llevar a resultados desastrosos.

2.1.2.1 MÉTODO HRB (HIGHWAY RESEARCH BOARD)

Este método tiene su principal aplicación en suelos que se van a utilizar para cimentar obras horizontales, carreteras, caminos, etc.

A) GRUESO GRANULARES: 35% O MENOS PASA EL T-200 COMPRENDE

A-1, si menos del 20% pasa el T-200 y menos del 50% pasa el T-40, pero en el P40 el $IP < 6\%$.

A-2, si menos del 35% pasa el T-200, (limoso o arcilloso), y el material no cumple con A-1 ni A-3.

A-3, si menos del 10% pasa el T-200 y 51% o más pasa el T-40, pero si el P40 no es plástico.

B) SUELOS FINO GRANULARES (GRUPO LIMO ARCILLA): MÁS DEL 35% PASA EL T-200

A-4 si $IP \leq 10$ (limo) y $LL \leq 40\%$

A-5 si $IP \leq 10$ (limo) y $LL \geq 41\%$

A-6 si $IP \geq 11$ (arcilla) y $LL \leq 40\%$

A-7 si $IP \geq 11$ (arcilla) y $LL \geq 41\%$

En consecuencia: A-1 = cascajo y arena; A-3 = arena fina; A-2 = cascajos y arenas limosas o arcillosas; A-4 y A-5 suelos limosos, y A-6 y A-7 suelos arcillosos, A-1 y A-3 son suelos excelentes y buenos, A-2 buenos y moderados, y A-6 y A-7 son suelos de moderados a pobres.

GRUPO SUELOS.	PERMEABILIDAD	ELASTICIDAD	CAMBIO DE VOLUMEN	CAPILARIDAD	BASES DE PAVIMENTOS	SUB BASES	TERRAPLENES	VALORACIÓN ESCALA	
A-1	--	---	--	-	++	++	++	+++	SOBRESALIENTE
A-2	-	++	+	M	-	M	+	++	MUY ALTO
A-3	+	-	--	-	+	+	+	+	ALTO
A-4	-	+	+-	+++	-	-	+-	M	MODERADO
A-5	-	M	++	+++	---	-	--	-	DEFICIENTE
A-6	---	-	++	++	--	--	-	--	BAJO
A-7	--	M	++	++	--	--	--	---	MUY BAJO

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE SUELOS

FUENTE: REGLAMENTO DE LA AASHTO

Pero estos suelos tienen subclases así:

A-1-a: si IP del P40 $< 6\%$ Además el $P200=15\%$, $P40=30\%$ y $P10=50\% ==$

A-1-b: si es del grupo A1 y no cumple con A-1-a

A-2-4; A-2-5, A-2-6, y A-2-7: según la fracción fina se encuentre en las zonas 4, 5, 6 o 7 de la Carta de Plasticidad AASHTO de la figura 2.

A- 3 no tiene subclases.

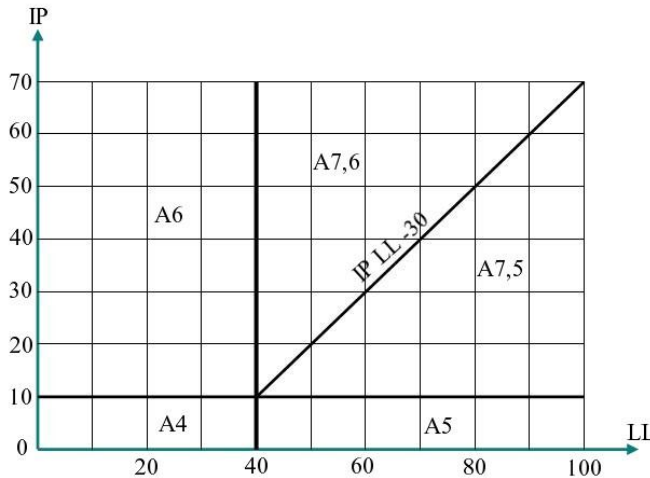


FIGURA 4. CARTA DE PLASTICIDAD AASHTO

FUENTE: REGLAMENTO DE LA AASHTO

2.1.2.1.1 INDICE DE GRUPO

Es un parámetro que determina los suelos de mejor calidad aunque presenten igual clasificación. A mayor índice de grupo el suelo es de mejor calidad y se coloca entre paréntesis a la par de la clasificación.

Se determina de la siguiente manera:

$$IG = (PT200 - 35) [0.2 + 0.005 (LL - 40)] + 0.01 (PT200 - 15) (IP - 10)$$

Una vez determinados el limite liquido (LL) y limite plástico (LP) o limites de Atterberg podemos calcular el índice de plasticidad. Es necesario tener en cuenta que:

El IP del sub-grupo A-7-5 es menor o igual que $LL - 30$

El IP del sub-grupo A-7-6 es mayor que $LL - 30$

2.1.2.1.2 CLASIFICACION HRB


GRUPOS	MATERIALES GRANULARES (PASANTE TAMIZ N° 200 MENOR O IGUAL A 35%)			MATERIALES LIMOSOS Y ARCILLOSOS (PASANTE TAMIZ N° 200 MAYOR A 35%)			
	A-1	A-3	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7
PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ							
N° 10 (2.00 MM)	-	-	-	-	-	-	-
N° 40 (0.425 MM)	MÁX.50	MÍN.51	-	-	-	-	-
N° 200 (0.075 MM)	MÁX.25	-	MÁX.10	MÍN.35	MÍN.36	MÍN.36	MÍN.36
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 40 (0.425 MM)							
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	-	-	-	MÁX.40	MÍN.41	MÁX.40	MÍN.41
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	MÁX.6	NO PLÁSTICO	-	MÁX.10	MÁX.10	MÍN.11	MÍN.11
ÍNDICE DE GRUPO	0	0	MÁX.4	MÁX.8	MÁX.12	MÁX.16	MÁX.20
TIPO DE MATERIAL	FRAGMENTOS DE PIEDRA GRAVA Y ARENA	ARENA FINA	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS Y ARCILLOSAS	SUELOS LIMOSOS		SUELOS ARCILLOSOS	
SENTIDO DE DISMINUCION DE LA CALIDAD DE LOS SUELOS COMO SUBRASANTE 							

TABLA 2. CLASIFICACION DE SUELOS**FUENTE: METODO HRB**

La ubicación de A-3 antes que A-2 es necesaria para el proceso de clasificación de izquierda a derecha y no indica superioridad de A-3 sobre A-2.

A-1 a A-3 Excelente a buen material para subrasante.

A-1: Máxima estabilidad, menos del 50% pasa #40, menos del 25% pasa #200.

A-2: Menos del 35% pasa #200.

A-3: Arena Fina.

A-4 a A-7 Regular a pobre material para subrasante.

A-4: Mas 36% pasa #200

A-7: Separación por limite Liquido e Índice Plástico.

2.1.3 PRUEBAS DE LABORATORIO A MATERIALES

Antes de empezar con el diseño de una construcción, se deben analizar en un laboratorio las muestras representativas de tipo de suelo en que se desea construir. En este tema se explican algunas de las pruebas más comunes que se efectúan a los materiales de bancos con el fin de determinar la granulometría, composición y resistencia de los mismos.

2.1.3.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Los ensayos de granulometría tienen por finalidad determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño.

La distribución de las partículas con tamaño superior a 0.075 se determina mediante tamizado, con una serie de mallas normalizadas.

Para partículas menores que 0.075 mm, su tamaño se determina observando la velocidad de sedimentación de las partículas en una suspensión de densidad y viscosidad conocidas.

Los tamices son básicamente unas mallas de aberturas cuadradas, que se encuentran estandarizadas. La serie de tamices utilizados para agregado grueso son 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", ¼", # 4 y para agregado fino son # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200.

El tamizado a mano se hace de tal manera que el material se mantenga en movimiento circular con una mano mientras se golpea con la otra, pero en ningún caso se debe inducir con la mano el paso de una partícula a través del tamiz; Recomendando, que los resultados del análisis en tamiz se coloquen en forma tabular.

Siguiendo la respectiva recomendación, en la columna 1 se indica la serie de tamices utilizada en orden descendente. Después de tamizar la muestra se

toma el material retenido en cada tamiz, se pesa, y cada valor se coloca en la columna 2.

Cada uno de estos pesos retenidos se expresa como porcentaje (retenido) del peso total de la muestra.

$$\% \text{ RETENIDO} = \frac{\text{Peso de material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

Este valor de % retenido se coloca en la columna 3. En la columna 4 se van colocando los porcentajes retenidos acumulados.

En la columna 5 se registra el porcentaje acumulado que pasa, que será simplemente la diferencia entre 100 y el porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

Los resultados de un análisis granulométrico también se pueden representar en forma gráfica y en tal caso se llaman curvas granulométricas.

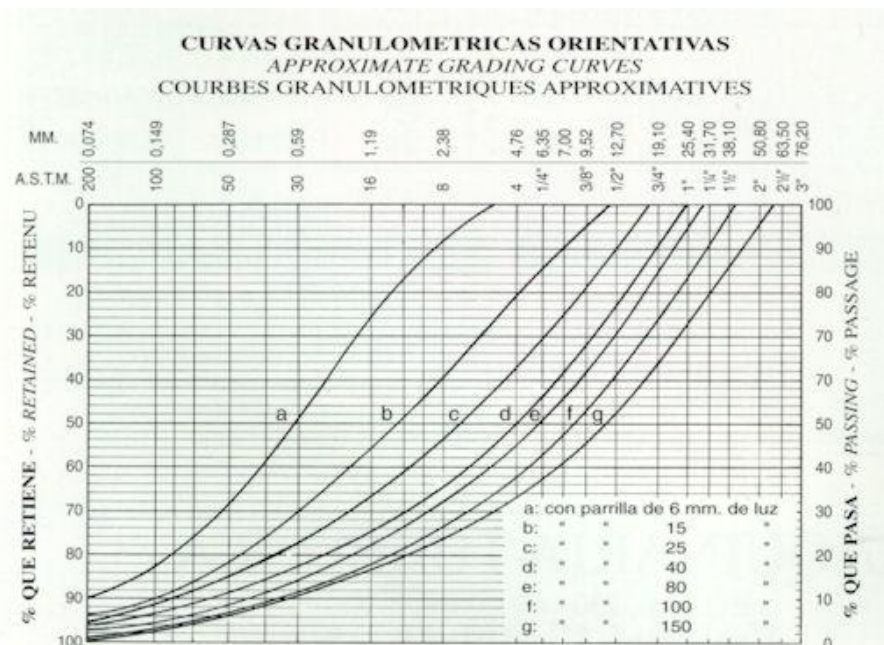


FIGURA 5. CURVAS GRANULOMETRICAS

FUENTES: METODO HRB

Las curvas granulométricas permiten visualizar mejor la distribución de tamaños dentro de una masa de agregados y permite conocer además que tan

grueso o fino es. En consecuencia hay factores que se derivan de un análisis granulométrico como son:

PARA AGREGADO FINO (Módulo de Finura MF): El módulo de finura es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz # 100 en adelante hasta el tamaño máximo presente y dividido en 100, para este cálculo no se incluyen los tamices de 1" y ½".

$$MF = \frac{\sum \% \text{ retenido Acumulado}}{100}$$

Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2, 3, y 3,1 o, donde un valor menor que 2,0 indica una arena fina 2,5 una arena de finura media y más de 3,0 una arena gruesa.

PARA AGREGADO GRUESO (Tamaño máximo TM): Se define como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra.

Tamaño Máximo Nominal (TMN). El tamaño máximo nominal es otro parámetro que se deriva del análisis granulométrico y está definido como el siguiente tamiz que le sigue en abertura (mayor) a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado es del 15% o más. La mayoría de los especificadores granulométricos se dan en función del tamaño máximo nominal y comúnmente se estipula de tal manera que el agregado cumpla con los siguientes requisitos.

El TMN no debe ser mayor que 1/5 de la dimensión menor de la estructura, comprendida entre los lados de una formaleta.

El TMN no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa.

El TMN no debe ser mayor que 3/45 del espaciamiento libre máximo entre las barras de refuerzo.

Será una Granulometría Continua cuando se puede observar si la masa de agrupados contiene todos los tamaños de grano, desde el mayor hasta el más pequeño, si así ocurre se tiene una curva granulométrica continua. De lo contrario, se tiene una granulometría discontinua cuando hay ciertos tamaños de grano intermedios que faltan o que han sido reducidos a eliminados artificialmente.

2.1.3.2 LIMITES DE ATTERBERG

Los límites de consistencia o límites de Atterberg se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos.

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

Los límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido.

Se definen tres límites:

Límite líquido: Cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.

Límite plástico: Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Límite de retracción o contracción: Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

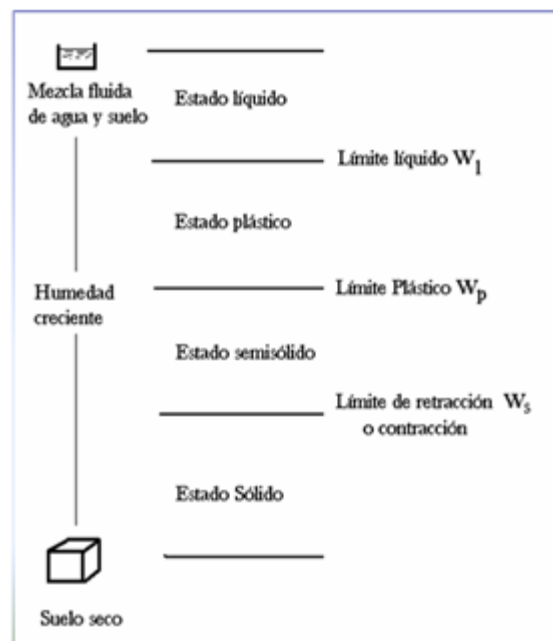


FIGURA 6. LIMITES DE CONCISTENCIA
FUENTE: LIMITES DE ATTERBERG

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) es la diferencia entre el límite líquido y plástico.

LIMITE LÍQUIDO (LL): Para determinar el límite líquido se emplea el aparato estandarizado de Casagrande. Para poder establecer valores definidos, reproducibles, de los límites, se propuso que el límite líquido se definiera arbitrariamente como el contenido de humedad al cuál una masa de suelo húmeda colocada en un recipiente en forma de cápsula de bronce, separada en dos por la acción de una herramienta para lograr hacer una ranura-patrón, y dejada caer desde una altura de un centímetro, sufra después de dejarla caer 25 veces una falla o cierre de la ranura en una longitud de 12.7 mm.

Si el cierre de la ranura es irregular debido a burbujas de aire, descartar el resultado obtenido. Repetimos el proceso hasta encontrar dos valores sucesivos que no difieran en más de un golpe. Registramos el número de golpes requerido (**N**). Posteriormente retiramos 10 g aprox. del material que se junta en el fondo del surco. Colocar en un recipiente y determinar su humedad (**w**) mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del material secado al horno}} \times 100$$

Sobre una hoja semilogarítmica tomar la escala aritmética el contenido de humedad y parte de la logarítmica el número de golpes.

Trazar la mejor línea recta que pase por tres o más puntos y tomamos el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea de los 25 golpes como límite **líquido del suelo**.

LIMITE PLASTICO (LP): *Es el contenido de agua que limita el estado plástico resistente semisólido.* El objetivo de éste ensayo es determinar el porcentaje de humedad del suelo que ha producido un cilindro de aproximadamente 3 mm de diámetro. Es decir, el porcentaje o contenido de agua que limita el estado plástico del estado resistente semisólido.

El límite plástico de un suelo es el menor contenido de humedad determinado, de acuerdo con el método bajo el cual el suelo permanece plástico. Para la determinación de éste límite se toma muestras del ensayo para la obtención del límite líquido y procedemos a amasarla y posteriormente a arrollarla, cuya arrolladora vamos disminuyendo en el diámetro, hasta que los rollitos presenten rupturas o ranuras. Mientras se rasga aumentamos la humedad del suelo que no presenta ninguna falla, hasta que los rollitos lleguen

a tener un diámetro de 3 mm., en cuyo diámetro decimos que esa humedad es la que determina el índice plástico.

Las arenas no tienen plasticidad, los limos tienen pero muy poca, en cambio las arcillas, y sobre todo aquellas ricas en materia son muy plásticas. El límite plástico se ha definido arbitrariamente como el contenido de humedad del suelo al cual un cilindro se rompe o se resquebraja cuando se enrolla a un diámetro de 3 mm. o aproximadamente 3 mm. Esta prueba es bastante más subjetiva (dependiente del operador) que el ensayo del límite líquido, pues la definición del resquebrajamiento del cilindro de suelo así como del diámetro están sujetas a la interpretación del operador. El diámetro puede establecerse durante el ensayo por comparación de un alambre común o de soldadura del mismo diámetro. Con la práctica, se encuentra que los valores del límite plástico pueden reproducirse sobre el mismo suelo por parte de diferentes laboratoristas, dentro de un rango del 1 al 3%.

Finalmente calculamos el promedio de dos contenidos de humedad, repetir si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor al rango aceptable para los dos resultados.

2.1.3.3 COMPACTACION

La compactación de suelos es el proceso artificial por el cual las partículas de suelo son obligadas a estar más en contacto las unas con las otras, mediante una reducción del índice de vacíos, empleando medios mecánicos, lo cual se traduce en un mejoramiento de sus propiedades ingenieriles.

La importancia de la compactación de suelos estriba en el aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter el suelo a técnicas convenientes, que aumentan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.

Los métodos empleados para la compactación de suelos dependen del tipo de materiales con que se trabaje en cada caso; en los materiales puramente friccionante como la arena, los métodos vibratorios son los más eficientes, en tanto que en suelos plásticos el procedimiento de carga estática resulta el más ventajoso.

2.1.3.4 PROCTOR ESTÁNDAR

El término *compactación* se utiliza en la descripción del proceso de densificación de un material mediante medios mecánicos. El incremento de la densidad se obtiene por medio de la disminución de la cantidad de aire que se encuentra en los espacios vacíos que se encuentra en el material, manteniendo el contenido de humedad relativamente constante.

Históricamente, el primer método, en el sentido de la técnica actual, es el debido a R. R. Proctor, y es conocida hoy en día como "Prueba Proctor Estándar".

Con este procedimiento de compactación Proctor estudió la influencia que ejercía en el proceso el contenido inicial del agua en el suelo, encontrando que tal valor era de vital importancia en la compactación lograda. En efecto observó que a contenidos de humedad crecientes, a partir de valores bajos, se obtenían más altos pesos específicos secos y, por lo tanto, mejores compactaciones del suelo, pero que esa tendencia no se mantenía indefinidamente, sino que la pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminuían, resultando peores compactaciones. Proctor puso de manifiesto que, para un suelo dado y usando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial llamada "óptima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación.

En la vida real, la compactación se realiza sobre materiales que serán utilizados para relleno en la construcción de terraplenes, pero también puede ser empleado el material in situ en proyectos de mejoramiento del terreno. El principal objetivo de la compactación es mejorar las propiedades ingenieriles del material en algunos aspectos:

- Aumentar la resistencia al corte, y por consiguiente, mejorar la estabilidad, de terraplenes y la capacidad de carga de cimentaciones y pavimentos.
- Disminuir la compresibilidad y, por consiguiente, reducir los asentamientos.
- Disminuir la relación de vacíos y, por consiguiente, reducir la permeabilidad.

Para medir el grado de compactación de material de un suelo o un relleno se debe establecer la densidad seca del material. En la obtención de la densidad seca se debe tener en cuenta los parámetros de la energía utilizada durante la compactación y también depende del contenido de humedad durante el mismo.

Las relaciones entre la humedad seca, el contenido de humedad y la energía de compactación se obtienen a partir de ensayos de compactación en laboratorio.

La compactación en laboratorio consiste en compactar una muestra que corresponda a la masa de suelo que se desea compactar, con la humedad calculada y en un molde cilíndrico de volumen conocido y con una energía de compactación especificada. En la actualidad se presentan deferentes tipos de ensayos los cuales determinan el grado de compactación del material, entre otros se pueden encontrar los ensayos de: método del martillo de 2.5 Kg, método del martillo de 4.5 Kg, Proctor (estándar), Proctor modificado y el método del martillo vibratorio.

Los primeros cuatro están basados en la compactación dinámica creada por el impacto de un martillo metálico de una masa específica que se deja caer libremente desde una altura determinada, el suelo se compacta en un número de capas iguales y cada capa recibe el mismo número de golpes. La compactación en el quinto ensayo está basada en la combinación de presión estática y la vibración. El suelo se compacta en tres capas iguales presionado fuertemente hacia abajo el compactador vibratorio durante 60 segundos en cada capa.

Los resultados obtenidos a partir del ensayo proporcionan una curva, en la cual el pico más alto dicta el contenido de humedad óptima a la cual el suelo llega a la densidad seca máxima. Por medio de los ensayos se ha podido determinar que por lo general la compactación es más eficaz en los materiales bien gradados que contienen una cantidad de finos que en los materiales de gradación uniforme que carecen de finos.

Existen diferentes Normas que definen estos ensayos, entre la cuales pueden ser destacadas las Normas americanas, ASTM D-698 para el Proctor Normal y ASTM D-1557 para el ensayo de Proctor modificado y la norma brasileña NBR 7182 que se refiere a ambos ensayos.

Por lo tanto, cuando es exigido un suelo compactado al 90% Proctor normal o modificado, significa que la compactación debe alcanzar una densidad seca de

por lo menos 90% de la densidad seca máxima obtenida con los ensayos correspondientes.

2.1.3.5 ENSAYE DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

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. Cantidad.

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 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.

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:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga Unitonia de patron}} \times 100$$

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

Penetración		Carga unitaria patrón		
mm	Pulgada	Mpa	Kg/cm ²	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. VALORES DE CARGA UNITARIA**FUENTE: METODO CBR**

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 4. ENERGÍAS DE COMPACTACIÓN**FUENTES: METODO CBR**

El ensayo de CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y subrasantes 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 5 CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA INFRAESTRUCTURA DE PAVIMENTOS**FUENTE: METODO CBR**

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.

2,2 INFORME DE PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE SUELOS.

Los estudios de suelo fueron suministrados por la Dirección General de Proyecto de la Alcaldía de Managua. Estos estudios fueron realizados en Marzo del 2003, por la Empresa de estudios geotécnicos para construcciones verticales y horizontales, análisis y control de calidad de materiales de construcción: INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS.

2.2.1 TRABAJO DE CAMPO

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de 6 sondeos manuales, con una profundidad de 1.5 metros, distribuidos a lo largo del tramo de vía investigado. Los sitios de sondeo fueron ubicados por la Alcaldía.

En todos los sondeo realizados se tomaron muestras alteradas, de os estratos de suelo encontrados, las que fueron trasladadas al Laboratorio para su análisis respectivo.

Se tomaron además, muestra de dos Bancos de Materiales, las que fueron trasladadas al Laboratorio para su análisis correspondiente a fin de evaluar su posible uso en Base y Sub- Base del Proyecto.

2.2.2 TRABAJOS DE LABORATORIO

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

TIPO DE ENSAYE	ESPECIFICACIÓN ASTM
1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS	D-423
2. LÍMITES LÍQUIDOS DE LOS SUELOS	D-423
3. LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	D-424
4. C.B.R	D-1883

TABLA 6 ESPECIFICACIONES DE LA ASTM

FUENTE: ASTM

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

En los anexos se incluye los resultados de los ensayos de Laboratorio realizados.

2.2.3 RESULTADOS OBTENIDOS

Se refleja que las capas superficiales, en los sitios de Sondeo realizados, están conformadas por Arena Limosas con Grava, que clasifican en el Sistema HRB como A-1-b y A-1-a y en los estratos inferiores las capas están conformadas por Arcillas Arenosas, tipo A-6, suelos Limosos, tipo A-4, Arenas Limosas, tipo A-2-4, y Arcillas A-7-5.

Los Índice de Grupos (I.G), reflejan valores de 0 para los A-1-b, A-1-a, A-2-4; de 0 a 4 para los A-6; de 1 a 2 para los A-4 y de 7 para los A-7-5, lo que es indicativo de una calidad que puede catalogarse de regular como material de cimentación de terraplenes o estructuras de Pavimento.

En general los materiales que conforman la estructura de pavimento existente son una capa de rodamiento de adoquines de 10 cm de espesor; una capa de Arena de 5 a 7 cm y una capa de Sub- Base que sirve de soporte a la carpeta actual, con un espesor de orden de 40 a 49 cm.

2.2.4 FUENTES DE MATERIALES

Las fuentes de materiales analizados contienen dos tipos de Materiales:

- a) Material Gravo Arenoso (Escoria Volcánica, conocida en nuestro medio como Hormigón), Banco Santa Ana (Lomas de San Judas sobre Pista Sub- Urbana). El material de este Banco corresponde a tipo A-1-b (0) color rojo, es no plástico y sus partículas pasan 100% el tamiz de 2", 39% el tamiz No.4 y 7% el tamiz No.200. El resultado de la Prueba realizada de desgaste "Maquina de los Ángeles" fue del 31.6%
- b) Material Areno Limoso, Banco Santa Ana (Lomas de San Judas sobre Pista Sub- Urbana). Corresponde a un tipo A-1-b (0) color café, es no plástico y sus partículas pasan 100% el tamiz de ¾", 83% el tamiz No.4 y 83% el tamiz No.4 y 15% el tamiz No.200.

(VER EN ANEXOS. SECCIÓN #1. RESULTADOS DE LABORATORIOS).

2.2.5 SONDEOS REALIZADOS

SONDEO I	
ESTACION 0+000	
<p>15-55 cm de profundidad</p> <p>Suelo Grueso</p> <p>Suelo A-1-b (0) Arena gravosa o arena graduada</p>	<p>$N^{\circ} 200 = 8 < 35; LL = 23; Ip = 4$</p> <p>$a = 0$</p> <p>$b = 0$</p> <p>$c = 0$</p> <p>$d = 0$</p> <p>$Ig = 0.2(0) + 0.005(0)(0) + 0.01(0)(0) = 0$</p>
<p>55-75 profundidad</p> <p>Suelo Fino</p> <p>Suelo A-6(1) Arcilla de compresibilidad baja a media</p>	<p>$N^{\circ} 200 = 37 > 35; LL = 34; Ip = 13$</p> <p>$a = 37 - 35 = 2$</p> <p>$b = 37 - 15 = 22$</p> <p>$c = 0$</p> <p>$d = 13 - 10 = 3$</p> <p>$Ig = 0.2(2) + 0.005(2)(0) + 0.01(22)(3) = 1$</p>
<p>75-150 profundidad</p> <p>Suelo Grueso</p> <p>Suelo A-1-b (0) Arena gravosa o arena graduada</p>	<p>$N^{\circ} 200 = 15 < 35; LL = 24; Ip = 1$</p> <p>$a = 0$</p> <p>$b = 0$</p> <p>$c = 0$</p> <p>$d = 0$</p> <p>$Ig = 0$</p>

TABLA 7. ESTUDIOS DE SUELOS, SONDEO I, ESTACION 0+000

FUENTE: PROPIA

SONDEO II	
ESTACION 0+200	
<p>16-65 cm de profundidad</p> <p>Suelo grueso</p> <p>Suelo A-1-b (0)</p>	<p>$N^{\circ} 200 = 4 < 35; LL = -; Ip = Np$</p> <p>$a = 0$</p> <p>$b = 0$</p> <p>$c = 0$</p> <p>$d = 0$</p> <p>$Ig = 0$</p>
<p>65-125 cm. de profundidad</p> <p>Suelo fino $LL = 34; Ip = 11$</p> <p>Suelo A-6(0) Arcilla de compresibilidad baja a media</p>	<p>$N^{\circ} 200 = 35 > 35$</p> <p>$a = 0$</p> <p>$b = 35 - 15 = 20$</p> <p>$c = 0$</p> <p>$d = 11 - 10 = 1$</p> <p>$Ig = 02(0) + 0.005(0)(0) + 0.01(20)(1) = 0.2$</p> <p>$Ig = 0$</p>
<p>125-150 cm. de profundidad</p> <p>Suelo fino $LL = 38; Ip = 13$</p> <p>Suelo A-6(4) Arcilla de compresibilidad baja a media</p>	<p>$N^{\circ} 200 = 50 > 35$</p> <p>$a = 15$</p> <p>$b = 40$</p> <p>$c = 0$</p> <p>$d = 3$</p> <p>$Ig = 02(15) + 0.005(15)(0) + 0.01(40)(3) = 4$</p>

TABLA 8. ESTUDIOS DE SUELOS, SONDEO II, ESTACION 0+200

FUENTE: PROPIA

SONDEO III	
ESTACION 0+400	
15-65 cm. de profundidad	$N^{\circ} 200 = 17 < 35$
Suelo grueso $LL = 22; Ip = 2$	$a = 0$
	$b = 2$
	$c = 0$
Suelo A-1-b (0) Arena gravosa o arena graduada puede incluir finos	$d = 0$
	$Ig = 02(0) + 0.005(0)(0) + 0.01(2)(0) = 0$
65-150 cm. de profundidad	$N^{\circ} 200 = 45 > 35$
Suelo fino $LL = 30; Ip = 7$	$a = 10$
	$b = 5$
	$c = 0$
Suelo A-4(2) Finos de baja compresibilidad	$d = 0$
	$Ig = 02(10) + 0.005(0)(0) + 0.01(1)(0) = 2$

TABLA 9. ESTUDIOS DE SUELOS, SONDEO III, ESTACION 0+400

FUENTE: PROPIA

SONDEO IV	
ESTACION 0+600	
15-60 cm de profundidad Suelo A-1-a (0) Grava o arena de buena graduación	$N^{\circ} 200 = 5 < 35; LL = 20; Ip = 3$ $a = 0$ $b = 0$ $c = 0$ $d = 0$ $Ig = 0.2(0) + 0.005(0)(0) + 0.01(0)(0) = 0$
60-90 cm. de profundidad Suelo A-7-5(6) Arcilla limosa de alta compresibilidad	$N^{\circ} 200 = 56 > 35; LL = 44; Ip = 14$ $a = 21$ $b = 40$ $c = 4$ $d = 4$ $Ig = 0.2(21) + 0.005(21)(4) + 0.01(40)(4) = 6$
90-150 cm. de profundidad Suelo A-4(1) Finos de baja compresibilidad	$N^{\circ} 200 = 40 > 35; LL = 39; Ip = 10$ $a = 5$ $b = 25$ $c = 0$ $d = 0$ $Ig = 0.2(5) + 0.005(5)(0) + 0.01(25)(0) = 1$ $Ig = 1$

TABLA 10. ESTUDIOS DE SUELOS, SONDEO IV, ESTACION 0+600

FUENTE: PROPIA

SONDEO V	
ESTACION 0+800	
15-65 cm. de profundidad	$N^{\circ} 200 = 6 > 35; LL = -; Ip = Np$
	$a = 0$
	$b = 0$
	$c = 0$
	$d = 0$
	$Ig = 0.2(0) + 0.005(0)(0) + 0.01(0)(0) = 0$
	$Ig = 0$
65-150 cm. de profundidad	$N^{\circ} 200 = 21 > 35; LL = 29; Ip = 4$
	$a = 0$
	$b = 6$
	$c = 0$
	$d = 0$
	$Ig = 0.2(0) + 0.005(0)(0) + 0.01(6)(0) = 0$
	$Ig = 0$

TABLA 11. ESTUDIOS DE SUELOS, SONDEO V, ESTACION 0+800

FUENTE: PROPIA

SONDEO VI	
ESTACION 1+100	
15-65 cm. de profundidad	$N^{\circ} 200 = 14 < 35; LL = 26; Ip = 6$
	$a = 0$
	$b = 6$
	$c = 0$
	$d = 0$
	$Ig = 0.2(0) + 0.005(0)(0) + 0.01(6)(0) = 0$
	$Ig = 0$
65-150 cm. de profundidad	$N^{\circ} 200 = 26; LL = 28; Ip = 4$
	$a = 0$
	$b = 6$
	$c = 0$
	$d = 0$
	$Ig = 0.2(0) + 0.005(0)(0) + 0.01(6)(0) = 0$
	$Ig = 0$

TABLA 12. ESTUDIOS DE SUELOS, SONDEO VI, ESTACION 0+100

FUENTE: PROPIA

CBR	VALORES >=	%VALORES
7.2	15	100
8.1	14	93
9	13	87
11.6	12	80
13	11	73
20	10	67
40	9	60
60	8	53
60	8	53
60	8	53
60	8	53
60	8	53
60	8	53
80	2	13
80	2	13
CBR= 13%		

TABLA 13. CLACULO DE CBR DE DISEÑO

FUENTE: PROPIA

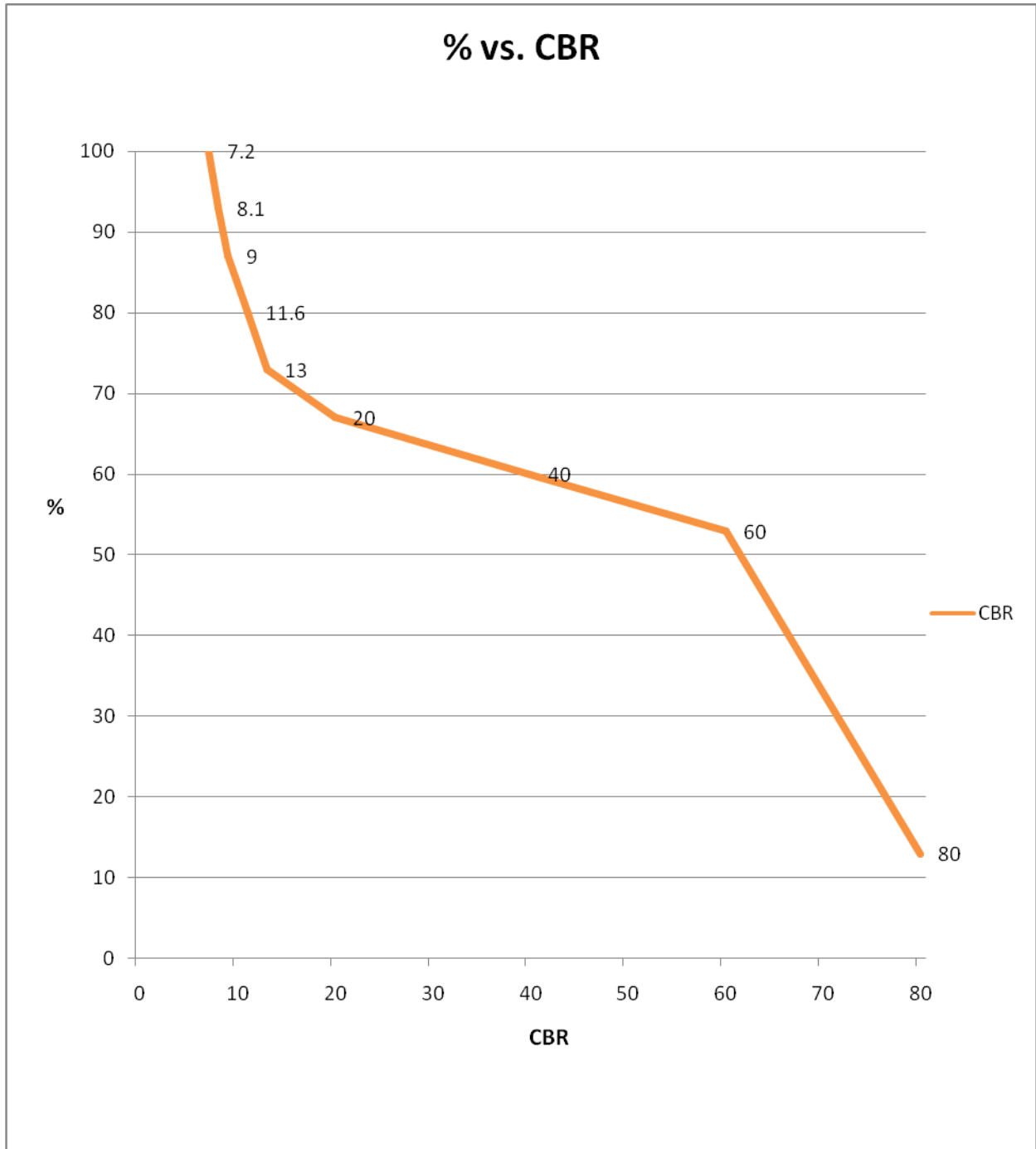


FIGURA 7. GRAFICO DEL CBR

FUENTE: PROPIA

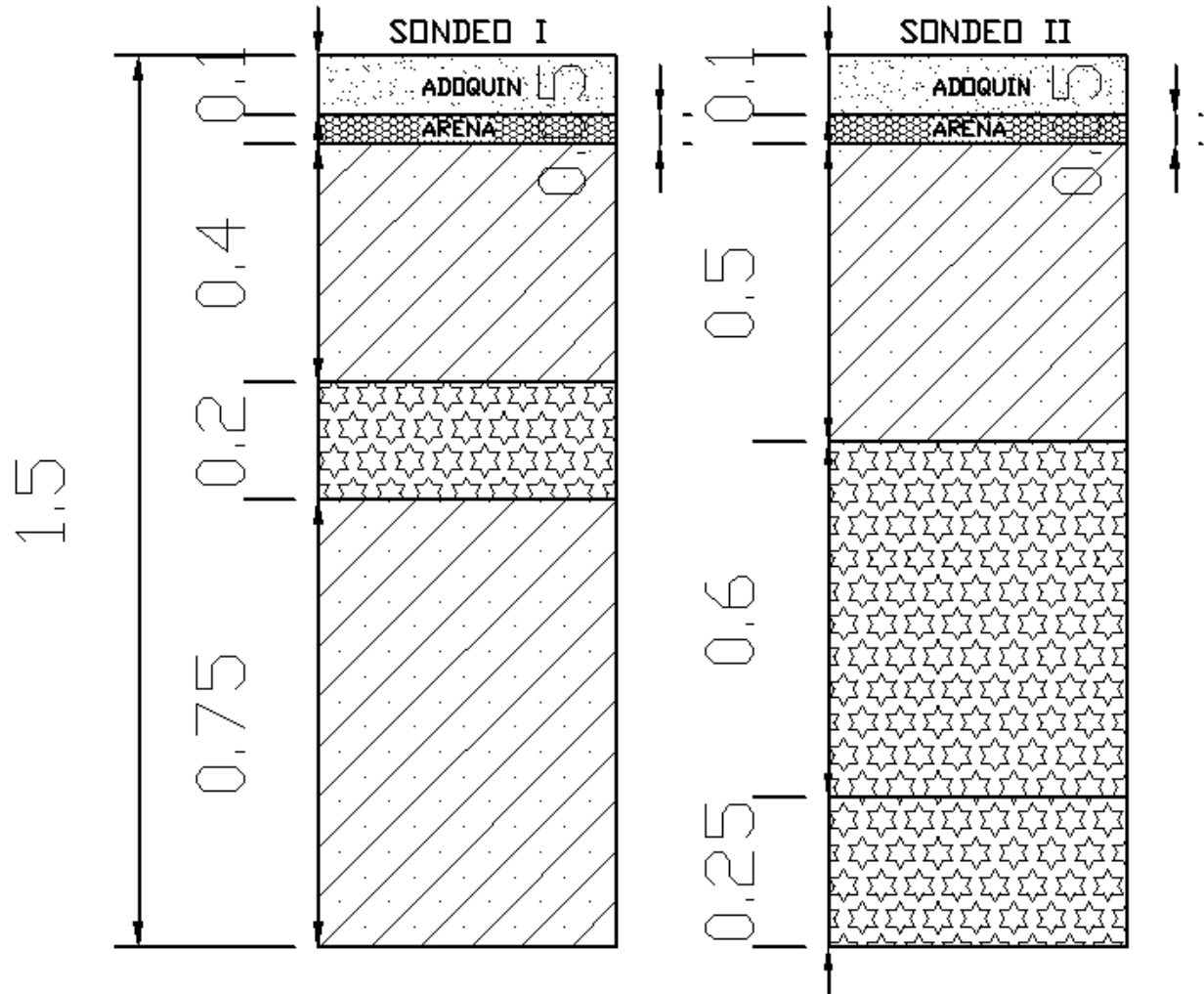


FIGURA 8. ESTRATIGRAFÍA DEL SONDE I Y II

FUENTE: PROPIA

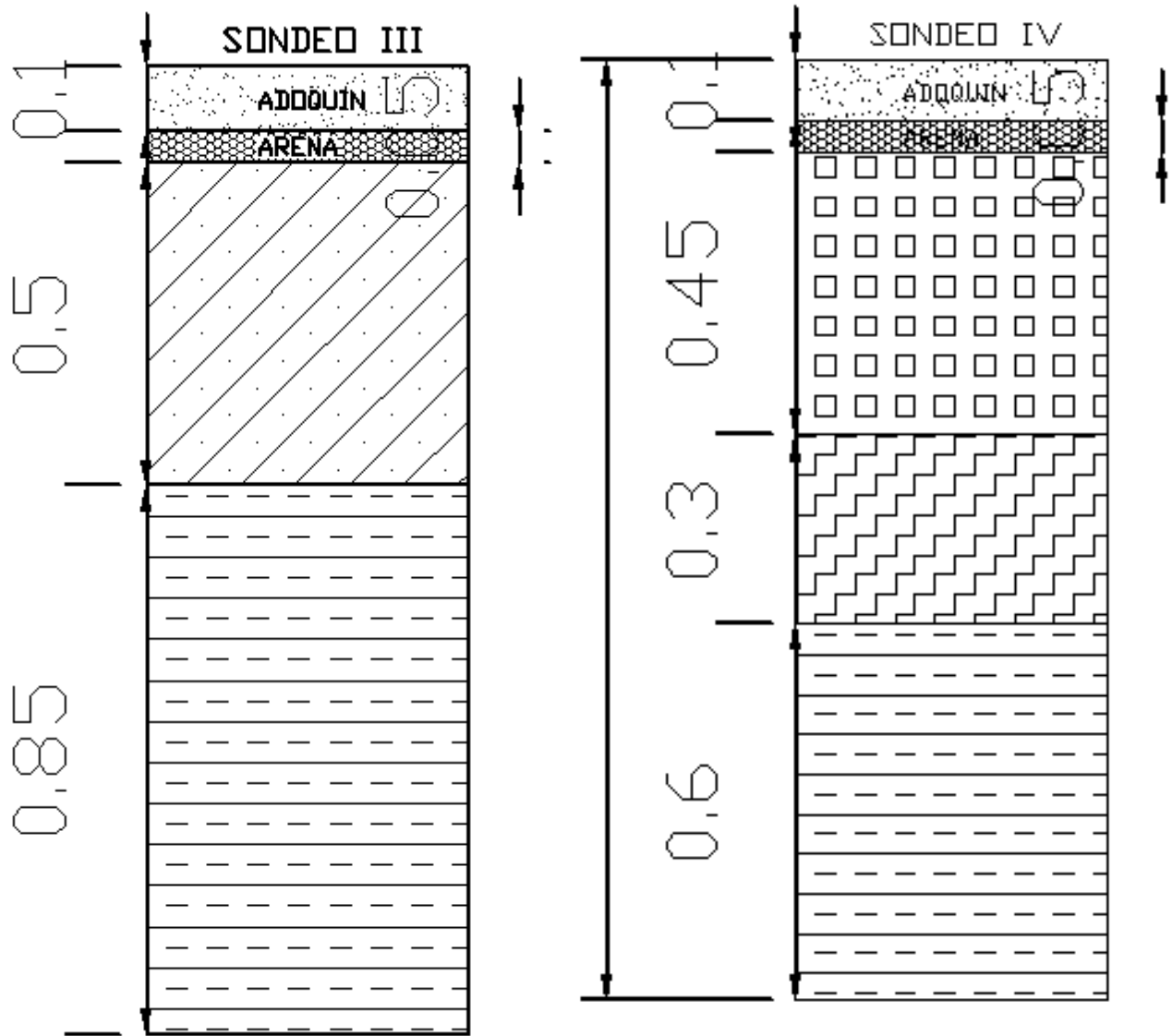


FIGURA 9. ESTRATIGRAFÍA DEL SONDE III Y IV

FUENTE: PROPIA

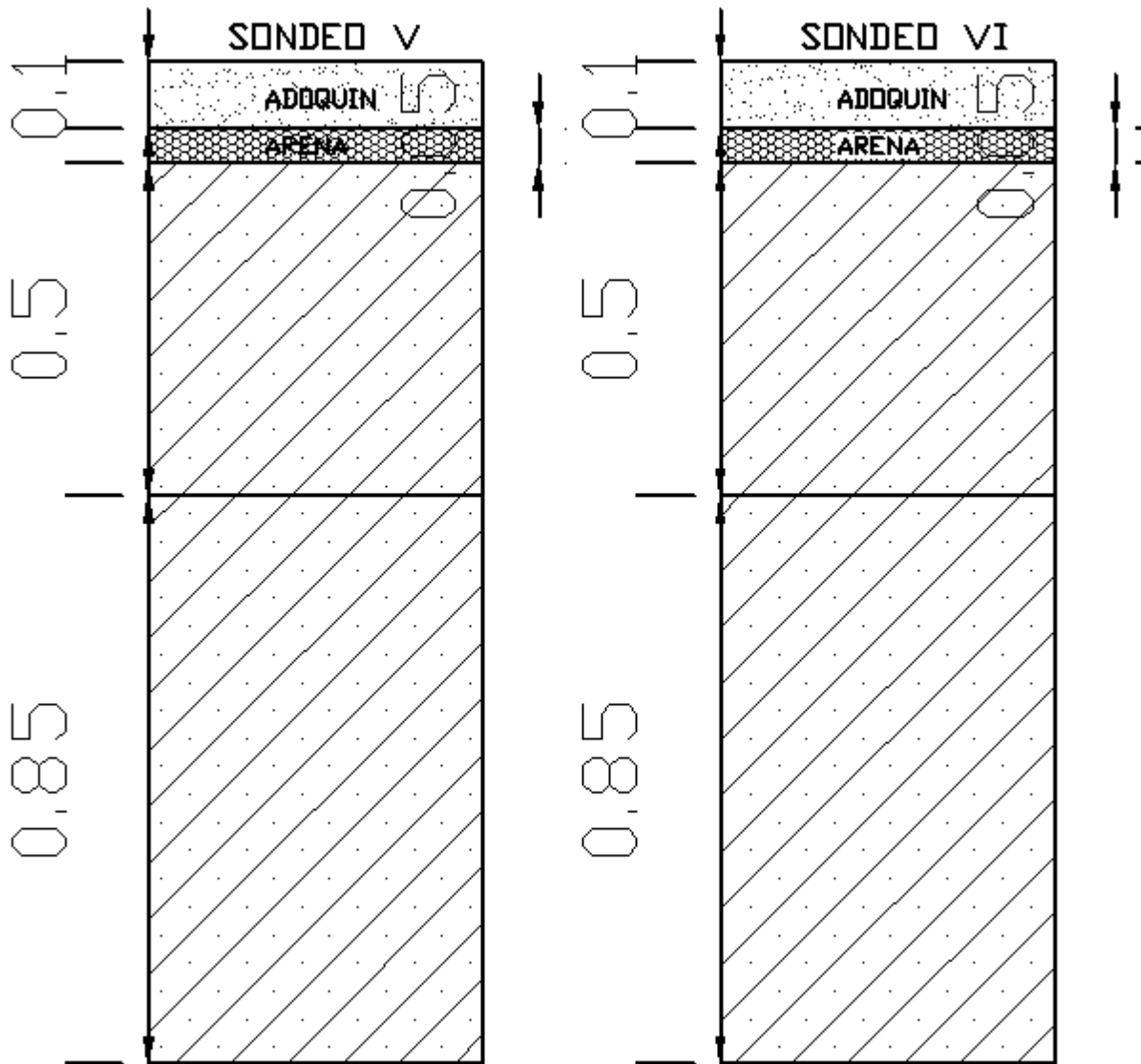


FIGURA 10. ESTRATIGRAFÍA DEL SONDEO V Y VI

FUENTE: PROPIA



FIGURA 11. TIPOS DE SUELO ESTRATIGRAFICOS

FUENTE: PROPIA

Capítulo III. Estudio de Tránsito

3.1 MARCO TEÓRICO

Nicaragua está surcada por carreteras amplias o angostas, en buen estado o deterioradas, y por caminos de tierra de fácil circulación u otros aparentemente intransitables. Para poder alcanzar los bellos y variados puntos del país, se hace necesario no sólo conocer cómo llegar, sino también con qué clase de vías habrá que enfrentarse. Nicaragua dispone de una red de carreteras de 18.447 km, de los cuales 1.749 están asfaltados.

En nuestro país no existen extensas autopistas de múltiples carriles que permitan desplazarse de región a región a altas velocidades. La vía de mayor importancia es la carretera panamericana, que atraviesa muchos de los países del continente, y recorre Nicaragua desde su frontera norte con honduras hasta su frontera sur con costa rica, pasando en su trayecto por ciudades importantes y pueblos de atractivo turístico.

En algunos puntos, la Panamericana puede ampliarse a varios carriles de circulación (ocurre a la entrada de algunas ciudades importantes), pero la mayor parte del trayecto la conforman dos carriles, cada uno con un sentido de circulación contrario. Toda la carretera está en muy buen estado, excepto por algunos pequeños tramos que pueden estar en reparación. Con ella se recorre los departamentos de Madriz, Estelí, Matagalpa, Managua, Carazo y Rivas.

Generalmente, las carreteras que conectan grandes ciudades están en buenas condiciones, aunque es posible que encuentre pequeños segmentos o incluso carreteras alternativas en las que tenga que disminuir bastante la velocidad, porque no están en tan buenas condiciones.

Otras carreteras secundarias no han conocido nunca el asfalto o los adoquines, sin embargo, se debe saber que con frecuencia son estas carreteras de tierra las que llevan a muchos destinos muy interesantes, como bellas playas poco conocidas o exuberantes reservas naturales.

Estas vías arenosas o pedregosas pueden ser de fácil circulación, pero las hay también en condiciones muy irregulares (en invierno, muchas carreteras de tierra sufren los embates de las corrientes pluviales). Para poder alcanzar muchos bellos destinos, en Nicaragua es necesario hacer uso de vehículos altos de doble transmisión, para enfrentar sobre todo el lodo y los caminos inclinados.

3.1.1 ELEMENTOS QUE SE CONSIDERAN EN LA CLASIFICACIÓN FUNCIONAL

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 tráfico.
- * Acceso.
- * Población.

La longitud del viaje, la velocidad de operación y la necesidad de acceso a las propiedades adyacentes son factores interdependientes que al relacionarlas a las tres clasificaciones principales (Troncales, Colectoras y Caminos Vecinales) hay una interacción constante entre ellos.

Las grandes longitudes de viaje 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 es lo que caracteriza a las colectoras.

El propósito del viaje es importante porque a partir de él se puede determinar la longitud de viaje, 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 comunican las mismas.

Otro elemento 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.

3.1.2 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 subclasificar para responder a necesidades específicas.

Para lograr los objetivos deseados los sistemas viales clasificados se aplican 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.

3.1.3 TIPOS DE CLASIFICACIONES USADAS EN NICARAGUA

Como parte del desarrollo mismo 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 Países.
- Carreteras Departamentales: Son aquellas carreteras que conectan departamentos o estados, según el caso.
- Carreteras Vecinales: Son aquellas carreteras que conecta poblaciones pequeñas.
- Carreteras Distritales: Son aquellas que conectan distritos en un mismo departamento
- Carreteras Municipales: Son aquellas que conectan a un municipio.

Por su característica

- Autopistas: Es una vía de alto tránsito de dos o más carriles.
- Multiviales: Es una vía de muchos carriles.
- Dobles: Es una vía doble de 2 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 de difícil acceso y diseño.

Por su función

- Primer Orden: También llamada carretera Principal, son aquellas vías troncales de alto tráfico que conectan poblaciones importantes.
- Segundo Orden: También llamadas carreteras Secundarias, se caracterizan por ser de menor tránsito y conectan poblaciones medias.
- Tercer Orden: También llamadas carreteras Terciarias, estas comunican Municipios y son de menor tránsito.

Por el tipo de construcción

- Caminos pavimentados: La superficie de rodamiento está formada por capas de concreto asfálticos, concreto hidráulico o adoquines.
- Caminos revestidos: Aquellos cuya superficie de rodamiento está formada por capas de material selecto y un espesor mínimo es de 25 cm.
- 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 15 cm. 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.

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

Ante la necesidad de tener catalogadas las carreteras y caminos en una forma más organizada, se trató 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 elaboró una revisión basada en la funcionalidad y que responde a las inquietudes planteadas.

Item	CRITERIOS	I		II		III		IV		V		VI	
		TRONCALES				COLECTORES				VECINALES		TROCHAS Y VEREDAS	
		PRINCIPALES		SECUNDARIOS		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 Nacional de Nicaragua	2) Conectan cabeceras departamentales o centros urbanos con más de 50 mil habitantes		1) Conectan centros cabeceras Departamentales (o centros económicos importantes) 2) Dan acceso a puestos de fronteras) Teotecacinte, Puerto Morazán 3) Se usan como conexión entre dos caminos Principales Troncales									
C	Importancia en la Red Vial a nivel Regional de Nicaragua					1) Conectan una o varias Cabeceras Municipales con un número total de más de 10 mil habitantes a la red nacional 2) Conectan una zona con un número total de más de 10 mil habitantes a la red nacional 3) Se usa como conexión entre dos caminos troncales secundarios		1) Conectan una zona o un municipio a la red nacional 2) Conectan una zona o un municipio con más de 5 mil habitantes a la red nacional					
D	Importancia en la red vial a nivel municipal de Nicaragua							1) Caminos de alta importancia para la municipalidad		1) Incluido en actual Inventario Vial del MTI y que no cumplen con algunos de los criterios anteriores		1) No incluido en actual Inventario Vial	
E	Flujo de Tráfico 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 14. CLASIFICACION DE CARRETERAS

FUENTE: PROPIA

En los criterios establecidos en la Tabla 14, se procedió a la clasificación de las carreteras que conforman la red vial básica y no básica, siendo la red vial

básica 8,157.75 km y la no básica 10,878.82, para un total de 19,036. 57 km, que conforman la red vial nacional del país.

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.

3.1.3.1 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 Inter-departamental o interregional cuyos índices de viaje son elevados.
- Forman parte de la Red Vial Centroamericana.
- Troncal Principal = Panamericana / Centroamericana
- Sirven a grandes volumen de tránsito cuyo TPDA es mayor a los 1,000 vehículos.
- Forman una red integrada sin conexiones fragmentadas, excepto cuando 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 50,000 habitantes.
- El sistema Troncal Principal tiene dos niveles de servicio.
- Las obras de acceso controlado que limitan el ingreso y egreso a ciertos puntos fijos.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 50 metros, incluye 5 m. a cada lado del eje ó 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.
- Sirve también a un volumen considerable de viajes Inter-departamentales.
- Sirve a corredores de viajes con longitudes de trayecto y densidades de viajes mayores que los que atienden los sistemas de carreteras colectoras.
- El volumen de tráfico atendido es un mayor de 500 veh/día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 50 metros, incluye 5 m. a cada lado del eje ó línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de Información Gubernamental.

Colectora Principal:

- Comunican una o más cabeceras municipales con población superior a los 10,000 habitantes, a la red nacional.
- Colectora Principal = Nacional Secundaria.
- Comunican centros poblaciones no atendidos por 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 sus extremos un sistema vial, funcionalmente de igual o superior categoría.
- El flujo de tráfico es mayor a 250 veh/día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 50 metros, incluye 5 m. a cada lado del eje ó línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de Información Gubernamental.
- Colectora Secundaria
- Suministrar conexiones a una categoría superior de comunicación para centros urbanos y generadores de tráfico menores.
- Colectora Secundaria = Nacional Terciaria.
- Son caminos de alta importancia municipal, con poblaciones servidas son mayores de 5,000 habitantes.

- Son objetos de tratamiento profesional con respecto al flujo de tráfico en las intersecciones con caminos vecinales.
- El flujo de tráfico atendido es mayor a los 250 veh/día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 30 metros, incluye 5 m. a cada lado del eje ó línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de Información Gubernamental.

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 tráfico menores de 50 veh/día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 30 metros, incluye 5 m. a cada lado del eje ó línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de Información Gubernamental.

3.1.4 VOLUMEN DEL TRÁNSITO

El manejo de tránsito 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 encontrará preponderantemente influenciado por dos factores; la configuración del terreno que debe atravesar y las modalidades y exigencias del tránsito que debe soportar.

Será un buen diseño el que, con un costo de transporte anual mínimo, tenga en cuenta simultáneamente ambos factores, en la medida de su importancia. En efecto, cuando el tránsito es reducido, el diseño del camino deberá estar influenciado por el primer factor, es decir, tendrá que adaptarse dentro de lo

posible a la configuración del terreno. En cambio, cuando el tránsito es intenso, las necesidades de los usuarios y las características del tránsito serán los factores que intervendrán preponderantemente en su diseño.

El volumen, composición, distribución, velocidad del tránsito, conjuntamente con la topografía, determinan diversas magnitudes del diseño geométrico de un camino, tales como radios y peraltes de curvas horizontales, parámetros de curvas verticales, pendientes, anchos de calzada, etc.

Se denomina volumen de tránsito al número de vehículos que pasa por un tramo dado durante un período de tiempo. Se puede llamar flujo al volumen en general, al volumen cuando se mide en períodos de menos de una hora, al tránsito, a una corriente vehicular, a grupos de vehículos que realizan movimientos en una dirección determinada, etc.

Los volúmenes diarios se utilizan principalmente en trabajos de planeación y como medida de utilización vial para racionalizar la asignación de fondos viales. El Tránsito Medio Diario Anual es una medida fundamental del tránsito y en el sentido estricto se define como el volumen de tránsito total anual dividido por el número de días del año, generalmente se abrevia T.M.D.A.

Los volúmenes horarios se utilizan para diseñar los detalles geométricos de las vías, establecer criterios para el uso de dispositivos de la regulación del tránsito y determinar si una vía, calzada o carril puede satisfacer la demanda del tránsito en la hora de máxima afluencia.

Los volúmenes de tránsito pueden ser entendidos como la utilización de la vialidad por la demanda de transporte. Esta información es importante en la calibración de los modelos de transporte o para su utilización directa en estudios de corto plazo con la aplicación de factores de crecimiento por tramos.

Estos estudios emplean como fuente primaria de información recuentos de volúmenes que en la mayoría de los casos se atribuyen convenientemente en tiempo y espacio, a fin de utilizar sus resultados para inducir o deducir nuevos datos.

El proceso de inducción consiste en determinar el patrón de volumen de tránsito de una vía, con datos obtenidos de recuentos. Luego aplicando este patrón a otras vías similares y haciendo recuentos cortos de ellas, es posible deducir sus volúmenes correspondientes.

Para efectuar un estudio de volúmenes de tránsito hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Objeto de estudio e información necesaria de la vía.
- Grado de precisión deseado y recursos disponibles que determinan la distribución y duración en los recuentos.
- Magnitud de corrientes vehiculares que se consideran, en la vía o sistemas de vías por donde circulan.
- Tiempo que se invertirá en organizar el estudio, colocar y transportar contadores, trasladar los observadores, etc.

De esta forma el volumen de tránsito se define como el número de vehículos o peatones que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un período determinado de tiempo. Se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde

Q: vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/período)

N: número total de vehículos que pasan (vehículos)

T: período determinado (unidad de tiempo)

En las determinaciones de volúmenes pueden considerarse todos los vehículos que circulan por una vía, en un solo sentido p en ambos; o bien los que van por un solo carril.

3.1.4.1 COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO

En los estudios de volúmenes de tránsito se compone por vehículos que se diferencian entre sí en cuanto: al tamaño, peso, velocidad, su composición es el promedio de los diferentes tipos de vehículos que la forman. Este se mide en términos de porcentaje sobre el volumen total.

Dependiendo del tipo de servicio y la localización de una carretera, es indispensable tomar en debida cuenta que los vehículos pesados como camiones, autobuses y vehículos recreativos tipo campers, pueden llegar a alcanzar una incidencia significativa en la composición del flujo vehicular,

influyendo según su relevancia porcentual, en forma más o menos determinante, el diseño geométrico de las carreteras y los espesores de pavimento.

3.1.4.2 VARIACIÓN DE VOLUMEN

Los flujos de tráfico presentan cambios continuos en sus volúmenes, de tal forma existen diversos factores tales como; reparaciones en las pistas, accidentes de tránsito, que alteran el volumen de una vía. Sin embargo, las variaciones de volúmenes más importantes ocurren en función del tiempo y de una manera cíclica.

A pesar de que el volumen en una vía cambia constantemente, se repite en intervalos de tiempo más o menos regulares. Existen 3 variables cíclicas de volumen: diario, semanal y anual.

Variación Diaria: Los volúmenes horarios a lo largo de las 24 horas del día, varían de una manera semejante para la mayoría de las vías. La fluctuación estándar presenta los mayores volúmenes en las horas inmediatamente anteriores y posteriores a las horas normales, de entrada y salida de los trabajos (horas pico). El intervalo de las 12 a las 14 horas, también presenta un volumen relativamente alto, aunque inferior a los picos.

Normalmente, más del 70% de los viajes diarios ocurren en el intervalo de 12 horas, comprendido entre las 7 de la mañana y las 7 de la noche; los volúmenes horarios varían de 1 al 12% del volumen diario. El volumen horario promedio es 4.71 del volumen diario, siendo los valores pico 3 veces mayor que el promedio.

Variación Semanal: En vías urbanas los volúmenes diarios varían poco en el transcurso de los días hábiles de trabajo, generalmente los lunes y los viernes presentan volúmenes un poco por encima del promedio.

El día sábado tiene un volumen menor, aunque el día domingo el que presenta el mínimo volumen igualmente los días feriados. Eventualmente la localización de la vía puede alterar esta fluctuación estándar.

En condiciones climáticas favorables, calles que dan acceso a áreas recreativas, tienen sus picos exactamente en los días sábado, domingo y días feriados.

En vías rurales, normalmente los mayores volúmenes ocurren en los fines de semana y feriados, pudiendo alcanzar 2 ó 3 veces el promedio si estas vías comunican a ciudades de verano.

Variación Anual: La fluctuación es verificada a través de volúmenes mensuales en el curso de un año. Ella es más sensible en las vías rurales que en las urbanas; de manera general las alteraciones de volúmenes más significativas en las vías urbanas ocurren en el período de vacaciones escolares. La variación del volumen puede ser observada de acuerdo con la localización de la calle dentro del contexto calles en áreas industriales los volúmenes son relativamente constantes durante todos los meses del año.

3.1.4.3 NIVEL DE SERVICIO

Es por estas simples consideraciones, que las carreteras se diseñan para operar a volúmenes horarios por debajo de la capacidad. El flujo vehicular de servicio para diseño es el máximo volumen horario de tránsito que una carretera puede acomodar, sin que el grado de congestión alcance los niveles preseleccionados por el diseñador, tras conciliar los intereses de los conductores, dispuestos quizá a tolerar un mínimo de congestión; los estándares de diseño vigentes, que predeterminaran algunos requerimientos básicos según la clasificación funcional de la vía; y los recursos disponibles para atender estas necesidades. Conviene aclarar que hablar de congestión en una carretera no es hablar de paralización de todo el movimiento.

El Nivel de Servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones operativas de un flujo de tránsito y de su percepción por los usuarios.

La definición de Nivel de Servicio describe generalmente estas condiciones en relación con variables tales como la velocidad y tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, la comodidad y adecuación del flujo de tránsito a los deseos del usuario y la seguridad.

El congestionamiento se inicia con la creciente interferencia o fricción entre los vehículos en la corriente del tránsito, que empieza a perder su calidad de flujo libre.

Se establece seis niveles de servicio, describiéndose de la siguiente manera:

NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
A	FLUJO LIBRE DE VEHÍCULOS, BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y RELATIVAMENTE ALTAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN.
B	FLUJO LIBRE RAZONABLE, PERO LA VELOCIDAD EMPIEZA A SER RESTRINGIDA POR LAS CONDICIONES DEL TRÁNSITO.
C	SE MANTIENE EN ZONA ESTABLE, PERO MUCHOS CONDUCTORES EMPIEZAN A SENTIR RESTRICCIONES EN SU LIBERTAD PARA SELECCIONAR SU PROPIA VELOCIDAD.
D	ACERCÁNDOSE A FLUJO INESTABLE, LOS CONDUCTORES TIENEN POCAS LIBERTAD PARA MANIOBRAR.
E	FLUJO INESTABLE, SUCEDEN PEQUEÑOS EMBOTELLAMIENTOS.
F	FLUJO FORZADO, CONDICIONES DE "PARE Y SIGA", CONGESTIÓN DE TRÁNSITO.

TABLA 15. SELECCIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE UNA CARRETERA

FUENTE: GUÍA ASSHTO

Por otro lado tenemos que:

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE ÁREA Y NIVEL DE SERVICIO APROPIADO			
	RURAL PLANO	RURAL ONDULADO	RURAL MONTAÑOSO	URBANO SUR-URBANO
AUTOPISTA ESPECIALES	B	B	C	C
TRONCALES	B	B	C	C
COLECTORAS	C	C	D	D
LOCALES	D	D	D	D

TABLA 16. GUÍA PARA SELECCIONAR EL NIVEL DE SERVICIO PARA DISEÑO

FUENTE: AASHTO, A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS

3.2 ESTUDIO DE TRANSITO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO.

Con el objeto de actualizar y detallar las características de tránsito, en un tramo de carretera deben realizarse aforos de corta duración bajo la observación de importantes aspectos locales como puede ser el entorno agrícola, en cuyo caso ha de procurarse realizar aforos en las épocas de siembra y cosecha; o si la zona es de influencia turística, estudiar los periodos normales y los de mayor afluencia del turismo.

Los levantamientos de tráfico fueron realizados en las tres intercepciones de mayor importancia en el tramo de estudio; estos fueron suministrados por la Alcaldía de Managua.

Cabe señalar que estos conteos vehiculares fueron realizados en diferentes años 2006 y 2007. Se realizó un conteo vehicular de 3 días en las horas enteras de máximo volumen de vehículos físicos, de las 7 a.m. a las 7 p.m., con un periodo de 15 minutos.

Las 3 intersecciones fueron:

1. Intersección ENEL Central, conteos realizados del 3 al 7 de Agosto del 2006. Obteniendo resultados de:

Cantidad de giros en la Intersección: 12

2. Intersección Colegio Salomón de la Selva, conteos realizados del 30 de Enero al 1 de Febrero del 2007. Obteniendo resultados de:

Cantidad de giros en la Intersección: 12

3. Intersección Rotonda Universitaria, conteos realizados del 11 al 13 de Septiembre del 2006. Obteniendo resultados de:

Cantidad de giros en la Intersección: 8

Estos resultados son de mucha importancia para obtener el tráfico base que permita hacer los análisis, diferencias y proyecciones que requiere el proyecto para la justificación de su vida útil.

Con los datos suministrados por la Alcaldía de Managua, se tomo como base del estudio la Intersección de Colegio Salomón de la Selva ya que este es el que posee mayor flujo vehicular en el tramo de estudio.

(VER EN ANEXOS. SECCIÓN #2. RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR).

3.2.1 PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO

$$VHMD = 239 + 307 + 285 + 295 = 1,126veh$$

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{\max})} = \frac{1,126}{4(307)} = 0.92$$

- Velocidad de Proyecto:
40Km/hr
- Tipo de terreno: Plano
- Longitud de Acotamiento: 0 mts
- Distribución direccional:
40/60
- Ancho de carril: 3.05
- Longitud de Base Restringida:
40%

Relación (V/C)

$$\left(\frac{v}{c}\right)_a = 0.09 \quad \left(\frac{v}{c}\right)_B = 0.21 \quad \left(\frac{v}{c}\right)_C = 0.36 \quad \left(\frac{v}{c}\right)_D = 0.60 \quad \left(\frac{v}{c}\right)_E = 1$$

VER ANEXO. SECCIÓN #2.7

Factor de Distribución Direccional

$$(FD)_{60/40} = 0.94$$

VER ANEXO. SECCIÓN #2.8

Factor por Ancho de Carril (FW)

$$(FW)_{A-D} = 0.58 \quad (FW)_E = 0.75$$

VER ANEXO. SECCIÓN #2.9

Factor de FHV

$$FHV = \frac{1}{[1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1) + PR(ET - 1)]}$$

VER ANEXO. SECCIÓN #2. 10**PT=% Camiones=0.047****PB=% Buses=0.058****PR=%=0**

$$ET_A = 2.0$$

$$ET_{B-C} = 2.2$$

$$ET_{D-E} = 2.0$$

$$FHV_A = 0.915$$

$$FHV_{B-C} = 0.897$$

$$FHV_{D-E} = 0.924$$

$$EB_A = 1.8$$

$$EB_{B-C} = 2.0$$

$$EB_{D-E} = 1.6$$

$$SF = 2800 \left(\frac{V}{C} \right) (FD)(FW)(FHV)$$

$$SF_a = 2800(0.09) (0.94) (0.58) (0.915) = 126 \text{ Veh/hr}$$

$$SF_b = 2800(0.21) (0.94) (0.58) (0.897) = 288 \text{ Veh/ Hr}$$

$$SF_c = 2800(0.36) (0.94) (0.58) (0.897) = 493 \text{ Veh/ Hr}$$

$$SF_d = 2800(0.60) (0.94) (0.58) (0.924) = 846 \text{ Veh/ Hr}$$

$$SF_e = 2800(1.00) (0.94) (0.75) (0.924) = 1824 \text{ Veh/ Hr}$$

$$FS_{actual} = \frac{VHMD}{FHMD} = 1224$$

El nivel de servicio por la cual esta trabajando la carretera es un nivel E por lo cual proyectaremos a 15 años

$$P_t = P_0(1+i)^n$$

$$P_t = 1126(1+0.034)^{15} = 1859$$

Esta proyección nos indica que dentro de 15 Años habrá un aumento a lo cual ya no estaría operando en ningún tipo de servicio la carretera por la cual se recomienda ampliar a un carril mas en el lado derecho de Sur a Norte del diseño.

Capítulo IV. Diseño Geométrico

4.1 MARCO TEORICO

La Topografía, es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los 3 elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco. (Grados sexagesimales)

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que se llama comúnmente "Levantamiento".

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

4.2 LEVANTAMIENTOS

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.

4.2.1 TIPOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

- **Terrenos en general:**

Marcan linderos o los localizan, miden y dividen superficies, ubican terrenos en planos generales ligando con levantamientos anteriores, o proyectos obras y construcciones.

- **Vías de comunicación:**

Estudia y construye caminos, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, etc.

- **Minas:**

Fija y controla la posición de trabajos subterráneos y los relaciona con otros superficiales.

- **Levantamientos catastrales:**

Se hacen en ciudades, zonas urbanas y municipios, para fijare linderos o estudiar las obras urbanas.

- **Levantamientos aéreos:**

Se hacen por fotografía, generalmente desde aviones y se usan como auxiliares muy valiosos de todas las otras clases de levantamientos.

La teoría de la topografía se basa esencialmente en la Geometría Plana y Del Espacio, Trigonometría y Matemáticas en general. Hay que tomar en cuenta las cualidades personales como la iniciativa, habilidad para manejar los aparatos, habilidad para tratar a las personas, confianza en si mismo y buen criterio general.

4.2.2 ASPECTOS ESENCIALES

Se puede decir que el levantamiento topográfico se encuentra referido de dos formas generales de mediciones:

- Una se da en el plano horizontal de referencia y es conocida como control horizontal o planimetría.
- Otra se da en el plano vertical y es conocida como control vertical o altimetría.

Hay que recalcar que es de mucha importancia los siguientes aspectos, para que de esta forma realizar un trabajo limpio y seguro:

- **Precisión:**

Hay imperfecciones en los aparatos y en el manejo de los mismos, por tanto ninguna medida es exacta en topografía y es por eso que la naturaleza y magnitud de los errores deben ser comprendidas para obtener buenos resultados.

Las equivocaciones son producidas por falta de cuidado, distracción o falta de conocimiento. En la precisión de las medidas deben hacerse tan aproximadas como sea necesario.

- **Comprobaciones:**

Siempre se debe comprobar las medidas y los cálculos ejecutados, estos descubren errores y equivocaciones y determinan el grado de precisión obtenida.

- **Notas de Campo:**

Siempre deben tomarse en libretas especiales de registro, y con toda claridad para no tener que pasarlas posteriormente, es decir, se toman en limpio; deben incluirse la mayor cantidad de datos complementarios posibles para evitar malas interpretaciones ya que es muy común que los dibujos los hagan diferentes personas encargadas del trabajo de campo.

- **Errores:**

Los errores se dividen en dos clases:

- **Sistemático:**

En condiciones de trabajo fijas en el campo son constantes y del mismo signo y por tanto son acumulativos, por ejemplo: en medidas de ángulos, en aparatos mal graduados o arrastre de graduaciones en el tránsito, cintas o estadales mal graduadas, error por temperatura.

- **Accidentales:**

Se dan indiferentemente en un sentido o en otro y por tanto puede ser que tengan signo positivo o negativo, por ejemplo: en medidas de ángulos, lecturas de graduaciones, visuales descentradas de la señal, en medidas de distancias, etc... Muchos de estos errores se eliminan por que se compensan.

- **Instrumentos:**

El levantamiento se realizó con los instrumentos necesarios que por consiguiente forman parte del levantamiento:

- **Teodolito:**

Es el aparato de topografía de mayor versatilidad, razón por la cual se le conoce como “instrumento universal”, su utilidad está relacionada con medición de ángulos verticales, horizontales, desniveles y distancias, su característica principal es la capacidad que tiene de girar en sentido vertical y horizontal.

- **Plomada:**

Es una pera metálica terminada en punta y suspendida de una cuerda muy fina, sirve para marcar la proyección de un punto a cierta altura sobre el suelo.

- **Cinta:**

Se utiliza para la medición de distancias tales como el levantamiento de secciones transversales, son de longitud variable y se utilizó cinta plástica.

- **Estadia:**

Es una regla graduada de sección rectangular, es utilizada para hacer nivelaciones con auxilio del nivel. Es una regla dividida en metros y fracciones de metro generalmente de colores vivos; blanco, negro y rojo para que resalten y puedan leerse con precisión a la mayor distancia posible.

- **Nivel:**

Aparato utilizado para encontrar el desnivel o diferencia de altura entre dos puntos o serie de puntos, su característica principal es la medición de estas distancias verticales sin recurrir a observaciones angulares en este plano, lo cual está impedido. Al igual que el teodolito, va montado sobre un trípode, constan de anteojos, nivel de burbuja, plataforma nivelante.

Todos estos instrumentos topográficos con lo cual se realizó el levantamiento topográfico para este tramo de carretera fueron suministrados por la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN – Managua. Sin esa colaboración no hubiese sido posible el levantamiento.

4.2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La Topografía tiene dos grandes divisiones las cuales abarcan, en conjunto, el estudio completo de las dimensiones de la Tierra y las distribuciones de terreno, y facilitan un mayor entendimiento de este estudio. Esta se subdivide en Planimetría y Altimetría.

- **Planimetría:**

Es el levantamiento de información, confección de planos y estudio del terreno para su mejor comprensión. En este capítulo se estudian los procedimientos para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones.

- **Altimetría:**

Esta se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical.

Se deben conocer los equipos y materiales usados en altimetría. En la época en que vivimos, en que dependemos en gran medida de las máquinas y mucho más ahora, de la tecnología, se deben de conocer los distintos software que existen para el estudio topográfico, ya sean de Planimetría ó de Altimetría.

4.2.4 SECUENCIA DEL LEVANTAMIENTO

En primer lugar, se realizo visitas y estudio en la zona de trabajo para organizar adecuadamente todo lo que se ha de realizar en el tiempo acordado.

Posteriormente, se confecciona un plan de trabajo que al final de las diferentes fases dará como resultado el conjunto de los datos de campo imprescindibles para disponer de los valores numéricos necesarios para la confección de cualquier cartografía.

Una vez analizada la zona, se procede a establecer la ubicación de todas las estaciones desde las que hay que medir, mediante unas radiaciones desde la estación, la totalidad de los puntos. La localización de todas las estaciones será de tal manera que se podrá dirigir, desde cada una de ellas, una visual recíproca, como mínimo, a otra estación. Para esta acción se delimitaron los puntos con spray para tener de esta manera una mejor visualización y entendimiento del levantamiento.

Cabe señalar que el levantamiento se baso en la información suministrada por la Alcaldía de Managua la cual nos ayudo a tener el diseño geométrico ya planteado, lo cual nuestro trabajo fue realizar el levantamiento Altimétrico de la carretera.

4.2.5 PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Con el plano en mano del diseño geométrico de la carretera, ya no fue necesario el levantamiento planimétrico.
2. Se procedió a trazar el eje central de la carretera a la cual se le asignaron estaciones que van desde 0+000 hasta 1+170, equivalente a 1,170 metros ó 1.17 kilómetros.
3. Las estaciones fueron a cada 10 metros, se tomo esta decisión al ver que el tramo de carretera posee muchas irregularidades en el sentido de la existencia de bulevares e islas, mayormente ubicadas en las intersecciones del tramo, como lo son: Intersección de ENEL, intersección de Pista Miguel Obando y Rotonda Universitaria.
4. En la Nivelación del eje central y puntos para las secciones transversales, se estableció un BM, el cual es un punto inmóvil en el tramo al cual se le asignó una cota de 100 msnm.

5. Se instalo el instrumento en la primera posición equidistante con lectura al BM y a los diferentes puntos a estudiar para tener de esta manera lectura a la mayor parte de puntos posibles la cual el lente y obstáculos lo permitan.
6. Se realizo lectura del hilo central al BM, el cual se registra y se le suma la cota asignada del BM en este caso de 100 msnm. De tal manera que encontramos la altura del instrumento.
7. Con la altura del instrumento se procede a tomar lecturas con el hilo central a la estadia ubicada el la mayor parte de los puntos a la cual se sea visible. Esta lectura es restada a la lectura que se encontró del instrumento y el resultado es la elevación del punto.
8. Se realizaron 13 puntos de cambio PC, los cuales se encuentran tomando del mismo punto dos lecturas, una en el PC anterior y la otra en el PC nuevo, con la cota anterior se suma la nueva lectura del PC nuevo y esta será la nueva cota PC.

Estos procedimientos se realizaron cíclicamente en toda la longitud del tramo hasta llegar al última estación 1+160.

4.2.6 TABLA DEL LEVANTAMIENTO, EJE CENTRAL Y PERFILES TRANSVERSALES

<u>DISTANCIA</u>			EJE CENTRAL	<u>DISTANCIA</u>				
LECTURA IZQUIERDA				LECTURA DERECHA				
2.57	5.08	9.57	0+000	10.99	2.20	2.55	4.51	3.76
99.328	99.078	99.178	99.328	99.168	99.256	99.041	98.904	99.077
	3.68	11.35	0+010	17.22	2.78			
	99.436	99.260	99.556	99.237	99.427			
	1.80	11.28	0+020	15.37	1.50	1.24		
	99.759	99.606	99.869	99.543	99.718	100.097		
	1.83	11.28	0+030	14.60	1.50	1.11		
	100.090	99.927	100.181	99.866	100.024	100.307		
	1.80	11.35	0+040	14.72	1.32	0.89		
	100.408	100.245	100.523	100.180	100.355	100.607		
	1.80	11.38	0+050	14.87	1.10	1.02		

100.740	100.590	100.829	100.474	100.649	100.929
1.80	11.20	0+060	14.57	1.12	0.13
101.062	100.895	101.106	100.833	100.991	101.238
1.81	11.67	0+070	12.69	1.23	1.15
101.376	101.278	101.490	101.136	101.323	101.624
1.82	11.35	0+080	11.61	2.46	
101.737	101.570	101.788	101.580	101.726	
1.85	10.10	0+090	10.43	2.84	
102.176	102.026	102.115	101.981	102.113	
1.64	8.94	0+100	9.33	3.12	
101.350	101.150	101.882	101.757	102.021	
1.63	7.33	0+110	9.18	3.12	
102.170	102.152	102.297	102.140	102.362	
1.60	6.24	0+120	9.20	3.13	
102.423	102.424	102.542	102.364	102.687	
1.60	6.03	0+130	9.20	3.14	

102.900	102.736	102.904	102.742	103.030
1.60	6.02	0+140	9.23	3.12
103.247	103.087	103.242	103.092	103.364
1.60	6.03	0+150	9.30	3.05
103.574	103.394	103.563	103.432	103.662
1.60	5.96	0+160	9.37	
103.931	103.766	103.899	103.763	
1.60	5.98	0+170	9.18	
104.248	104.094	104.243	104.071	
1.60	6.03	0+180	9.24	3.19
104.573	104.416	104.574	104.421	104.573
1.60	6.03	0+190	9.22	3.19
104.914	104.801	104.919	104.757	104.800
1.60	6.03	0+200	9.22	3.19
105.006	104.955	105.032	104.911	104.941
1.60	6.03	0+210	9.22	3.18

105.390	105.215	105.376	105.205	105.380
1.60	6.04	0+220	9.22	3.17
105.621	105.552	105.716	105.551	105.714
1.60	6.04	0+230	9.21	3.16
106.042	105.91	106.060	105.925	106.072
1.60	6.06	0+240	9.20	3.16
106.420	106.264	106.408	106.266	106.400
1.60	6.06	0+250	9.20	3.15
106.676	106.600	106.742	106.626	106.768
1.60	6.06	0+260	9.20	3.14
107.020	106.926	107.072	106.930	106.735
1.61	6.08	0+270	9.13	3.14
107.420	107.290	107.425	107.267	107.446
1.62	6.04	0+280	9.12	
107.680	107.609	107.750	107.638	
1.63	6.04	0+290	9.03	

108.022	107.935	108.089	107.944	
1.60	6.04	0+300	9.11	2.45
108.391	108.305	108.414	108.302	108.425
2.02	5.66	0+310	8.99	3.22
108.720	108.629	108.758	108.616	108.770
2.04	5.67	0+320	8.98	3.22
108.996	108.959	109.081	108.956	109.105
2.06	5.88	0+330	8.77	3.21
109.445	109.301	109.420	109.326	109.462
2.07	5.86	0+340	8.79	3.21
109.640	109.560	109.746	109.608	109.769
2.03	5.89	0+350	8.80	3.21
110.060	109.878	110.029	109.921	110.100
1.97	5.94	0+360	8.80	3.25
110.376	110.150	110.350	110.245	110.425
1.66	6.25	0+370	8.80	3.24

	110.621	110.468	110.680	110.585	110.761		
	1.44	6.47	0+380	8.91	3.15		
	110.936	110.761	111.001	110.832	111.001		
	1.47	6.44	0+390	9.58	2.49		
	111.251	111.086	111.335	111.147	111.276		
	1.49	6.24	0.16	0+400	0.34	9.92	1.84
	111.499	111.362	111.628	111.780	111.608	111.426	111.537
	1.52	6.38	0+410	0.44	0.50	9.99	1.18
	111.816	111.641	111.937	112.061	111.891	111.661	111.837
	1.78	8.01	0+420	1.04	0.50	9.53	1.05
	112.200	112.020	112.256	112.372	112.182	112.001	112.145
	1.92	9.84	0+430	1.64	0.50	8.95	1.05
	112.445	112.365	112.649	112.716	112.550	112.343	112.492
	2.05	10.03	0+440	2.25	0.50	8.36	1.05
	112.870	112.670	112.984	113.041	112.854	112.680	112.820
	2.03	9.96	0+450	2.85	0.50	7.78	1.05

		113.214	113.099		113.379	113.399	113.244	112.078	113.258	
		2.01	9.89		0+460	3.45	0.25	0.25	7.19	1.05
		113.710	113.539		113.754	113.635	113.796	113.611	113.638	113.711
		2.12	11.21		0+470	4.05	0.25	0.25	7.06	0.59
		114.070	113.910		114.140	113.988	114.170	114.015	113.935	114.089
2.77	7.60	1.92	1.92	6.84	0+480	11.93	7.51			
114.500	114.320	114.295	114.545	114.395	114.550	114.359	114.337			
		3.54	11.04		0+490	11.94	11.69	4.19		
		114.659	114.519		114.784	114.604	114.554	114.725		
3.69	9.79	1.57	1.56	7.08	0+500	11.95				
115.194	115.009	114.929	115.049	114.914	115.124	114.764				
		4.25	11.31	0.20	0+510	0.36	11.09	0.40	0.40	
		115.404	115.223	115.474	115.628	115.409	115.154	115.550	115.356	
		1.64	6.88	0.20	0+520	0.31	10.24	0.86	0.86	
		115.864	115.664	115.821	116.014	115.789	115.486	115.644	115.944	
		1.79	6.29	0.21	0+530	0.35	9.23	1.34	1.34	

115.841	115.759	116.074	116.284	116.064	115.854	116.009	116.3304
1.97	6.09	0.42	0+540	1.03	7.38	1.82	1.82
116.283	116.121	116.449	116.626	116.419	116.364	116.419	116.653
	2.05	6.53	0+550	7.35	2.31	2.31	
	116.594	116.524	116.803	116.629	116.784	116.999	
	2.07	6.38	0+560	6.87	2.61	2.61	
	117.101	116.933	117.206	117.014	117.194	117.334	
	4.07	6.27	0+570	6.71	2.21	2.21	
	117.434	117.282	117.590	117.399	117.579	117.644	
	4.08	6.15	0+580	6.55	1.55	1.55	
	117.784	117.615	117.909	117.794	117.964	118.000	
	4.09	6.01	0+590	6.42	0.88	0.88	
	118.020	117.962	118.264	118.235	118.399	118.334	
	4.10	5.97	0+600	6.60	4.66		
	118.408	118.342	118.642	118.613	118.669		
	4.00	5.44	0+610	11.11	0.33	0.33	

118.859	118.686	119.014	119.059	119.204	119.064
3.78	5.25	0+620	9.67	0.80	0.80
119.264	119.095	119.404	119.419	119.582	119.524
3.34	5.38	0+630	8.13		
119.564	119.409	119.717	119.819		
3.15	5.46	0+640	6.83	1.74	1.74
120.085	119.957	120.064	120.194	120.429	120.269
2.87	5.46	0+650	6.04	2.07	2.07
120.560	120.369	120.460	120.647	120.788	120.539
2.86	5.58	0+660	5.96	2.10	2.10
120.934	120.775	120.918	121.028	121.198	120.975
2.79	5.60	0+670	5.95	2.20	2.20
121.309	121.169	121.238	121.355	121.553	121.398
2.62	5.72	0+680	5.85	2.12	2.12
121.704	121.511	121.598	121.698	121.874	121.820
2.59	5.61	0+690	5.94	2.03	2.03

121.106	121.931	122.039	122.100	122.690	122.190
2.60	5.63	0+700	5.94	1.88	1.88
122.506	122.348	122.381	122.467	122.597	122.606
2.63	5.64	0+710	5.94	1.73	1.73
122.927	122.785	122.904	122.856	123.005	122.966
	5.66	0+720	5.94	1.58	1.58
	123.205	123.301	123.234	123.359	123.316
2.90	5.77	0+730	5.84	1.55	1.55
123.751	123.601	123.727	123.637	123.765	123.728
2.85	5.72	0+740	5.95	1.55	1.55
124.065	124.025	124.135	124.036	124.154	124.100
2.51	5.86	0+750	5.94	1.59	1.59
124.578	124.427	124.533	124.401	124.556	124.501
2.18	6.00	0+760	5.94	1.64	1.64
124.976	124.828	124.937	124.825	124.994	124.827
	6.08	0+770	5.94	0.34	0.34

			125.402	125.327	125.179	125.340	125.159
	5.92	6.05	0+780	8.15	1.12	2.39	
	125.880	125.622	125.737	125.576	125.733	125.595	
2.97	7.73	6.02	0+790	9.21	2.00		
126.177	126.027	126.017	126.150	125.990	126.183		
3.00	7.74	5.98	0+800	9.19	2.00		
126.580	126.405	126.410	126.551	126.400	126.571		
3.00	7.73	5.95	0+810	9.19	2.00		
126.925	126.779	126.798	126.937	126.805	126.935		
3.00	7.74	5.92	0+820	9.18	2.00		
127.319	127.160	127.152	127.275	127.149	127.294		
3.00	7.72	5.89	0+830	9.18	2.00		
127.665	127.490	127.499	127.655	127.515	127.663		
3.00	7.68	5.96	0+840	9.18	3.64		
127.984	127.825	127.819	127.977	127.839	127.985		
3.00	6.08	6.06	0+850	9.18	3.66		

128.315	128.145	128.105	128.265	128.140	128.280
3.00	2.74	6.17	0+860	9.18	
128.612	128.463	128.455	128.580	128.422	
	3.00	6.19	0+870	9.18	
	128.936	128.840	128.890	128.703	
	2.97	6.21	0+880	9.18	
	129.245	129.072	129.190	129.059	
	2.98	6.18	0+890	9.18	
	129.498	129.350	129.476	129.395	
	3.03	6.13	0+900	9.18	
	129.780	129.615	129.730	129.594	
	3.07	6.05	0+910	9.19	
	130.020	129.852	129.991	129.858	
	3.12	5.88	0+920	10.13	1.97
	130.265	130.040	130.240	130.140	130.270
	3.07	5.82	0+930	13.51	2.00

130.530	130.400	130.497	130.340	130.490
2.98	5.79	0+940	14.19	2.00
130.760	130.640	130.755	130.595	130.739
2.89	5.82	0+950	14.28	2.00
131.016	130.885	130.986	130.840	131.015
2.82	5.90	0+960	12.19	2.16
131.395	131.255	131.385	131.265	131.425
2.75	5.96	0+970	9.18	2.00
131.650	131.510	131.652	131.507	131.670
2.69	6.02	0+980	9.18	1.99
131.900	131.745	131.870	131.764	131.920
2.74	5.98	0+990	9.17	2.00
132.153	132.010	132.081	132.000	132.170
	5.91	1+000	9.18	2.00
	132.288	132.310	132.180	132.341
2.90	5.75	1+010	9.19	2.00

132.735	132.594	132.555	132.411	132.566
2.96	5.54	1+020	9.18	2.00
133.010	132.850	132.779	132.610	132.770
3.02	5.35	1+030	9.18	2.00
133.282	133.145	132.965	132.820	132.988
3.08	5.34	1+040	9.19	2.00
133.530	133.350	133.160	133.023	133.160
3.05	5.50	1+050	9.16	2.00
133.767	133.630	133.405	133.295	133.440
	6.29	1+060	9.15	2.00
	133.698	133.655	133.515	133.672
1.02	7.38	1+070	9.15	2.00
134.260	134.090	133.900	133.769	133.919
1.14	7.48	1+080	9.15	2.00
134.424	134.332	134.152	134.010	134.155
1.40	7.62	1+090	9.15	2.00

134.763	134.586	134.390	134.582	134.255
1.91	7.58	1+100	9.15	1.99
134.990	134.849	134.625	134.499	134.654
2.48	7.25	1+110	9.15	2.00
135.231	135.091	134.856	134.714	134.882
3.35	6.67	1+120	9.15	2.00
135.414	135.258	135.164	134.985	135.115
	6.47	1+130	9.15	2.00
	135.365	135.460	135.280	135.431
	6.86	1+140	9.15	2.00
	135.610	135.748	135.547	135.690
2.74	7.51	1+150	9.15	2.00
136.040	135.889	136.029	135.780	135.931
4.52	8.13	1+160	9.15	2.00
136.329	136.172	136.265	136.010	136.152

TABLA 17. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

FUENTE: PROPIA

4.3 ANALISIS DEL TRAMO

El tramo esta constituido por diferentes tipos de intersecciones, las cuales sirven para guiar al transito a sus diferentes rutas.

Este posee tres grandes intersecciones como lo son en la parte Norte la intersección de ENEL Central, cortando el tramo esta la intersección de la pista Miguel Obando y en la parte sur la más transitada la Rotonda Universitaria.

La Intersección de ENEL Central esta conformada por cuatro vías de entrada y cuatro de salida, esta intersección es controlada por semáforos los cuales regulan el flujo vehicular la cual pasa por ella.



FIGURA 12. INTERSECCION SEMAFOROS ENEL CENTRAL

FUENTE: GOOGLE EARTH

La Intersección de la pista Miguel Obando esta conformada de igual manera por cuatro vías de entrada y cuatro de salida, así mismo esta es regulada por semáforo, poseyendo semáforos peatonales ya que cerca de ella hay mucho flujo peatonal debido a las residencias que hay cerca así como el colegio Salomón de la Selva.



FIGURA 13. VIEJA INTERSECCION DE PISTA MIGUEL OBANDO

FUENTE: GOOGLE EARTH

La Rotonda Universitaria es la intersección mas importante que pasa por el tramo, ya que en ella circulan la mayor cantidad de vehículos proveniente de la parte este y oeste de Managua. Esta fue construida para facilitar y dar solución al congestionamiento que poseía la Intersección de ENEL Central, además para dar fluidez a la Pista Sur-urbana que en ese momento estaba contrayéndose.



FIGURA 14. ROTONDA UNIVERSITARIA RIGOBERTO LOPEZ PEREZ

FUENTE: GOOGLE EARTH

4.4 ANALISIS DE PROPUESTA

Debido a los estudios de tránsitos realizados se llegó a la conclusión que dentro de unos 10 años el nivel de servicio del tramo de carretera estará sobrepasada al nivel de servicio E, el cual es un nivel de servicio de embotellamientos muy continuos.

Se determino que el sentido derecho del tramo de carretera de Sur a Norte es el más transitado y de igual manera es lado que permite una ampliación ya que el lado opuesto no permite una ampliación debido a que esta habitado por pobladores lo cual significaría un problema legal para poder mover del lugar a las familias.

Por lo tanto, optamos a ampliar un carril más en la parte derecha del tramo viéndolo de Sur a Norte (Rotonda Universitaria a ENEL Central). Cabe señalar que la intersección de la Pista Miguel Obando a Colegio Salomón de la Selva, no será tocada lo cual la aplicación se adaptará a esta dicha intersección. El carril será de 3.05 metros, y se optara a reducir los bulevares existente.

Además se realizara una bahía de buses en ese mismo sentido, ubicada enfrente de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Recinto Universitario Ricardo Morales Avilés (RURMA).

Capítulo V. Diseño Estructural

5.1. MARCO TEÓRICO

5.1.1 PAVIMENTOS ASFALTICOS

La estructura de un pavimento asfáltico o estructura del pavimento flexible es un conjunto de capas de mezclas de asfalto y áridos seleccionados situadas sobre la explanación. Los pavimentos asfálticos son aquellos compuestos de una capa de superficie de áridos envueltos en aglomerados con betún asfáltico, con un espesor mínimo de 25mm sobre capas de sustentación.

El asfalto se presta particularmente bien para la construcción por varias razones: -Proporciona una buena unión y cohesión entre agregados, incrementando por ello la resistencia con la adición de espesores relativamente pequeños y es capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos.

Este recibe en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes:

1. Anchura.
2. Trazo horizontal y vertical.
3. Resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos.
4. Edemas de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas.

El Pavimento debe presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se debe colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior.

La resistencia de las diferentes capas no solo dependen del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

5.1.2 CONCEPTOS Y FUNCIONES DEL PAVIMENTO

a. Drenaje.

A pesar de la importancia que se concede al drenaje en el diseño de carreteras, los métodos corrientes de dimensionamiento de pavimentos incluyen con frecuencia capas de base de baja permeabilidad y consecuentemente de difícil drenaje. El método deja en libertad a ingeniero de Diseño para identificar cual nivel o calidad de drenaje se logra bajo una serie específica de condiciones de drenaje.

Calidad del Drenaje	Termino para remoción del agua.
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Aceptable	1 semana
Pobre	1 mes
Muy bueno	(El agua no drena)

TABLA 18. CRITERIO A TOMAR PARA EL DRENAJE

FUENTE: AASHTO

b. Sub-rasante.

La sub-rasante se refiere a la capa de suelo situada debajo del pavimento su función es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento. Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad. Las características con las que debe cumplir son: f máximo de 3", expansión máxima del 5%, grado de compactación mínimo del 95%; espesor mínimo de 30cm para caminos de bajo tránsito y de 50cm en caminos con un TPDA > de 2000 vehículos. Otra de las funciones de la sub-rasante es evitar que el terraplén contamine al pavimento y que sea absorbido por las terracerías.

Así mismo esta capa, además del material natural puede incluir en su mezcla material de bancos o aditivos para mejorar su función. La resistencia es un factor básico en la determinación de los espesores de las capas de pavimento y se evalúa en Nicaragua normalmente por medio de la prueba del CBR.

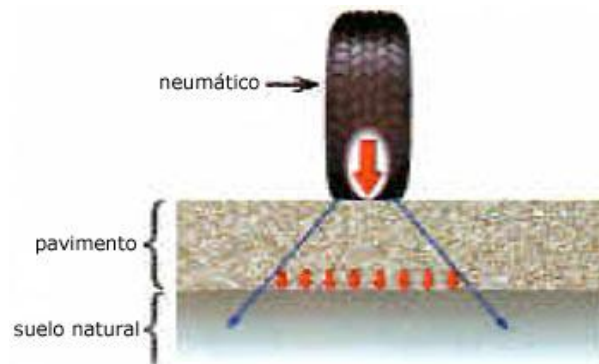


FIGURA 15. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

FUENTE: PROPIA

c. Sub-base.

Cumple una cuestión de economía ya que nos ahorra dinero al poder transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente de material de sub-base (no siempre se emplea en el pavimento), impide que el agua de las terracerías ascienda por capilaridad y evitar que el pavimento sea absorbido por

la sub-rasante. Deberá transmitir en forma adecuada los esfuerzos a las terracerías.

Otra función consiste en servir de transición entre el material de base. Generalmente granular más o menos grueso, y la propia sub-rasante, generalmente formada por materiales más finos.

- **Función de la sub-base.**

-Prevenir la intrusión de los finos del suelo de sub-rasante en las capas de base, para lo cual se debe especificar materiales de graduación relativamente densa para este propósito.

-Minimizar los daños por efecto de las heladas y en estos casos se debe especificar materiales con alto porcentaje de vacíos.

-Ayuda a prevenir la acumulación de agua libre dentro de la estructura del pavimento. En este caso se debe especificar material de libre drenaje y colectores para evacuar el agua.

-Proveer una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

-Dar soporte a las capas estructurales siguientes.

- **Materiales.**

Se podrá usar partículas limpias, con suelos tipo grava arenosa, arenas arcillosas o suelos similares, que cumplan los siguientes requisitos:

-Inorgánicos.

-Libres de materia vegetal.

-Libres de escombros.

-Libres de basuras.

-Libres de material congelado.

-Sin presencia de terrones.

-Sin presencia de trozos degradables.

Además se debe cumplir las siguientes características:

Limite liquido (LL)	25 %	Máx.
Índice de plasticidad (IP)	6 %	Más.
Poder de soporte (CBR)	40 %	Min.
Desgaste de los Ángeles	60 %	Más.
Finos que pasa malla N° 200	15 %	Más.

- **Equipo de mezclado y perfilado.**

La motoniveladora es la maquina mas adecuada para hacer los trabajos de perfiladura. Es automotriz y sus cuchillas auto ajustables.

Equipo de riego

Pueden estar formados por camiones estanque provisto de bombas y barras regadoras que permitan una aplicación uniforme y continua del agua, en anchos variables y en cantidades controladas.

a. Equipo de compactación

La elección del equipo de compactación, dependerá de las características del material.

b. Limitaciones meteorológicas

Las faenas de construcción de la sub-base, deberán suspenderse cuando las condiciones del tiempo afecten en forma adversa la calidad de la capa terminada.

c. Confección

La confección de la sub-base deberá ejecutarse en plantas procesadoras fijas o móviles, que aseguren la obtención de material que cumpla con los requisitos establecidos. El material deberá acopiarse en canchas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los materiales.

d. Colocación

La sub-base debidamente preparada se extenderá sobre la plataforma del camino, incluyendo las áreas de bermas, mediante equipos distribuidores autopropulsados, debiendo quedar el material listo para ser compactado sin

necesidad de mayor manipulación para obtener el espesor y perfil transversal deseado.

La sub-base deberá construirse por capas de espesor compactado no superior a 0.3 m ni inferior a 0.12 m. Espesores superiores a 0.3 m se extenderán y compactaran en capas. El material extendido debe ser de una granulometría homogénea, no debiendo presentar bolsones o nidos de materiales finos o gruesos. Ningún material deberá ser colocado sobre nieve o sobre una capa blanda, barrosa o helada.

e. Compactación

Una vez esparcido el material, este deberá compactarse mediante rodillos preferentemente del tipo vibratorios y riegos adicionales para terminar con rodillos lisos o neumáticos. El rodillado deberá progresar en forma gradual desde el punto bajo de los costados hacia el centro de la vía en construcción, traslapando cada pasada con la precedente en por lo menos la mitad del ancho del rodillo.

f. Terminación

Cualquier área de la sub-base terminada que presente un espesor compactado menor al espesor indicado, deberá corregirse mediante el escarificado de la superficie, agregando material aprobado, perfilando, recompactando y terminando conforme a lo especificado. No se recomiendan los parches superficiales de un área, sin que se escarifique la superficie de manera de lograr la ligazón correcta del material agregado.

Las áreas con un nivel superior a la tolerancia especificada, serán rebajadas, regadas y compactadas nuevamente hasta cumplir con lo establecido. La sub-base terminada, deberá quedar uniformemente lisa y paralela a la superficie terminada de la calzada, recomendándose no tener variaciones en ningún lugar de más de 2 cm por sobre o bajo los perfiles indicados en los planos.

g. Mantención

La sub-base deberá mantenerse en su longitud total, mediante el uso de motoniveladoras y rodillos aprobados para recibir la capa inmediatamente superior.

d. Base.

Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. La carpeta es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento.

Regularmente esta capa además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores. El valor cementante en una base es indispensable para proporcionar una sustentación adecuada a las carpetas asfálticas delgadas. En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales.

En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario que los granos tengan una forma semejante a la que marcan las fronteras de las zonas, siendo de mayor importancia que el material tenga un VRS (valor relativo de soporte) y una plasticidad mínima; además se recomienda no compactar materiales en las bases que tengan una humedad igual o mayor que su límite plástico.

Las bases pueden construirse de diferentes materiales como:

- a. Piedra triturada o grava de depósitos de aluvión (base hidráulica).
- b. Materiales estabilizados con cemento, asfalto o cal.
- c. Losas de concreto hidráulico.

Desde el punto de vista económico, la base permite reducir el espesor de la carpeta que es más costosa.

Los materiales a utilizar en la base deberán estar libres de residuos orgánicos, suelo vegetal, arcillas u otro material perjudicial. Además debe cumplir los siguientes requisitos:

- Desgaste de los Ángeles

Pavimento Asfalto	10 %	Máx.
Pavimento Hormigón	40 %	Máx.
Límite líquido (LL)	25 %	Máx.
Índice de Plasticidad (IP)	6 %	Máx.
Poder de soporte (CBR)		
Pavimento Asfalto	80 %	Mín.
Pavimento Hormigón	60 %	Mín.

- Equipos

-Motoniveladora.

-Equipo de riego.

-Equipo de compactación; compactadores vibratorios, y eventualmente rodillos de neumáticos.

- Limitaciones climáticas

La faena de construcción de la base deberá suspenderse cuando las condiciones meteorológicas afecten en forma perjudicial la calidad de la capa terminada.

No deberá ser colocada cuando la temperatura ambiente en descenso alcance a 3°C.

- Condiciones de la sub-base

Con anterioridad a la construcción de la base, deberá limpiarse y retirarse toda sustancia extraña a la sub-base o sub-rasante previamente aceptada. Los baches o puntos blandos deformables que se presenten en su superficie o cualquier área que tenga una compactación inadecuada o cualquier desviación de la superficie, deberán corregirse.

- Colocación

La construcción de la base deberá ajustarse a los perfiles longitudinales y transversales del proyecto y cubriendo un ancho mayor al que la calzada de a lo menos 10 cm a ambos costados. Se depositaran y se esparcirán los materiales por cordones, en una capa uniforme sin segregación de tamaños, de manera que la capa tenga el espesor requerido al ser compactada.

No se permitirá el acarreo por sobre la base no compactada. El material de base agregado, que haya sido procesado en una planta o haya sido mezclado o combinado in situ, deberá tenderse en una capa uniforme con la profundidad y ancho indicados en los planos del proyecto.

El esparcido se realiza mediante una motoniveladora, esparcidor mecánico u otro método aprobado. Durante el tendido, deberá cuidarse de evitar cortes en la capa subyacente. La operación deberá continuar hasta que el material haya alcanzado por lo menos un 95% de la densidad máxima seca dada por el ensaye del Proctor Modificado.

Ningún material deberá colocarse en nieve o en una capa blanda, barrosa o helada.

- Compactación

Después que el agregado haya sido esparcido, se le deberá compactar por medio de rodillado y riego. La compactación deberá avanzar gradualmente desde los costados hacia el centro de la vía en construcción. El rodillado deberá continuar hasta lograr la densidad especificada y hasta que no sea visible el deslizamiento del material delante del compactador.

La distribución y el rodillado continuaran alternadamente tal como se requiere para lograr una base lisa, pareja y uniformemente compactada. No se deberá compactar cuando la capa subyacente se encuentre blanda o dúctil, o cuando la compactación cause ondulaciones en la capa de la base.

- Controles

Una vez compactado el material se procederá a controlar la compactación por medio de la toma de densidades in situ de acuerdo a la norma T 147 de AASHTO. Los controles mínimos son ensayo de granulometría, capacidad de soporte (CBR), Limites de Atterberg y Proctor Modificado.

- Terminación

Cualquier área de la base terminada cuyo espesor compactado sea inferior al indicado o tenga ondas o irregularidades que excedan de 1 cm, deberán corregirse mediante escarificación de la superficie, perfilando, recompactando la respectiva área.

La superficie de la base terminada, no deberá tener ningún punto cuya cota varíe en mas de 1.5 cm sobre o bajo los niveles establecidos en los planos. Los espesores no podrán ser inferiores al 5% del espesor especificado.

e. Bases mixta.

Las bases mixtas son aquellas que están conformadas por una base granular y además una cantidad dosificada de cemento y asfalto liquido. Se necesita de maquinaria especializada para desarrollar los trabajos dosificación y mezclado de estas bases. Generalmente la maquinaria utilizada para tales efectos son los

equipos del tipo Pulver Mix o Bomag MPh-100, que son maquinas mezcladoras de suelo.

f. Carpeta.

La carpeta debe de proporcionar una superficie de rodamiento adecuada con textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito. Además, debe ser una capa prácticamente impermeable, constituyendo una protección para la base. Cuando está hecha de concreto asfáltico colabora a la resistencia estructural del pavimento. Desde el punto de vista del objetivo funcional del pavimento, es el más importante.

5.1.3 SISTEMAS DE DISEÑO DE PAVIMENTO

Los sistemas de diseño de pavimento han venido cambiando a medida de las nuevas tecnologías que van surgiendo, así como la información técnica ha venido desarrollándose. Hoy en día existen muchos métodos de diseño, ya que los criterios y adaptabilidad en estos varían sensiblemente.

Debe de tenerse presente que, dentro de estos aspectos que deben de considerarse para asegurar el buen comportamiento de la estructura de pavimento deben incluirse muchos factores, además de la simple determinación de los espesores que lo conforman.

Por ejemplo, las especificaciones de los materiales requeridos y su control de calidad tendrán una significativa influencia en la probabilidad que la estructura se comporte de acuerdo a lo previsto. Es decir, que el diseño de pavimento es mucho más que la selección de espesores.

Un buen diseñador y proyectista debe de tener un conocimiento integral de material de construcción y de las condiciones locales del sitio donde el pavimento va a ser construido.

La idea básica en la construcción de un camino, pista de aterrizaje, calle o estacionamiento bajo cualquier condición climática, es la preparación de una sub-rasante, proveer el drenaje y construir un pavimento que:

1. Tenga un espesor total y una resistencia interna suficiente para la carga del tránsito esperado.
2. Impida la penetración o acumulación interna de humedad, y disponga de una superficie de rodamiento lisa, resistente al deslizamiento y resistente al uso, distorsión y el deterioro provocado por agente climático.

5.1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

Básicamente existen dos tipos de pavimentos: rígidos y flexibles. La diferencia esencial es la forma como las cargas son distribuidas a la sub-rasante.

- **Pavimento Rígido.**

Se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varia entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.

- **Pavimento flexible.**

Resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento esta compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.

Existe un tercer tipo de pavimento semi-rígido o semi-flexible, es aquel que, conservando la estructura esencial de un pavimento flexible, tiene una o más capas rigidizadas artificialmente.

Se puede observar que los pavimentos rígidos están constituidos primordialmente de concreto hidráulico que los pavimentos flexibles clásicos que contienen una capa superficial a base de material asfáltico.

5.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Para el criterio a diseñar se utiliza el método de la AASHTO, consiste en las siguientes variables para el diseño:

Restricciones de tiempo: En este se incluye la escogencia de los datos de entrada para los periodos de análisis que afectaran o restringirán el diseño del pavimento desde el punto de vista del tiempo. Es decir, permiten seleccionar diversas estrategias de diseño, desde estructuras construidas para que dure todo el periodo de análisis hasta su construcción por etapas con una estructura inicial y colocación de sobrecapas programadas.

Periodo de diseño: Es el tiempo que dura una estructura inicial de pavimento antes de que requiera rehabilitación. También se refiere al lapso entre dos rehabilitaciones sucesivas

Periodo de Análisis: Se refiere al periodo para el cual se va a adelantar el análisis, es decir, el transcurso de tiempo que a cualquier estrategia de diseño debe cubrir. El periodo de análisis es análogo al termino periodo de diseño

El transito: Se basa en el número de ejes equivalentes en el carril de diseño

Confiabilidad: es un proceso de diseño-comportamiento de un pavimento a la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportara satisfactoriamente bajo las condiciones de transito y ambientales durante el periodo de diseño, este pretende incorporar algún grado de certidumbre al procedimiento del diseño, para asegurar que las diferentes alternativas de este se mantengan para el periodo del diseño.

Criterios de comportamientos

Serviciabilidad: la serviciabilidad de un pavimento se define como la idoneidad que tiene el mismo para servir a la clase de transito que lo va a utilizar, la mejor manera forma de evaluarla es a través del índice de servicio presente (PSI) el cual varia de 0 s 5. la AASHTO sugiere un valor de 2.5 para las autopistas y vías principales y 2.0 para las demás carreteras

Modulo resiliente de la subrasante:

La base para la caracterización de los materiales de subrasante en este método, es el modulo resiliente o elástico. Este modulo se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición y por tal motivo se han establecido correlaciones para determinarlo a partir de otros ensayos. Heukelom y Klomp, han encontrado una relación entre el Mr medido en el campo y el CBR de laboratorio para la misma densidad.

$$Mr \text{ (psi)} = 1500\text{CBR.}$$

Expresión que se considera razonablemente aproximada para suelos finos con un CBR sumergido no mayor de 10.

Característica 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 método no presenta requisitos específicos respecto de la calidad de los materiales de sùbase, resultando aceptable cualquier material convencional. El uso de la sub-base en este método requiere del campo de un coeficiente de capa

(a_3) 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 granulada o estabilizada y los requisitos de calidad deben ser, superiores a los de subbase. El material estará representado por un coeficiente (a_2) que permite convertir su espesor real a su número estructural.

Respecto a la capa de rodadura, consistirá en una mezcla de agregados pétreos y un producto bituminoso.

La mezcla se deberá de diseñar y construir de modo que no solo preste una función estructural, sino que además, resista la fuerza abrasiva del tránsito, proporcione una superficie antideslizante y uniforme y prevenga la penetración del agua superficial.

Coefficiente de capas:

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (D_i), 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 para funcionar como parte de la estructura del pavimento. El método presenta cinco categorías de estos coeficientes, de acuerdo con el tipo y función de la capa considerada: concreto asfáltico, base granular, subbase granular, base tratada con cemento y base asfáltica.

Concreto asfáltico:

La figura 3.1 (ver anexo) proporciona un gráfico que puede emplearse para estimar coeficiente (a_1) de la capa estructural de una rodadura de concreto asfáltico de gradación densa, con base en su módulo elástico (resiliente) a 20° C (68° F).

Bases granulares:

La figura 3.2 (ver anexo) muestra un gráfico que puede emplearse para estimar el coeficiente estructural (a_2), a partir de uno de cuatro resultados de ensayo diferentes de laboratorio sobre un material granular de base, incluyendo el módulo resiliente de la base.

Bases estabilizadas:

el gráfico que puede ser empleado para hallar el coeficiente (a_2), de una base de suelo cemento, a partir de su módulo elástico o de su resistencia a compresión a 7 días y la figura 4.26 (ver anexo) presenta el ábaco para hallar el coeficiente

correspondiente a las bases asfálticas, en función de su modulo o su estabilidad Marshall.

Súbase granulares:

Es posible determinar el coeficiente (a_3) para una sub-base granular, en función de los mismos ensayos considerados para las bases granulares.

Para calcular el ESAL se procedió a lo siguiente:

Se clasifico el transito entre liviano hasta un C3

5.3 MEMORIA DE CALCULO DE PAVIMENTO

Tipo de vehiculo	Peso por eje	TPDA	Factor de Crecimiento	Transito de Diseño	Factor esal	Esal de Diseño
Liviano	10,000.00	7,370.00	3,410.33	25,134,132.10	0.0002	5,026.826
	20,000.00				0.0002	5,026.826
Buses	10,000.00	477.00	3,410.33	1,626,727.41	0.0790	128,511.465
	20,000.00				1.5700	2,553,962.034
C2	12,000.00	233.00	3,410.33	794,606.89	0.1740	138,261.599
	22,000.00				2.3400	1,859,380.123
C3	14,000.00	155.00	3,410.33	528,601.15	0.3380	178,667.189
	38,000.00				1.7300	914,479.990
					Σ	5,783,316.05

- Confiabilidad = 90%
- Servicio Inicial = 4.2
- CBR de diseño = 11%
- Módulo de resistencia = (10 x 10,500)
- $MR_{SR} = 16,500$ psi
- $MR_B = 31 \times 10^3$ psi
- $MR_{SB} = 17 \times 10^3$ psi
- $MY_{CR} = 400,000$ psi
- $Esal = 5.67 \times 10^6$
- Periodo de diseño = 15
- Precipitación pluvial = 800 – 1,500mm/apa
- Tasa de crecimiento = 3.4
- Desviación estándar = 0.45

Por tabla

$$a_1 = 0.44$$

$$a_2 = 0.14$$

$$a_3 = 0.12$$

VER ANEXO. SECCIÓN #3.1, 3.2, 3.3

$$S_{n1} = 3.2$$

$$S_{n2} = 3.4$$

$$S_{n3} = 2.8$$

VER ANEXO. SECCIÓN #3.4

$$D_1 = \frac{2.60}{0.44} = 5.9 \cong 6''$$

$$SN_1^* = D_1^* \cdot x a_1 \geq SN_1$$

$$SN_1^* = 6.15(0.44) \geq$$

$$SN_1^* = 2.706 \geq 2.60$$

$$D_2 = \frac{3.2 - 2.706}{0.14(1)} = 3.52'' + 1/4 = 3.77''$$

$$SN_2^* = 3.77 \times 0.14$$

$$SN_1^* = 0.5278$$

$$2.706 + 3.23 \geq 3.2$$

$$5.939 \geq 3.2$$

$$D_3 = \frac{3.4 - (3.233)}{0.12(1)} = 1.385$$

Como los siguientes dado para las diferentes capas de la vía, notamos que la base es menor a la de la carpeta de rodamiento y ya que nuestro tránsito es del tipo pesado, no tendremos sub base, y aumentaremos la base a 8''

Espesores Finales:

Carpeta de Rodamiento= 6'' = 15cm

Base= 8''= 20cm

Capitulo VI. Diseño Hidráulico

6.1. MARCO TEÓRICO

6.1.1. OBRAS DE DRENAJE.

Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad.

Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- a. Dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino.
- b. Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
- c. Evitar que el agua provoque daños estructurales.

De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil, facilidad de acceso y la vida útil del camino.

6.1.1.1. Tipos de drenaje.

Para llevar a cabo lo anteriormente citado, se utiliza el drenaje superficial y el drenaje subterráneo.

6.1.1.2. Drenaje superficial.

Se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo.

En el drenaje superficial encontramos: cunetas, contra cunetas, bombeo, lavaderos, zampeados, y el drenaje transversal.

6.1.1.3. Cunetas.

Las cunetas son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos.

Se evitara dar una gran longitud a las cunetas, mediante el uso de obras de alivio.

En algunos casos será necesario proteger las cunetas mediante zampeados, debido a la velocidad provocada por la pendiente.

Las contra cunetas son zanjas que se construyen paralelamente al camino, de forma trapecial comúnmente, con plantilla de 50 cms y taludes adecuados a la naturaleza del terreno.

6.1.1.4. Contra cunetas.

La función de las contra cunetas es prevenir que llegue al camino un exceso de agua o humedad, aunque la practica ha demostrado que en muchos casos no es conveniente usarlas, debido a que como se construyen en la parte aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos y derrumbes.

Si son necesarias, deberá, estudiarse muy bien la naturaleza geológica del lugar donde se van a construir, alejándolas lo mas posible de los taludes y zampeándolas en algunos casos para evitar filtraciones.

6.1.1.5. Bombeo.

Es la inclinación que se da ha ambos lados del camino, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

El bombeo depende del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentaje y es usual un 2 a 4 por ciento en caminos revestidos.

6.1.1.6. Zampeado.

Es una protección a la superficie de rodamiento o cunetas, contra la erosión donde se presentan fuertes pendientes. Se realiza con piedra, concreto ciclópeo o concreto simple.

6.1.1.7. Lavaderos.

Son pequeños encauzamientos a través de cubiertas de concreto, lamina, piedra con mortero o piedra acomodada que se colocan en las salidas de las alcantarillas o terrenos erosionables, eliminando los daños que originaria la velocidad del agua.

6.1.1.8. Drenaje transversal.

Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso.

En este tipo de drenajes, algunas veces será necesario construir grandes obras u obras pequeñas denominadas obras de drenaje mayor y obras de drenaje menor, respectivamente.

6.1.1.9. Las alcantarillas.

Son estructuras transversales al camino que permiten el cruce del agua y están protegidas por una capa de material en la parte superior, pueden ser de forma rectangular, cuadrada, de arco o tubular, se construyen de concreto, lamina, piedra o madera.

Para canalizar el agua se complementan con muros o aleros en la entrada y salida, podemos decir que actualmente en los caminos rurales, las mas usuales son las alcantarillas laminares.

6.1.1.10. Drenaje subterráneo.

El drenaje subterráneo es un gran auxiliar para eliminar humedad que inevitablemente ha llegado al camino y así evitar que provoque asentamientos o deslizamientos de material.

Son usuales los drenes ciegos que consisten en zanjas bajo las cunetas rellenas con material graduado con una base firme que evite filtraciones mas allá de donde se desea, dirigiendo el agua hacia un lugar donde se le pueda retirar de manera superficial del camino, las dimensiones varían según las características hidrológicas del lugar donde se van a construir, son funcionales en varios tipos de camino. La plantilla de estos es de 45 cm. Y de 80 a 100 cm. De profundidad, el material se graduara cuidadosamente en capas con tamaños uniformes.

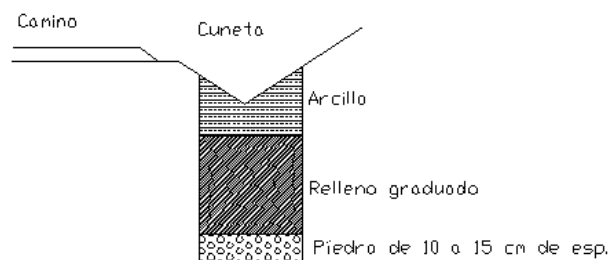


FIGURA 16. DRENAJE SUBTERRANEO

FUENTE: PROPIA

También se usan con el mismo fin drenes con tubos perforados que recogen el agua de la parte inferior del camino bajo las cunetas, su construcción consiste en la apertura de una zanja para colocar un tubo de barro o concreto que canalice el agua.

El cuidado con que se coloquen los tubos, la determinación de su diámetro y resistencia, influirá en la funcionalidad y duración del drenaje.

El diámetro no será menor a quince centímetros con numerosas perforaciones, rellenando con material adecuado para evitar taponamientos que junto con las roturas del tubo, son las principales fallas de este tipo de drenaje.

Cualquier tipo de drenaje subterráneo, debe permitir una salida fácil del agua con pendiente adecuada no menor del medio por ciento.

Para un flujo uniforme se utiliza la formula de Manning, como se muestra a continuación.

$$V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V = Velocidad media en metros por segundo.

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

R = Radio hidráulico en metros (área de la sección entre el perímetro mojado)

S = Pendiente del canal en metros por metro.

a. Valores de N para la formula de Manning.

TIPO DE MATERIA	n
Tierra común, nivelada y aislada	0.02
Roca lisa y uniforme	0.03
Rocas con salientes y sinuosa	0.04
Lechos pedregosos y bordos enyerbados	0.03

Plantilla de tierra, taludes ásperos	0.03
--------------------------------------	------

b. Determinación del área hidráulica.

$$Q = \frac{A}{V} \qquad q = (A)(1/n)(R)^{2/3}(S)^{1/2}$$

Donde:

Q = gasto en m³/seg.

A = Área de la sección transversal del flujo en m²

6.2. CRITERIOS EN EL DISEÑO HIDRÁULICO

El cálculo del caudal máximo probable que pueda suceder en el punto de cierre de la cuenca, es imprescindible para la toma de decisión en lo referente a la construcción de estructuras hidráulicas para determinar niveles de inundación producidos por avenidas.

El transito de avenida son todos los procedimiento por los cuales se pueden determinar en tiempo y magnitud de una avenida en un punto de cause, basándose en datos conocidos o supuestos en uno o mas puntos de agua arriba del sitio de interés.

6.2.1.PERÍODO DE RETORNO

La lluvia de diseño de un sistema de aguas lluvias es un tema relativamente complejo, puesto que depende del grado de seguridad antes las inundaciones que requiera la ciudadanía, o sea el período de retorno de la misma. Tradicionalmente para elegir el período de retorno de diseño se recurre a la bibliografía de otros países adoptando criterios similares.

Se puede decir que el comportamiento de una lluvia cuya intensidad máxima diaria no tiene necesariamente relación con el volumen anual precipitado. Estas lluvias a su vez son comparables en cuanto a precipitaciones diarias con las que ocurren en otros países o región o cuencas adyacentes, pero a nivel de precipitaciones horarias se encuentran significativas diferencias, que corresponden precisamente a aquellas duraciones que tienen relevancia para la evacuación y drenaje de aguas lluvias urbanas.

Para el caso de los ríos que pasan por tres zonas urbanas los municipios proceden a zonificar las áreas sujetas que se dividen en tres zonas:

SEGÚN EL TIPO DE VÍA SE RECOMIENDA LOS SIGUIENTES PERIODOS DE RETORNO	
Vialidad local (avenidas y calles de importancia no traspasa la zona)	2años
Vialidad distribuidora (distribuye o alimenta la vía arterial)	5años
Vialidad arterial (autopista urbana y avenidas básicas)	10años
Vialidad especial (acceso Inst. seguridad o Serv. Públicos vital)	10años

TABLA 19. PERIODO DE RETORNO

FUENTE: PROPIA

Tanto para el estudio de la erosión, como para el cálculo y diseño de las estructuras de conservación de suelos e hidráulicas, es necesario el estudio de las precipitaciones máximas. El período de retorno será mayor cuanto mayor sea la importancia y la repercusión social, ecológica y económica de la obra. Así la necesidad de disponer de amplios períodos de retorno contrasta con la disponibilidad de series de datos climatológicos, por lo que se debe recurrir a estimaciones estadísticas.

OBRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)
Estructuras provisionales en zanja	5
Drenaje longitudinal, cunetas, etc....	5 – 10
Estructuras semi-permanentes.	10
Terrazas de desagüe	10
Pequeñas estructuras permanentes	15 – 20
Terrazas de absorción, aliviaderos	20
Grandes estructuras permanentes	50 – 100

TABLA 20. PERIODO DE RETORNO POR OBRA

FUENTE. PROPIA

6.3. MEMORIA DE CÁLCULOS

6.3.1 CALCULO HIDROLÓGICO

a. Ubicación.

Se delimitan posibles redes para el flujo de aguas pluviales procedentes de los tragantes hasta su descarga.

b. Tragantes (Trag).

Se dan a conocer la cantidad de tragantes los cuales tendrá la red.

c. Área.

Se traza un área tributaria a lo cual caerá la precipitación a cada tragante.

d. Curso de Agua (Lc).

Es la longitud de recorrido que tendrá el agua hacia el tragante.

e. Altura Máxima (Hmáx).

Es la cota máxima del curso de agua hacia el tragante.

f. Altura Mínima (Hmin).

Cota mínima del curso de agua, cota del tragante.

g. Pendiente del Terreno (Sc).

La pendiente del terreno se calcula de acuerdo a las alturas máximas y mínimas y a la distancia máxima del flujo en la cuenca.

$$Sc = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{Lc}$$

h. (K).

$$K = \left(\frac{3.28 * Lc}{\sqrt{Sc}} \right)$$

Donde:

L: Longitud de cauce principal en metros.

Sc: Pendiente del cauce en m/m

i. Tiempo de concentración (Tc).

Se calcula aplicando el método del proyecto Hidro.-meteorológico Centroamericano.

$$Tc = 0.0041 * K^{0.77}$$

El tiempo de concentración puede ser valor estipulado de antemano sin calcular.

f. Intensidad de precipitación (I).

Se obtiene por lectura directa en la curva de Intensidad Duración Frecuencia (IDF) de la estación meteorológica o por la aplicación de su respectiva ecuación definida para el período de retorno (Tr) seleccionado para el diseño.

$$I = \frac{A}{(Tc+B)^y}$$

Curvas I-D-F, TR=10 años	
A=	1,502.995
B=	13.0
Y=	0.715

Donde:

A, B, y: Valores constantes obtenidos del análisis estadístico y válido para un determinado período de retorno (TR).

I: Intensidad de precipitación de precipitación en mm/h

Tc: Tiempo de concentración en minutos.

g. Coeficiente de escorrentía (C).

Para determinar el coeficiente de escorrentía, que refleja las características de la cuenca, como topografía, tipo de suelo y uso de la tierra, rehace uso de la tabla presentada por el departamento de drenaje pluvial de la alcaldía de Managua:

PARÁMETRO	VALOR
Uso del suelo	Us = 0.249
Tipo de suelo	Ts = 1.250
Pendiente del terreno: (0.0 a 3.0%)	Pt = 1.200
C = Us * Ts * Pt.	0.3730.249*1.25*1.20

g. Caudal de Diseño (Qtg).

Se calcula por la aplicación del método racional, o sea:

$$Q = 2.778 * 10^{-7} * C * I * A$$

Donde:

Q: Caudal en m³/seg.

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad de precipitación en mm/h.

A: Área de la cuenca en km².

6.3.1.1. CALCULO HIDRAULICO

a. Longitud de Tubería (L).

Se calcula la longitud de la tubería mediante la red.

b. Pendiente de Tubería (s).

Es la pendiente que la tubería lleva.

c. Diámetro de Tubo (d).

Es el diámetro que posee el tubo a utilizar.

d. Área Hidráulica (Aw).

Es el área dentro del tubo, donde el flujo va a pasar.

$$A_w = 0.7602 * d^2$$

e. Radio Hidráulico (Rh).

Es el cociente entre el área de la sección transversal mojada y el perímetro mojado de un curso de agua o de un conducto cerrado.

$$R_h = 0.2903 * d$$

f. Velocidad de Flujo (V).

Es la velocidad con la cual transita el flujo de agua dentro del tubo.

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \sqrt{s}$$

g. Capacidad del Tubo (Qt).

Es la capacidad que posee el tubo dentro de el.

$$Qt = V * A_w$$

Proyecto :		Rehabilitación Tramo ENEL a Rotonda Universitaria							Calculador: Alexander Velazquez, Abel Garache e Ingrid				Fecha :		Noviembre, 2007		Periodo de Retorno = 10 años				HOJA 1				
Cálculos hidrológicos														Cálculos hidráulicos											
ubicación	Trag.	Area	Curso agua	Hmáx.	Hmín.	Sc	Sc ^{0.5}	K	K ^{0.77}	Tc	Tc _{prom}	I	C	Caudal I diseño	Líneas de tubería	Caudal diseño Tubería (Qtb)	Long tubería a (L)	Pend tubería (s)	Diám tubo (d)	Area hidrá u (Aw)	Radio Hidráu (Rh)	Velo c flujo (V)	Capa c tubo (Qt)		
		m ²	m	m	m					minuto	mm/hr			m ³ /s		m ³ /s	m	%	pulg	m ²	m	m/seg	m ³ /s		
Red 1	Tg-1	616	150	142.00	134.01	0.0533	0.2308	2131.76	365.70	1.50				0.373	0.014	VP-1 a PVP	0.03	89.78	1.00	21	0.22	0.15	2.22	0.48	
	Tg-2	508	131	144.00	134.33	0.0738	0.2717	1581.49	290.59	1.19				0.373	0.012										
	Tg-3	1,526	84	133.77	132.18	0.0189	0.1376	2002.60	348.52	1.43				0.373	0.036	VP-2 a PVP	0.10	70.00	1.00	24	0.28	0.18	2.42	0.68	
	Tg-4	208	22	134.85	134.33	0.0235	0.1533	470.72	114.29	0.47				0.373	0.005										
	Tg-5	1,715	70	132.00	130.34	0.0237	0.1540	1490.96	277.70	1.14	1.08	226.88		0.373	0.040										
	Tg-6	1,278	70	132.03	130.40	0.0233	0.1526	1504.62	279.65	1.15				0.373	0.030	VP-3 a PVP	0.20	20.00	1.25	42	0.87	0.31	3.94	3.41	
	Tg-7	2,150	75	129.86	127.84	0.0269	0.1642	1498.59	278.79	1.14				0.373	0.051										
	Tg-8	2,295	75	129.85	127.82	0.0271	0.1646	1494.16	278.15	1.14				0.373	0.054	VP-4 a PVP	0.04	139.99	1.00	21	0.22	0.15	2.22	0.48	
	Tg-9	1,725	53	127.86	125.28	0.0487	0.2206	787.91	169.94	0.70				0.373	0.041										
	Tg-10	2,433	65	127.82	125.40	0.0372	0.1928	1105.62	220.59	0.90				0.373	0.057	VP-5 a Cauc	0.34	13.96	1.25	42	0.87	0.31	3.94	3.41	
Area total										Promedi		1.08													

ubicación	Trag.	Area	Curso agua	H.máx.	Hmín.	Sc	Sc ^{0.5}	K	K ^{0.77}	Tc	Tc _{prom}	I	C	Caudal I diseño	Líneas de tubería	Caudal diseño Tubería (Qtb)	Long tubería a (L)	Pend tubería (s)	Diám tubo (d)	Area hidrá u (Aw)	Radio Hidráu (Rh)	Velo c flujo (V)	Capa c tubo (Qt)		
		m ²	m	m	m					minuto	mm/hr			m ³ /s		m ³ /s	m	%	pulg	m ²	m	m/seg	m ³ /s		
Red 2	Tg-11	1,892	83	125.18	122.10	0.0371	0.1926	1413.47	266.51	1.09				0.373	0.044	VP-1 a PVP	0.10	50.00	1.00	21	0.22	0.15	2.22	0.48	
	Tg-12	2,150	83	125.40	121.93	0.0418	0.2045	1331.26	254.50	1.04				0.373	0.051										
	Tg-13	968	40	122.10	120.19	0.0476	0.2183	601.04	137.96	0.57				0.373	0.023	VP-2 a PVP	0.15	30.26	1.50	24	0.28	0.18	2.97	0.84	
	Tg-14	1,054	40	121.93	119.96	0.0494	0.2221	590.60	136.11	0.56	1.58	221.23		0.373	0.025										
	Tg-15	1,045	15	120.19	119.42	0.0517	0.2273	216.45	62.84	0.26				0.373	0.025	VP-3 a PVP	0.18	149.97	1.00	24	0.28	0.18	2.42	0.68	
	Tg-16	1,361	118	119.96	115.76	0.0356	0.1886	2051.99	355.12	1.46				0.373	0.032										
	Tg-17	629	129	118.24	113.54	0.0364	0.1909	2216.71	376.87	1.55				0.373	0.015	VP-4 a PVP	0.05	449.88	1.00	21	0.22	0.15	2.22	0.48	
	Tg-18	552	155	115.76	110.15	0.0362	0.1902	2672.33	435.22	1.78				0.373	0.013										
	Tg-19	1,866	430	113.08	99.26	0.0321	0.1793	7866.96	999.47	4.10				0.373	0.044										
	Tg-20	1,096	339	110.15	99.24	0.0322	0.1794	6198.13	831.84	3.41				0.373	0.026	VP-5 a Cauc	0.30	18.62	1.25	42	0.87	0.31	3.94	3.41	
Area total										Promedi		1.58													

$$Sc = \frac{H_{max} - H_{min}}{Lc} \quad K = \left(\frac{3.28 * Lc}{\sqrt{Sc}} \right) \quad tc = 0.0041 * K^{0.77} \quad I = \frac{A}{(tc + B)^2} \quad Q = 2.778 * 10^{-7} * C * I * A \quad V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \sqrt{S}$$

$$Q = V * A_w \quad A_w = 0.7602 * d^2 \quad R_h = 0.2903 * d$$

Curvas I-D-F, TR=10 años
 A= 1,502.995
 B= 13.0
 Y= 0.715

TABLA 21. CALCULOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS

FUENTE: PROPIA

6.3.1.2. CALCULO DE DISEÑO DE TRAGANTE DE GAVETA

(EJEMPLO INCLUIDO, TRAGANTE DE GAVETA 1)

a. Calculo de la altura de bordillo de la cuneta. (d_o)

$$d_o = T_x * S_x$$

$$d_o = (6.10 \text{ metros}) * \left(\frac{2\%}{100} \right)$$

$$d_o = 0.122 \text{ metros}$$

$$d_o = \frac{0.122 \text{ metros}}{3.28 \text{ pie / metros}} = 0.400 \text{ pie}$$

b. Calculo. (K)

$$K = \frac{0.56}{n} * S_o^{0.5}$$

$$K = \frac{0.56}{0.017} * (0.037)^{0.5}$$

$$K = 3.856$$

c. Calculo de la altura total de la cuneta. (d)

$$d = d_o + (W * S_w)$$

$$d = 0.400 \text{ pie} + ((0.45 \text{ metro} * 3.28 \text{ pies / metros}) * (0.15))$$

$$d = 0.622 \text{ pies}$$

d. Calculo del caudal de aportación del bombeo a cuneta. (Q_1)

$$Q_1 = \frac{K}{S_w} * d^{2.67}$$

$$Q_1 = \frac{3.856}{15\% / 100} * 0.622 \text{ pie}^{2.67}$$

$$Q_1 = 7.221 \text{ pie}^3 / \text{seg}$$

e. Calculo del caudal del bombeo al comienzo de la cuneta. (Q_2)

$$Q_2 = \frac{K}{S_w} * d_0^{2.67}$$

$$Q_2 = \frac{3.856}{15\% / 100} * 0.400 pie^{2.67}$$

$$Q_2 = 2.228 pie^3 / seg$$

f. Calculo del caudal transversal de la calle. (Q_s)

$$Q_s = \frac{K}{S_x} * d_0^{2.67}$$

$$Q_s = \frac{3.856}{2\% / 100} * 0.400 pie^{2.67}$$

$$Q_s = 16.712 pie^3 / seg$$

g. Calculo del caudal del caite de la cuneta. (Q_w)

$$Q_w = Q_1 - Q_2$$

$$Q_w = 7.221 pie^3 / seg - 2.228 pie^3 / seg$$

$$Q_w = 4.993 pie^3 / seg$$

h. Calculo del caudal de la cuneta. (Q_t)

$$Q_t = Q_w + Q_s$$

$$Q_t = 4.993 pie^3 / seg + 16.712 pie^3 / seg$$

$$Q_t = 21.705 pie^3 / seg$$

$$Q_t = \frac{21.705 pie^3 / seg}{3.28 pie - metros^3}$$

$$Q_t = 0.615 metros^3 / seg$$

i. Calculo de eficiencia. (E_o)

$$E_o = \frac{Q_w}{Q_{ig}}$$

$$E_o = \frac{4.993 \text{ pie}^3 / \text{seg}}{(0.014 \text{ m}^3 / \text{seg}) * (3.28 \text{ pie} / \text{metros})^3}$$

$$E_o = 9.778$$

j. Calculo del coeficiente de pendiente. (S_e)

$$S_e = S_x + (S_w * E_o)$$

$$S_e = (2\% / 100) + ((15/100) * 9.778)$$

$$S_e = 1.487$$

k. Calculo de la longitud total de la gaveta del tragante. (L_t)

$$L_t = 0.60 * Q_{ig}^{0.42} * S_0^{0.3} \left(\frac{1}{n * S_e} \right)^{0.6}$$

$$L_t = 0.60 * (0.014 \text{ m}^3 / \text{seg} * (3.28 \text{ pie} / \text{metros})^3)^{0.42} * (1.37/100)^{0.3} \left[\frac{1}{0.017 * 1.487} \right]^{0.6}$$

$$L_t = 1.13 \text{ pie}$$

$$L_t = \frac{1.13 \text{ pie}}{3.28 \text{ pie} / \text{metros}}$$

$$L_t = 0.35 \text{ metros}$$

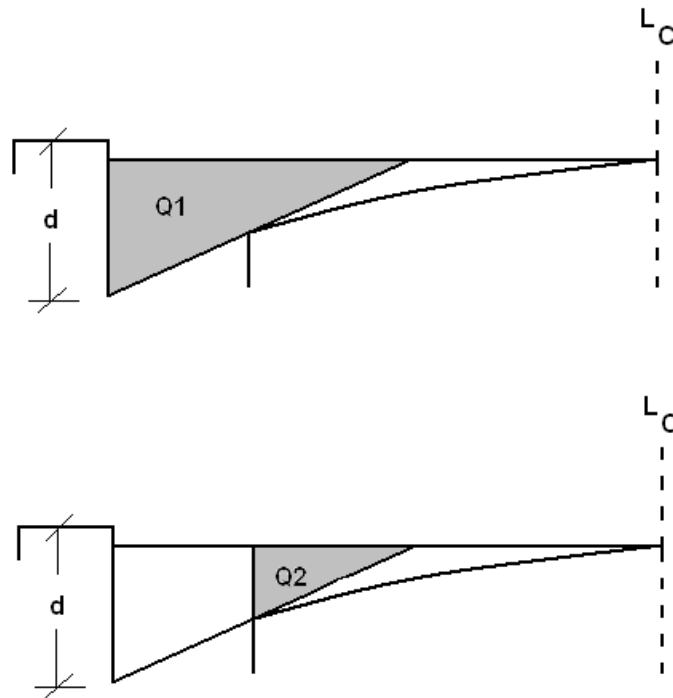


FIGURA 17. DIAGRAMA DE CAITE DE CUNETA

FUENTE: ALCALDIA DE MANAGUA. DIRECCION GENERAL DE PROYECTO

Diseño de Tragante de Gaveta

Diseño para TR = 10 años

Tragante de Gaveta 1 (TG-1)

Caudal aportación =		0.014	m ³ /s
Datos geométricos de la vía		Análisis	
Resultados en unidad de medida Sistema Inglés			
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00 %	do (pie)=	0.400 Q2 (pie ³ /s)= 2.228
Pend. Long. Calle (So) =	1.37 %	d (pie)=	0.622 Qs (pie ³ /s)= 16.712
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00 %	K (pie)=	3.856 Qw (pie ³ /s)= 4.993
Ancho calzada (Tx) =	6.10 m	Q1 (pie ³ /s)=	7.221 Qt (pie ³ /s)= 21.705
Ancho caite cuneta (W) =	0.45 m	Eo (pie ³ /s)=	9.778 Se (adim)= 1.487
Coef. Rugosidad (n) =	0.017 adim.	Lt (pie)=	1.13
La cuneta tiene capacidad=		0.615 m ³ /s	
Long total gaveta del trag. =		0.35 m	

Tragante de Gaveta 2 (TG-2)

Caudal aportación =		0.012	m ³ /s
Datos geométricos de la vía		Análisis	
Resultados en unidad de medida Sistema Inglés			
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%	do (pie)= 0.197 Q2 (pie ³ /s)= 0.335
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%	d (pie)= 0.418 Qs (pie ³ /s)= 2.513
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%	K (pie)= 3.856 Qw (pie ³ /s)= 2.172
Ancho calzada (Tx) =	3.00	m	Q1 (pie ³ /s)= 2.507 Qt (pie ³ /s)= 4.684
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m	Eo (pie ³ /s)= 5.157 Se (adim)= 0.794
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.	Lt (pie)= 1.53
La cuneta tiene capacidad=		0.133	m ³ /s
Long total gaveta del trag. =		0.47	m

TABLA 22. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 1 - 2

FUENTE: PROPIA

Tragante de Gaveta 3 (TG-3)

Caudal aportación = 0.036 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

		Resultados en unidad de medida Sistema Inglés	
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00 %	do (pie)= 0.400	Q2 (pie ³ /s)= 2.228
Pend. Long. Calle (So) =	1.37 %	d (pie)= 0.622	Qs (pie ³ /s)= 16.712
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00 %	K (pie)= 3.856	Qw (pie ³ /s)= 4.993
Ancho calzada (Tx) =	6.10 m	Q1 (pie ³ /s)= 7.221	Qt (pie ³ /s)= 21.705
Ancho caite cuneta (W) =	0.45 m	Eo (pie ³ /s)= 3.930	Se (adim)= 0.610
Coef. Rugosidad (n) =	0.017 adim.	Lt (pie)= 2.84	

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = **0.87** m

Tragante de Gaveta 4 (TG-4)

Caudal aportación = 0.005 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%
Ancho calzada (Tx) =	6.10	m
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.

Resultados en unidad de medida Sistema Inglés

do (pie)=	0.400	Q2 (pie ³ /s)=	2.228
d (pie)=	0.622	Qs (pie ³ /s)=	16.712
K (pie)=	3.856	Qw (pie ³ /s)=	4.993
Q1 (pie ³ /s)=	7.221	Qt (pie ³ /s)=	21.705
Eo (pie ³ /s)=	28.298	Se (adim)=	4.265
Lt (pie)=	0.39		

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 0.12 m

TABLA 23. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 3 - 4

FUENTE: PROPIA

Tragante de Gaveta 5 (TG-5)

Caudal aportación = 0.040 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Resultados en unidad de medida Sistema Inglés			
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00 %	do (pie)= 0.400	Q2 (pie ³ /s)= 2.228
Pend. Long. Calle (So) =	1.37 %	d (pie)= 0.622	Qs (pie ³ /s)= 16.712
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00 %	K (pie)= 3.856	Qw (pie ³ /s)= 4.993
Ancho calzada (Tx) =	6.10 m	Q1 (pie ³ /s)= 7.221	Qt (pie ³ /s)= 21.705
Ancho caite cuneta (W) =	0.45 m	Eo (pie ³ /s)= 3.537	Se (adim)= 0.551
Coef. Rugosidad (n) =	0.017 adim.	Lt (pie)= 3.16	

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 0.96 m

Tragante de Gaveta 6 (TG-6)

Caudal aportación = 0.030 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%
Ancho calzada (Tx) =	6.10	m
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.

Resultados en unidad de medida Sistema Inglés

do (pie)=	0.400	Q2 (pie ³ /s)=	2.228
d (pie)=	0.622	Qs (pie ³ /s)=	16.712
K (pie)=	3.856	Qw (pie ³ /s)=	4.993
Q1 (pie ³ /s)=	7.221	Qt (pie ³ /s)=	21.705
Eo (pie ³ /s)=	4.716	Se (adim)=	0.727
Lt (pie)=	2.37		

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 0.72 m

TABLA 24. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 5 - 6

FUENTE: PROPIA

Tragante de Gaveta 7 (TG-7)

Caudal aportación = 0.051 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%
Ancho calzada (Tx) =	6.10	m
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.

Resultados en unidad de medida Sistema Inglés

do (pie)=	0.400	Q2 (pie ³ /s)=	2.228
d (pie)=	0.622	Qs (pie ³ /s)=	16.712
K (pie)=	3.856	Qw (pie ³ /s)=	4.993
Q1 (pie ³ /s)=	7.221	Qt (pie ³ /s)=	21.705
Eo (pie ³ /s)=	2.774	Se (adim)=	0.436
Lt (pie)=	4.02		

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 1.23 m

Tragante de Gaveta 8 (TG-8)

Caudal aportación = 0.054 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%
Ancho calzada (Tx) =	6.10	m
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.

Resultados en unidad de medida Sistema Inglés

do (pie)=	0.400	Q2 (pie ³ /s)=	2.228
d (pie)=	0.622	Qs (pie ³ /s)=	16.712
K (pie)=	3.856	Qw (pie ³ /s)=	4.993
Q1 (pie ³ /s)=	7.221	Qt (pie ³ /s)=	21.705
Eo (pie ³ /s)=	2.620	Se (adim)=	0.413
Lt (pie)=	4.26		

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 1.30 m

TABLA 25. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 7 - 8

FUENTE: PROPIA

Tragante de Gaveta 9 (TG-9)

Caudal aportación = 0.041 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Resultados en unidad de medida Sistema Inglés			
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00 %	do (pie)= 0.400	Q2 (pie ³ /s)= 2.228
Pend. Long. Calle (So) =	1.37 %	d (pie)= 0.622	Qs (pie ³ /s)= 16.712
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00 %	K (pie)= 3.856	Qw (pie ³ /s)= 4.993
Ancho calzada (Tx) =	6.10 m	Q1 (pie ³ /s)= 7.221	Qt (pie ³ /s)= 21.705
Ancho caite cuneta (W) =	0.45 m	Eo (pie ³ /s)= 3.451	Se (adim)= 0.538
Coef. Rugosidad (n) =	0.017 adim.	Lt (pie)= 3.24	

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 0.99 m

Tragante de Gaveta 10 (TG-10)

Caudal aportación = 0.057 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%
Ancho calzada (Tx) =	6.10	m
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.

Resultados en unidad de medida Sistema Inglés

do (pie)=	0.400	Q2 (pie ³ /s)=	2.228
d (pie)=	0.622	Qs (pie ³ /s)=	16.712
K (pie)=	3.856	Qw (pie ³ /s)=	4.993
Q1 (pie ³ /s)=	7.221	Qt (pie ³ /s)=	21.705
Eo (pie ³ /s)=	2.482	Se (adim)=	0.392
Lt (pie)=	4.49		

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 1.37 m

TABLA 26. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 9 - 10

FUENTE: PROPIA

Tragante de Gaveta 11 (TG-11)

Caudal aportación = 0.044 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Resultados en unidad de medida Sistema Inglés			
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00 %	do (pie)= 0.400	Q2 (pie ³ /s)= 2.228
Pend. Long. Calle (So) =	1.37 %	d (pie)= 0.622	Qs (pie ³ /s)= 16.712
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00 %	K (pie)= 3.856	Qw (pie ³ /s)= 4.993
Ancho calzada (Tx) =	6.10 m	Q1 (pie ³ /s)= 7.221	Qt (pie ³ /s)= 21.705
Ancho caite cuneta (W) =	0.45 m	Eo (pie ³ /s)= 3.216	Se (adim)= 0.502
Coef. Rugosidad (n) =	0.017 adim.	Lt (pie)= 3.47	

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 1.06 m

Tragante de Gaveta 12 (TG-12)

Caudal aportación = 0.051 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00 %	Resultados en unidad de medida Sistema Inglés do (pie)= 0.400 Q2 (pie ³ /s)= 2.228 d (pie)= 0.622 Qs (pie ³ /s)= 16.712 K (pie)= 3.856 Qw (pie ³ /s)= 4.993 Q1 (pie ³ /s)= 7.221 Qt (pie ³ /s)= 21.705 Eo (pie ³ /s)= 2.774 Se (adim)= 0.436 Lt (pie)= 4.02	
Pend. Long. Calle (So) =	1.37 %		
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00 %		
Ancho calzada (Tx) =	6.10 m		
Ancho caite cuneta (W) =	0.45 m		
Coef. Rugosidad (n) =	0.017 adim.		

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 1.23 m

TABLA 27. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 11 - 12

FUENTE: PROPIA

Tragante de Gaveta 13 (TG-13)

Caudal aportación = 0.023 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Resultados en unidad de medida Sistema Inglés			
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%	do (pie)= 0.400 Q2 (pie ³ /s)= 2.228
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%	d (pie)= 0.622 Qs (pie ³ /s)= 16.712
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%	K (pie)= 3.856 Qw (pie ³ /s)= 4.993
Ancho calzada (Tx) =	6.10	m	Q1 (pie ³ /s)= 7.221 Qt (pie ³ /s)= 21.705
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m	Eo (pie ³ /s)= 6.152 Se (adim)= 0.943
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.	Lt (pie)= 1.81

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = 0.55 m

Tragante de Gaveta 14 (TG-14)

Caudal aportación = 0.025 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%	do (pie)= 0.400 Q2 (pie ³ /s)= 2.228
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%	d (pie)= 0.622 Qs (pie ³ /s)= 16.712
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%	K (pie)= 3.856 Qw (pie ³ /s)= 4.993
Ancho calzada (Tx) =	6.10	m	Q1 (pie ³ /s)= 7.221 Qt (pie ³ /s)= 21.705
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m	Eo (pie ³ /s)= 5.660 Se (adim)= 0.869
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.	Lt (pie)= 1.97

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = **0.60** m

TABLA 28. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 13 - 14

FUENTE: PROPIA

Tragante de Gaveta 15 (TG-15)

Caudal aportación = 0.025 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00 %	Resultados en unidad de medida Sistema Inglés do (pie)= 0.400 Q2 (pie ³ /s)= 2.228 d (pie)= 0.622 Qs (pie ³ /s)= 16.712 K (pie)= 3.856 Qw (pie ³ /s)= 4.993 Q1 (pie ³ /s)= 7.221 Qt (pie ³ /s)= 21.705 Eo (pie ³ /s)= 5.660 Se (adim)= 0.869 Lt (pie)= 1.97	
Pend. Long. Calle (So) =	1.37 %		
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00 %		
Ancho calzada (Tx) =	6.10 m		
Ancho caite cuneta (W) =	0.45 m		
Coef. Rugosidad (n) =	0.017 adim.		

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = **0.60** m

Tragante de Gaveta 16 (TG-16)

Caudal aportación = 0.032 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%	Resultados en unidad de medida Sistema Inglés do (pie)= 0.400 Q2 (pie ³ /s)= 2.228 d (pie)= 0.622 Qs (pie ³ /s)= 16.712 K (pie)= 3.856 Qw (pie ³ /s)= 4.993 Q1 (pie ³ /s)= 7.221 Qt (pie ³ /s)= 21.705 Eo (pie ³ /s)= 4.422 Se (adim)= 0.683 Lt (pie)= 2.53
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%	
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%	
Ancho calzada (Tx) =	6.10	m	
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m	
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.	

La cuneta tiene capacidad= 0.615 m³/s

Long total gaveta del trag. = **0.77** m

TABLA 29. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 15 - 16

FUENTE: PROPIA

Tragante de Gaveta 17 (TG-17)

Caudal aportación = 0.015 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%
Ancho calzada (Tx) =	3.00	m
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.

Resultados en unidad de medida Sistema Inglés

do (pie)=	0.197	Q2 (pie ³ /s)=	0.335
d (pie)=	0.418	Qs (pie ³ /s)=	2.513
K (pie)=	3.856	Qw (pie ³ /s)=	2.172
Q1 (pie ³ /s)=	2.507	Qt (pie ³ /s)=	4.684
Eo (pie ³ /s)=	4.103	Se (adim)=	0.635
Lt (pie)=	1.92		

La cuneta tiene capacidad= 0.133 m³/s

Long total gaveta del trag. = **0.58** m

Tragante de Gaveta 18 (TG-18)

Caudal aportación = 0.013 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00	%	Resultados en unidad de medida Sistema Inglés do (pie)= 0.197 Q2 (pie ³ /s)= 0.335 d (pie)= 0.418 Qs (pie ³ /s)= 2.513 K (pie)= 3.856 Qw (pie ³ /s)= 2.172 Q1 (pie ³ /s)= 2.507 Qt (pie ³ /s)= 4.684 Eo (pie ³ /s)= 4.734 Se (adim)= 0.730 Lt (pie)= 1.66
Pend. Long. Calle (So) =	1.37	%	
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00	%	
Ancho calzada (Tx) =	3.00	m	
Ancho caite cuneta (W) =	0.45	m	
Coef. Rugosidad (n) =	0.017	adim.	

La cuneta tiene capacidad= 0.133 m³/s

Long total gaveta del trag. = 0.51 m

TABLA 30. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 17 - 18

FUENTE: PROPIA

Tragante de Gaveta 19 (TG-19)

Caudal aportación = 0.044 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

		Resultados en unidad de medida Sistema Inglés	
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00 %	do (pie)= 0.197	Q2 (pie ³ /s)= 0.335
Pend. Long. Calle (So) =	1.37 %	d (pie)= 0.418	Qs (pie ³ /s)= 2.513
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00 %	K (pie)= 3.856	Qw (pie ³ /s)= 2.172
Ancho calzada (Tx) =	3.00 m	Q1 (pie ³ /s)=2.507	Qt (pie ³ /s)= 4.684
Ancho caite cuneta (W) =	0.45 m	Eo (pie ³ /s)= 1.399	Se (adim)= 0.230
Coef. Rugosidad (n) =	0.017 adim.	Lt (pie)= 5.55	

La cuneta tiene capacidad= 0.133 m³/s

Long total gaveta del trag. = 1.69 m

Tragante de Gaveta 20 (TG-20)

Caudal aportación = 0.026 m³/s

Datos geométricos de la vía

Análisis

Datos geométricos de la vía		Análisis	
Pend. Caite cuneta (SW) =	15.00 %	Resultados en unidad de medida Sistema Inglés do (pie)= 0.197 Q2 (pie ³ /s)= 0.335 d (pie)= 0.418 Qs (pie ³ /s)= 2.513 K (pie)= 3.856 Qw (pie ³ /s)= 2.172 Q1 (pie ³ /s)=2.507 Qt (pie ³ /s)= 4.684 Eo (pie ³ /s)= 2.367 Se (adim)= 0.375 Lt (pie)= 3.32	
Pend. Long. Calle (So) =	1.37 %		
Pend. Trans. Calle (Sx) =	2.00 %		
Ancho calzada (Tx) =	3.00 m		
Ancho caite cuneta (W) =	0.45 m		
Coef. Rugosidad (n) =	0.017 adim.		

La cuneta tiene capacidad= 0.133 m³/s

Long total gaveta del trag. = 1.01 m

TABLA 31. DISEÑO DE GAVETA DE TRAGANTE 19 - 20

FUENTE: PROPIA

Capítulo VII. Duración y Costo de la Obra

7.1. ESTRUCTURACION

En la elaboración del presupuesto de una obra se tienen cuatro pasos fundamentales:

1. Descripción de la obra y de los espesores de diseño de pavimento
2. Definición de los recursos de trabajo y de los rendimientos
3. Calculo de los consumos de materiales
4. Costo Total de la obra

7.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y ESPESOR DE DISEÑO DE PAVIMENTO

- a. Tipo de obra = Tramo para avenida
- b. Longitud del pavimento = 1160 mts
- c. Ancho del pavimento = 12.20 mts
- d. Área del pavimento = 14,152 mts²
- e. Espesor de la base granular = 8"
- f. Espesor de la carpeta asfáltica = 6"

7.1.2. CALCULO DEL VOLUMEN DE MATERIAL SELECTO PARA LA BASE Y MATERIAL SELECTO DE LA CARPETA DE RODAMIENTO.

- BASE:

Espesor de la capa de la base = 8" = 20.32 cm = 0.2032 mts

Ancho de la Calzada = 12.20 mts

Longitud del Tramo analizado = 1,660 mts

$V_{BASE} = 0.2032 \text{ mts} * 12.20 \text{ mts} * 1,160 \text{ mts} = 2,875.69 \text{ mts}^3$

$V_{BASE} = 2,875.69 \text{ mts}^3 * (1.10/0.95) = 3,329.74 \text{ mts}^3$

Volumen de Material Abundado = 3,329.74 mts³

Volumen de Material de Enjuntamiento = 2,875.69 mts³

- CARPETA ASFALTICA:

Espesor de la carpeta asfáltica = 6" = 15.24 cm = 0.1524 mts

Ancho de la Calzada = 12.20 mts

Longitud del Tramo analizado = 1,660 mts

$V_{\text{CARPETA}} = 0.1524 \text{ mts} * 12.20 \text{ mts} * 1,660 \text{ mts} = 2,156.76 \text{ mts}^3$

$V_{\text{CARPETA}} = 2,156.76 \text{ mts}^3 * 1.10 = 2,372.44 \text{ mts}^3$

Volumen de concreto (2500PSI) para andenes=1,676.4mts³

Volumen de concreto (3000 PSI) para cunetas= 396 mts³

Volumen total= 2,072.4 mts³

Se multiplica por un factor de desperdicio de 5%

Volumen total= 2,176.02

Trabajando para una relación de 1:2:4(ver tabla) obtenemos:

Cemento=14,623 bolsas

Arena= 826.88 mt³

Grava (1/2")= 1,653.78 mt³

Notas:

- La lechada(cemento-agua), con sus agregados (arena + piedrín) debe tener una consistencia pastosa para obtener su resistencia máxima
- Es importante mezclar bien el concreto para lograr bien una homogenización de las pasta y agregados
- Relación: se entiende una relación de 1:2:4 una parte de cemento, dos de arena, 4 de grava
- PSI: Sistema de medida de libra por pulgada cuadrada(lb/plg²)

7.1.3. PLANEACION DE LA OBRA

7.1.3.1. CUADRO DE ACTIVIDADES

Según la programación de las actividades del proyecto de Rehabilitación de 1160 metros de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL Central a Rotonda Universitaria en el casco Urbano de Managua, se puede apreciar que esta posee 13 Actividades, siendo estas representadas en el siguiente cuadro:

REHABILITACIÓN DE 1160 METROS DE CARRETERA, COMPRENDIDO ENTRE SEMÁFOROS DE ENEL CENTRAL A ROTONDA UNIVERSITARIA EN EL CASCO URBANO DE MANAGUA		
<u>Principal</u>	<u>Actividades</u>	<u>Nomenclatura</u>
PRELIMINARES	Limpieza inicial y ubicación de personal.	A
OBRAS DE DEMOLICIÓN	Movimientos de Equipos.	B
	Remoción de Adoquines.	C
	Remoción de Cunetas.	D
MOVIMIENTO DE TIERRA	Remoción de alcantarilla y excavación de la vial.	E
	Instalación de tuberías.	F
	Acarreo y botado de material selecto.	G
	Compactación de la base.	H
PAVIMENTACIÓN	Construcción de cunetas.	I
	Construcción de tragantes.	J
	Colocación de carpeta asfáltica.	K
	Construcción de andenes.	L
	Desmovilización de equipos.	M
OBRAS FINALES	Señalización	N

Limpieza y desmovilización de equipos.	O
-----------------------------------------------	----------

TABLA 32. ACTIVIDADES**FUENTE: PROPIA****7.1.3.2. TABLA DE SECUENCIAS**

Esta tabla presenta las actividades del Proyecto de acuerdo a una secuencia lógica, además presenta la información sobre las actividades que se realizan antes, durante y después para cada una de ellas.

Actividad	Antes	Durante	Después
A	---	---	B
B	A	---	C
C	B	---	D, E
D	C	E	F
E	D	F	G
F	E	---	G
G	F	---	H, I, J
H	G	I, J	K
I	G	H, J	K
J	G	H, I	K
K	H, I, J	---	L
L	I, J, K	---	M
M	L	---	N
N	M	---	O
O	N	---	---

TABLA 33. TABLA DE SECUENCIA**FUENTE: PROPIA**

7.1.3.3. DIAGRAMA DE RED

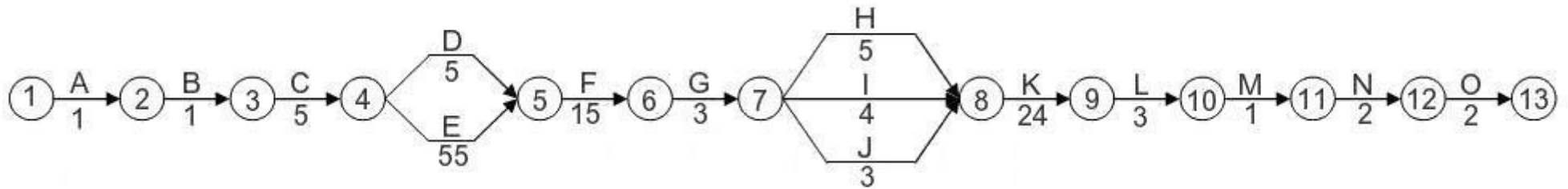


FIGURA 18. DIAGRAMA DE RED

FUENTE: PROPIA

7.1.3.4. MATRIZ DE SECUENCIA

En cada línea de matriz se muestran las actividades que se deben cumplir después de la actividad indicada para esa línea marcándose con una “x” en el casillero correspondiente a la columna que sigue a la actividad que encabeza esa línea.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	X														
B		X													
C			X	X											
D					X										
E						X									
F							X								
G								X	X	X					
H											X				
I											X				
J											X				
K												X			
L													X		
M														X	
N															X
O															

FIGURA 19. MATRIZ DE SECUENCIA**FUENTE: PROPIA**

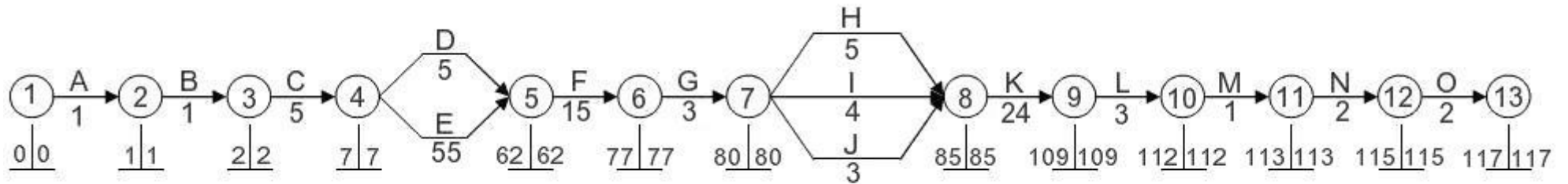
7.1.3.5. DURACION DE CADA ACTIVIDAD

ACTIVIDAD	U/ M	CANTIDAD	N.R.H	REND	FUERAZ DE TRABAJO	DIAS
A						1
Limpieza inicial	m ²	14152			5 ayudantes	1
B	gl b					1
C	m ³					5
Corte		2122.8	49.5	396	1 tractor d-155-A	1
Acarreo		2122.8	25.05	200. 4	2 volquete MAZ capacidad	2
Carga		2122.8	195	1,56 0	2 cargadores calza súper 200, 2 m3	1
D						5
Demolición de bordillo	ml	1110	12.72	109. 76	2 ayudantes	5
E	m ³					55
Corte		20356.8	5.75	46	6 retroexcavadoras	38
Carga		21228	195	1,56 0	4 cargadores	2
Acarreo		21228	16.65	133. 2	8 volquetes	15
F						15
Instalación de tuberías	gl b				1 tractor para tuberías	10
Compactación del terraplén	m ²	84912	512		4 compactadoras rodillo de metal (12)	5
G						3
Acarreo	m ³	3329.74	25.05	200. 4	6 Volquetes MAZ, capacidad 5mt3	3

H						5
Compactación de la base	m ²	84912	512	4,096	4 compactadoras de rodillo de metal (12 ton)	5
I						4
Construcción de cunetas	ml	2200	123.5	100	2 oficiales 4 ayudantes	4
J						3
Construcción de tragantes	gl b	20			1 Oficial 3 Ayudantes	3
K						24
Acarreo	m ³	2372.44	25.05	200.4	2 volquetes MAZ capacidad de 5 mt ³	6
Imprimación	m ²	14125			1 pipa asfaltadora	3
Riego	m ³	2372.44				3
Compactación de la base	m ²	83850.23	300	2400	4 compactadora de llantas de hule	5
Secado	ml	14125			12 ayudantes	4
L						3
Construcción de andenes	ml	2320	13.54	108.4	2 oficiales y 6 ayudantes	3
M	gl b					1
N	m ²	14125			10 ayudantes	2
O	m ²	14125			10 ayudantes	2

TABLA 34. DURACION DE CADA ACTIVIDAD**FUENTE: PROPIA**

7.1.3.6. CALCULO DE LAS DURACIONES



ACTIVIDADES CRÍTICAS: A, B, C, E, F, G, I, K, L, M, N, O

FIGURA 20. CALCULO DE LAS DURACIONES

FUENTE: PROPIA

7.1.3.7. TABLA DE TIEMPO DE MÁXIMO, MÍNIMO Y HOLGURA

ACTIVIDAD	DURACIÓN	IMP	TMP	IMT	TMT	FT	FL	R CRITICA
A	1	0	1	0	1	0	0	X
B	1	1	2	1	2	0	0	X
C	5	2	7	2	7	0	0	X
D	5	7	12	57	62	50	0	
E	55	7	62	7	62	0	0	X
F	15	62	77	62	77	0	0	X
G	3	77	80	77	80	0	0	X
H	5	80	85	80	85	0	0	X
I	4	80	84	81	85	1	0	
J	3	80	83	82	85	2	0	
K	24	85	109	85	109	0	0	X
L	3	109	112	109	112	0	0	X
M	1	112	113	112	113	0	0	X
N	2	113	115	113	115	0	0	X
O	2	115	117	115	117	0	0	X

TABLA 35. TIEMPOS MAXIMOS, MINIMOS Y HOLGURAS**FUENTE: PROPIA**

7.1.3.8. DIAGRAMA DE GANTT

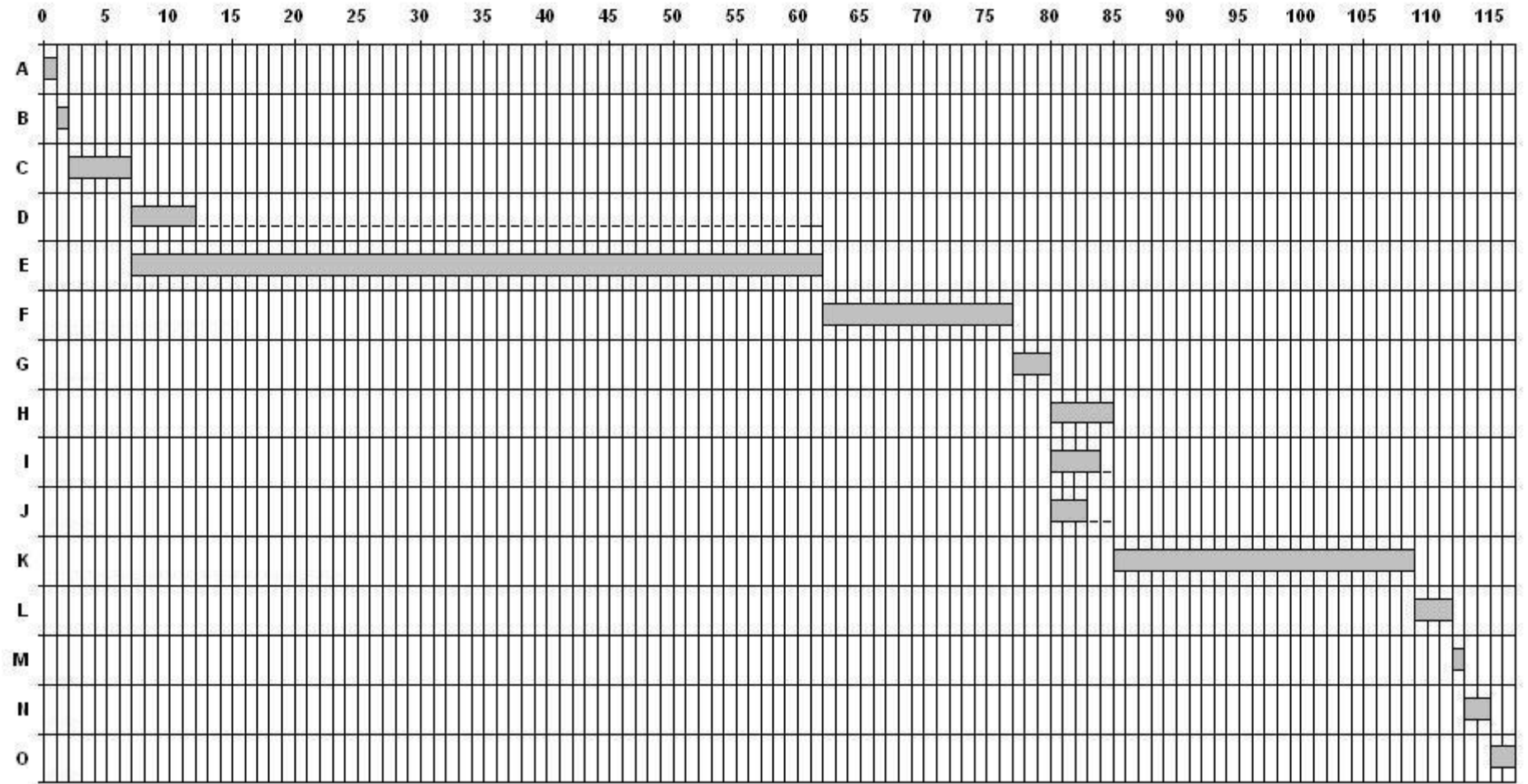


FIGURA 21. DIAGRAMA DE GANTT

FUENTE: PROPIA

Conclusiones

Este trabajo se realizó con el fin de dar solución a la población para la facilidad del manejo vehicular, de manera en la cual el proyecto esta estructurado por siete capítulos, habiendo tratado en cada capítulo las actividades correspondientes a un proyecto de rehabilitación de carretera.

Las conclusiones llegadas a cada capítulo están dadas a continuación:

1. Estudios de Suelos.

Los suelos predominantes en el tramo de carretera, dados por los estudios de suelos suministrados por el laboratorio, son:

En la capa superior se encuentra un suelo de Arena Limosa con Grava y en los estratos inferiores las capas están conformadas por Arcilla Arenosa, Suelo Limoso, Arenas Limosa y Arcilla.

2. Estudio de Transito.

Dados los estudios de tránsitos suministrados por la Alcaldía de Managua, se calculo el nivel de servicio, dando como resultado, que la carretera está trabajando en un nivel de servicio E; por lo cual se proyecto a 15 años.

Esta proyección nos indica que dentro de 15 Años habrá un aumento a lo cual ya no estaría operando en ningún tipo de servicio la carretera por la cual se recomienda ampliar a un carril mas en el lado derecho de Sur a Norte del diseño.

3. Diseño Geométrico.

Se planteo una sección típica de dos carriles por sentido de 3.05 metros de ancho, con una pendiente de 1.37% en terracería y una pendiente de bombeo del 2%.

El diseño de la vía es de una velocidad de 40 km/horas y a una distancia de visibilidad de parada de 45 metros.

La vía corresponde a un sistema de clasificación de carretera Troncal Colectora de terreno plano.

4. Diseño Estructural.

Se realizaron 6 tipos de sondeo a lo cual se contó también con el estudio de suelo del banco de materiales. La base será conformada con 13 cm de material existente y 7 cm de Banco Santa Ana (Hormigón y material selecto), mezclada con (suelo-cemento), con resistencia mínima a la compresión de 21 kg/cm²

Se considero un transito pesado con un Esal de 5.67×10^6 psi,

Los espesor final de la carretera son los siguientes, el espesor de la base será de 20cm, carpeta asfáltica de 15cm, ya que es un transito pesado clasificado por el Esal, se mezclara la base existente con material selecto del banco material para mejorar la base.

5. Diseño Hidráulico.

Se tomo un diseño para la red de aguas pluviales basadas en estudios hidrológicos por lo cual con esos datos propusimos el mejoramiento de la red de tuberías para aguas pluviales, se instalaran 20 tragantes sencillos; con 10 pozos de visita.

El diseño esta dado para 10 años, proponiendo cunetas de caites, ya que son las usadas por la alcaldia.

6. Costo y Duración de la Obra.

El Proyecto esta diseñado para terminarse en **117 días** calendarios con un monto en córdobas de **CS\$ 20, 900,596.23 (Veinte millones novecientos mil quinientos noventa y seis dólares con veinte y tres centavos).**

En dólares: **US\$ 1, 100,031.38 (Un millón cien mil treinta y uno con treinta y ocho centavos).**

Recomendaciones

- Base de Suelo-Cemento deberá compactarse al 98% mínimo, del proctor Estándar
- Se utilizara una mezcla de Escoria Volcánica (Hormigón) y material Selecto, en las proporciones siguientes:

Hormigón (Escoria Volcánica)	60%(3 Partes)
Material Selecto	40%(2 Partes)

De esta mezcla se utilizara el equivalente a 7 cm compactos y revolverse hasta su homogenización con los 13cm de material de la base existente, y luego se agregara el 6% de cemento (2.5 a 3.0 bolsas de cemento por m3)

- La procedencia de los materiales para la base son los siguientes:

Tipo de material	Procedencia
Hormigón (Escoria volcánica)	Banco Santa Ana (Lomas de San Judas)
Material Selecto	Banco Santa Ana (Lomas de San Judas)

- El material de la base deberá ser debidamente imprimado antes de colocar La carpeta de rodamiento. El material bituminoso a utilizar será asfalto rebajado MC-10, la intensidad de aplicación podrá variar de 0.25-0.58 Gl/m², dependiendo de la textura de la base, debiéndose adoptar aquella que sea absorbida en 24 hrs. La temperatura de aplicación será 50 a 85 C

Después de 24 horas deberá espaciarse material de secado sobre la

Superficie, a fin de que seque el exceso de Asfalto, debiendo estar completamente curada la imprimación antes de colocar la carpeta

Antes de la imprimación la base barrerse y soplar el polvo y las partículas sueltas que pudieran existir en su superficie

- Como la carpeta es de 15cm, de concreto asfáltico, de graduación densa, con una estabilidad de Marshall de 100lbs, como mínimo, con un porcentaje de vacíos entre 3 y 5 y flujo entre 8 y 16
- La superficie debidamente imprimada sobre la que se ha de colocar la carpeta asfáltica estará libre de toda clase de grasa, basura, aceite, partículas sueltas y otras materias objetables que puedan evitar una adherencia adecuada entre la nueva carpeta y la superficie imprimada.
- Antes de la colocación de la mezcla, que conformara la carpeta, deberá aplicarse un riego de liga, sobre la base debidamente imprimada y limpia de sustancia objetables, con Asfalto rebajado RC-250 a razón de 0.10 0.15 Gls/m².
- Llevar un control de calidad de los materiales a utilizar así como la compactación.
- Cumplir con las especificaciones técnicas de construcción dadas por el NIC 2000.
- Impacto Ambiental

En la parte ambiental, ya hay problemas existentes a causa del despale en la zona debido al crecimiento poblacional y comercial aledaños al tramo.

De tal forma hay mayor concurrencia de aguas pluviales a lo que ha causado inundaciones en la vía debido al mismo despale en la zona sur de Managua.

Nuestra propuesta es que al momento de construir se debe tener en cuenta ciertos factores:

- a. Cuidar lo más posible las áreas verde ya existente.
- b. Las vibraciones que pueden causar los equipos a emplearse en la obra deberá acomodarse a las normas dadas para la construcción.
- c. De igual manera los niveles de contaminantes (alquitrán), debido al cuidado de la salud de los habitantes.
- d. Promover más el área verde en los bulevares y aceras.
- e. Arborizar la zona con árboles altos para lo cual no obstaculice la visibilidad de los conductores.

Bibliografía

1. José Luís Escario, Ventura Escario, Enrique Balaguer. Lima Perú 1967. “Caminos. Tomo 1 Estudio y Construcción de la Explanación”.
2. Laboratorio Ingeniería de Materiales y Suelos. Managua, Nicaragua 2003, “Estudios de Suelos”.
3. In g. Aldo José Zamora Lacayo. Managua, Nicaragua. “Apuntes de Ingeniería de Transito”.
4. Alcaldía de Managua. División General de Urbanismo. Managua, Nicaragua 2007. “Conteo Vehicular”.
5. Ing. Israel Morales Urbina. Managua, Nicaragua 2005. “Curso de Titulación, Obras Viales, Diseño de Pavimento Flexible”.
6. Ing. Reyna Estrada, Ing. Vásquez. Managua, Nicaragua 1998. “Guía para el calculo de Take-Off (Cantidades de Obras)”.
7. Catalogo de Rendimiento.
8. Guía de Equipos de Construcción.
9. Ing. Mendoza, Ing. Cruz. Managua, Nicaragua 2007. “Diseño de un tramo de 520 metros de adoquinado para dar acceso al cementerio municipal de Buenos Aires, Departamento de Rivas”.
10. Ing. Fonseca, Ing. Urbina, Ing. Villachica. Managua, Nicaragua 2005. “Diseño de Pavimento Flexible, tramo Santa Rosa – Juigalpa”.
11. Ing. Bravo. Tesis de Postgrado. “Pavimento de Concreto Hidráulico”.
12. Alcaldía Municipal de San Marcos, Departamento de Carazo. Managua, Nicaragua 2006. “Proyecto: Adoquinado del Tramo Covisama II Etapa – Cementerio”.
13. Navegación en la Web.

Anexos

SECCIÓN #1.

RESULTADOS DE LABORATORIOS



INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CONSTRUCCIONES VERTICALES Y HORIZONTALES, ANALISIS
Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONTRUCCION

Managua, 12 de Marzo del 2003

Ingeniero
Patricia Chow Martínez
Directora de Desarrollo Municipal
ALCALDIA DE MANAGUA
Su Oficina

Estimada Ing. Chow:

Por este medio le hacemos entrega del Estudio de Suelos para Espesores de Pavimento **Proyecto: Prolongación de Avenida Bolívar, Tramo ENEL-Rotonda Universitaria, Managua.**

Sin más que hacer referencia, le saluda.

Atentamente,


ING. BLADIMIR ZELAYA GUTIERREZ
GERENTE GENERAL

CC: Archivo



Entrada Reparto los Arcos 1/2 C. al sur, ☎ Telefax : 2666424 ☎ Teléfonos: 2666412-2666314-2661302
Managua, Nicaragua, C.A.

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS**INFORME DE ENSAYE DE SUELOS**

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE					
MUESTRA	1				
ESTACION	Material Selecto de Banco Santa Ana (Lomas de San Judas, sobre Pista Suburbana)				
DESVIACION					
PROFUNDIDAD (cms)					
SONDEO					

GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ 3"					
2"					
1 1/2"					
1"	100				
3/8"	99				
3/4"	91				
No. 4	78				
No. 10	68				
No. 40 (a)	32				
No. 200 (b)	17				
Relación de Finos: (b)/(a)	0.53				

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido	-				
----------------	---	--	--	--	--

Índice de Plasticidad	N.P.				
Contracción Lineal					

CLASIFICACION

Clasificación H.R.B.	A-1-b-(0)				
Clasificación de Casagrande					

ENSAYES ADICIONALES

Peso Vol. Suelto (kg/m ³)	1030				
Peso Vol. Varillado (kg/m ³)	1192				

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

INFORME DE ENSAYE DE SUELOS

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE					
MUESTRA	1				
ESTACION	Hormigón de Banco Santa Ana (Lomas de San Judas, sobre Pista Suburbana)				
DESVIACION					
PROFUNDIDAD (cms)					
SONDEO					

GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ 3"					
2"					
1 1/2"					
1"	100				
3/8"	99				
3/4"	79				
No. 4	41				
No. 10	18				
No. 40 (a)	3				
No. 200 (b)	1				
Relación de Finos: (b)/(a)	0.33				

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido	-				
Índice de Plasticidad	N.P.				
Contracción Lineal					

CLASIFICACION

Clasificación H.R.B.	A-1-a-(0)				
Clasificación de Casagrande					

ENSAYES ADICIONALES

Peso Vol. Suelto (kg/m ³)	1044				
Peso Vol. Varillado (kg/m ³)	1140				

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS**INFORME DE ENSAYE DE SUELOS**

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE					
MUESTRA	Mezcla de Materiales				
ESTACION	Hormigón de Banco Santa Ana = 60% (Lomas de San Judas, sobre Pista Suburbana)				
DESVIACION	Banco Mat. Selecto Pista Suburbana = 40%				
PROFUNDIDAD (cms)					
SONDEO					

GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ 3"					
2"					
1 1/2"					
1"	100				
3/8"	99				
3/4"	86				
No. 4	62				
No. 10	49				
No. 40 (a)	17				
No. 200 (b)	8				
Relación de Finos: (b)/(a)	0.47				

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido	-				
Índice de Plasticidad	NP				
Contracción Lineal					

CLASIFICACION

Clasificación H.R.B.	A-1-b-(0)				
Clasificación de Casagrande					

ENSAYES ADICIONALES

Peso Vol. Suelto (kg/m ³)	1118				
Peso Vol. Varillado (kg/m ³)	1307				

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS**INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO**

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE No. _____ EFECTUADO POR: O.C.

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

FUENTE DEL MATERIAL: BANCO HORMIGON PISTA SUBURBANA = 60%
BANCO MAT. SELECTO PISTA SUBURBANA = 40%

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
%QUE PASA	99	86	62	49	17	8

LIMITE LIQUIDO _____ INDICE DE PLASTICIDAD NP

CLASIFICACIÓN H.R.B. A-1-a(0) EQUIVALENTE DE ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA PROCTOR MODIFICADO

PESO VOLUM. SECO MAXIMO 1710 kg/m³

HUMEDAD OPTIMA 14.5%

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kg/m ³)	1492	1575	1658
C.B.R. SATURADO	50	75	99
HINCHAMIENTO (%)	0.03	0.02	0.008
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS**INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO**

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE No. _____ EFECTUADO POR: O.C.

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

FUENTE DEL MATERIAL: Mezcla de Materiales de Sub-Base existente

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
%QUE PASA	90	82	73	56	21	9
LIMITE LIQUIDO	<u>23</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>NP</u>				
CLASIFICACIÓN H.R.B.	<u>A-1-b(0)</u> EQUIVALENTE DE ARENA _____					
TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR MODIFICADO					
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1730 kg/m ³					
HUMEDAD OPTIMA	9.8%					

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kg/m ³)	1557	1644	1730
C.B.R. SATURADO	30	53	76
HINCHAMIENTO (%)	0.06	0.03	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96
OBSERVACIONES			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS**INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO**

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE No. _____ EFECTUADO POR: O.C.

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

FUENTE DEL MATERIAL: Profundidad 60-90 cm

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	4	10	40	200
%QUE PASA			95	87	66	56
LIMITE LIQUIDO	<u>44</u>	INDICE DE PLASTICIDAD		<u>14</u>		
CLASIFICACIÓN H.R.B.	<u>A-7-5(4)</u> EQUIVALENTE DE ARENA _____					
TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR MODIFICADO					
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1300 kg/m ³					
HUMEDAD OPTIMA	26.0%					

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kg/m ³)	1170	1235	1300
C.B.R. SATURADO	5	7	9
HINCHAMIENTO (%)	0.07	0.06	0.04
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS****INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO**

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE No. _____ EFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 11 CÁLCULO: M.B. COTEJO: _____

FUENTE DEL MATERIAL: Profundidad 90-150 cm

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	4	10	40	200
%QUE PASA			91	80	53	40

LIMITE LIQUIDO 39 INDICE DE PLASTICIDAD 10

CLASIFICACIÓN H.R.B. A-4(1) EQUIVALENTE DE ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA PROCTOR MODIFICADO

PESO VOLUM. SECO MAXIMO 1440 kg/m³

HUMEDAD OPTIMA 18.0%

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO: DINAMICA

% DE COMPACTACION	90	95	100
-------------------	----	----	-----

PESO VOLUM. SECO (kg/m ³)	1296	1368	1440
C.B.R. SATURADO	15	22	30
HINCHAMIENTO (%)	0.02	0.03	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: MARZO 2003

HOJA No.1

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación Kms	Desviación Metros	Profundidad (m)	Muestra No.	% Que pasa Tamiz				L.L %	I.P %	C.B.R a Compact		Clasif. H.R.B.	Descripción del Suelo
				No.4	No.10	No.40	No.200			90	95		
Sondeo No.1													
-	1.50 Izq.	0-10	-	Adoquín									
		10-15	-	Arena									
		15-55	1	82	66	24	8	23	4			A-1-b(0)	
		55-75	2	78	69	50	37	34	13			A-6(1)	
		75-150	3	84	74	36	15	24	1			A-1-b(0)	
Sondeo No.2													

-	1.50 Der.	0-10	-	Adoquín									
		10-16	-	Arena									
		16-65	4	73	52	14	4	-	NP			A-1-b(0)	
		65-125	5	80	72	52	35	34	11			A-6(0)	
		125-150	6	94	88	69	50	38	13			A-6(4)	
Sondeo No.3													
-	1.50 Izq.	0-10	-	Adoquín									
		10-16	-	Arena									
		16-65	7	81	66	31	17	22	2			A-1-b(0)	
		65-150	8	92	81	60	45	30	7			A-4(2)	

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: MARZO 2003

HOJA No.2

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación Kms	Desviación Metros	Profundidad (m)	Muestra No.	% Que pasa Tamiz				L.L %	I.P %	C.B.R a Compact		Clasif. H.R.B.	Descripción del Suelo
				No.4	No.10	No.40	No.200			90	95		
Sondeo No.4													
-	1.50 Der.	0-10	-	Adoquín									
		10-15	-	Arena									
		15-60	9	70	48	17	5	20	3			A-1-a(0)	
		60-90	10	95	87	66	56	44	14			A-7-5(7)	
		90-150	11	91	80	53	40	39	10			A-4(1)	
Sondeo No.5													

-	1.50 lzq.	0-10	-	Adoquín									
		10-16	-	Arena									
		16-60	12	71	53	16	6	-	NP			A-1-b(0)	
		60-150	13	91	80	43	21	29	4			A-1-b(0)	
Sondeo No.6													
-	1.50 Der.	0-10	-	Adoquín									
		10-17	-	Arena									
		17-65	14	61	49	26	14	26	6			A-1-a(0)	
		65-150	15	94	79	44	26	28	4			A-2-4(0)	

SECCIÓN #2.

RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR

02/02/07
 1
 ALCALDIA DE MANAGUA
 DIVISION GENERAL DE URBANISMO - TABLA No. 2
 CONTEO VEHICULAR-PROMEDIO DE 03 DIAS EN LA HORA ENTERA DE MAXIMO VOLUMEN (VEHICULOS FISICOS)
 Intersección: COLEG SALOMON SELVA/99/00/01/02/03/04/07 Nro.: 239
 1er. Día: 30/01/07 Hora Inicio: 07:00:00am Giros: 12
 2do. Día: 31/01/07 Hora Final: 7:00:00pm Periodo: 15 minutos
 3er. Día: 01/02/07

Horario	Giro01	Giro02	Giro03	Giro04	Giro05	Giro06	Giro07	Giro08	Giro09	Giro10	Giro11	Giro12	Giro13	Giro14	Giro15	Giro16	Total	Máx Prom
07:00:00am-07:15:00am	18	84	40	37	3	3	3	153	2	29	5	10	0	0	0	0	387	0
07:15:00am-07:30:00am	22	99	41	46	5	7	7	177	4	39	10	14	0	0	0	0	471	0
07:30:00am-07:45:00am	24	75	41	53	8	13	2	187	8	46	14	21	0	0	0	0	492	0
07:45:00am-08:00:00am	11	94	56	67	8	11	6	202	9	44	10	21	0	0	0	0	539	1,889
08:00:00am-08:15:00am	14	116	22	54	13	10	5	167	3	55	14	14	0	0	0	0	487	0
08:15:00am-08:30:00am	12	92	22	38	7	6	3	186	6	44	14	7	0	0	0	0	437	0
08:30:00am-08:45:00am	9	115	21	54	7	5	6	185	2	45	10	4	0	0	0	0	463	0
08:45:00am-09:00:00am	10	120	19	38	5	12	1	169	3	37	9	4	0	0	0	0	427	1,814
09:00:00am-09:15:00am	15	113	17	35	7	9	9	155	4	42	12	3	0	0	0	0	421	0
09:15:00am-09:30:00am	12	115	17	22	9	11	3	146	3	44	11	5	0	0	0	0	398	0
09:30:00am-09:45:00am	15	116	22	30	6	5	3	152	4	43	11	6	0	0	0	0	413	0
09:45:00am-10:00:00am	14	128	29	33	7	6	3	151	8	35	12	11	0	0	0	0	437	1,669
10:00:00am-10:15:00am	12	118	27	20	8	6	5	138	8	33	10	6	0	0	0	0	391	0
10:15:00am-10:30:00am	15	122	18	18	9	5	2	141	4	35	18	9	0	0	0	0	396	0
10:30:00am-10:45:00am	17	117	21	22	5	5	10	143	4	32	9	6	0	0	0	0	391	0
10:45:00am-11:00:00am	11	125	14	31	8	3	4	148	7	29	8	10	0	0	0	0	398	1,576
11:00:00am-11:15:00am	14	132	16	40	6	4	4	152	4	27	12	10	0	0	0	0	421	0
11:15:00am-11:30:00am	15	158	20	31	5	5	4	145	5	31	10	8	0	0	0	0	437	0
11:30:00am-11:45:00am	14	172	16	39	5	8	8	153	6	38	10	18	0	0	0	0	487	0
11:45:00am-12:00:00pm	25	171	26	26	8	5	5	172	8	39	10	10	0	0	0	0	505	1,850
12:00:00pm-12:15:00pm	22	186	36	30	6	6	4	174	6	45	9	9	0	0	0	0	533	0
12:15:00pm-12:30:00pm	21	194	23	28	6	7	8	194	9	40	8	9	0	0	0	0	547	0
12:30:00pm-12:45:00pm	21	200	28	25	8	8	8	194	15	50	8	7	0	0	0	0	572	0
12:45:00pm- 1:00:00pm	12	147	30	31	6	8	5	201	5	42	11	11	0	0	0	0	509	2,161
1:00:00pm- 1:15:00pm	4	138	16	20	7	6	2	122	3	20	3	3	0	0	0	0	344	0
1:15:00pm- 1:30:00pm	3	122	18	25	2	6	1	112	1	24	3	4	0	0	0	0	321	0
1:30:00pm- 1:45:00pm	5	129	21	27	4	7	2	122	3	28	4	7	0	0	0	0	359	0
1:45:00pm- 2:00:00pm	3	133	23	40	1	7	7	117	3	27	4	9	0	0	0	0	374	1,398
2:00:00pm- 2:15:00pm	9	133	22	35	4	9	4	152	1	29	2	7	0	0	0	0	407	0
2:15:00pm- 2:30:00pm	4	123	25	33	4	13	3	133	2	37	5	8	0	0	0	0	390	0
2:30:00pm- 2:45:00pm	7	129	20	34	4	9	2	130	3	44	5	6	0	0	0	0	393	0
2:45:00pm- 3:00:00pm	8	120	22	31	3	8	4	136	4	40	4	4	0	0	0	0	384	1,574
3:00:00pm- 3:15:00pm	7	146	15	28	2	11	3	147	5	29	3	8	0	0	0	0	404	0
3:15:00pm- 3:30:00pm	4	142	29	26	7	9	4	133	7	34	3	5	0	0	0	0	403	0
3:30:00pm- 3:45:00pm	10	146	33	27	2	11	5	130	5	39	4	6	0	0	0	0	418	0
3:45:00pm- 4:00:00pm	8	142	33	26	6	14	4	151	7	38	1	5	0	0	0	0	435	1,660
4:00:00pm- 4:15:00pm	13	144	37	29	5	12	2	159	6	33	2	4	0	0	0	0	446	0
4:15:00pm- 4:30:00pm	12	149	33	25	8	16	4	147	3	29	4	4	0	0	0	0	434	0
4:30:00pm- 4:45:00pm	12	142	31	28	3	8	3	113	2	38	7	3	0	0	0	0	390	0
4:45:00pm- 5:00:00pm	8	182	28	31	2	9	1	120	8	43	3	8	0	0	0	0	443	1,713
5:00:00pm- 5:15:00pm	7	163	27	35	6	17	2	133	9	51	9	12	0	0	0	0	471	0
5:15:00pm- 5:30:00pm	10	167	32	34	5	32	3	147	10	47	22	9	0	0	0	0	518	0
5:30:00pm- 5:45:00pm	8	155	27	31	3	28	2	135	10	43	15	12	0	0	0	0	469	0
5:45:00pm- 6:00:00pm	8	147	30	31	6	21	3	124	7	46	13	9	0	0	0	0	445	1,903
6:00:00pm- 6:15:00pm	11	137	25	26	5	17	2	123	9	38	9	9	0	0	0	0	411	0
6:15:00pm- 6:30:00pm	18	125	27	27	5	16	3	135	9	36	10	6	0	0	0	0	417	0
6:30:00pm- 6:45:00pm	11	114	23	20	5	14	2	139	6	33	6	5	0	0	0	0	378	0
6:45:00pm- 7:00:00pm	6	88	20	15	4	13	3	115	4	30	5	3	0	0	0	0	306	1,512
** TOTAL	571	6,425	1,239	1,532	268	481	189	7,160	264	1,800	401	389	0	0	0	0	20,719	
Hora Entera Promedio de máximo volumen MAÑANA: 07:00:00am-08:00:00am ...	1,889																	
Hora Entera Promedio de máximo volumen TARDE : 12:00:00pm- 1:00:00pm ...	2,161																	

SECCION 2.1. AFORO DE TRANSITO DE LA INTERSECCIÓN DEL COLEGIO

FUENTE: ALCALDÍA

02/02/07
 1
 ALCALDIA DE MANAGUA
 DIVISION GENERAL DE URBANISMO - TABLA No. 2
 CONTEO VEHICULAR PROMEDIO DE 03 DIAS Y VOLUMEN PROMEDIO EN HORA PICO (VEHICULOS FISICOS) **INFORME COMPACTO**
 Intersección: COLEG SALOMON SELVA/99/00/01/02/03/04/07 Nro.: 239
 1er. Día: 30/01/07 Hora Inicio: 07:00:00am Giros: 12
 2do. Día: 31/01/07 Hora Final: 7:00:00pm Periodo: 15 minutos
 3er. Día: 01/02/07

Horario	Giro01	Giro02	Giro03	Giro04	Giro05	Giro06	Giro07	Giro08	Giro09	Giro10	Giro11	Giro12	Giro13	Giro14	Giro15	Giro16	Hora Pico
07:00:00am-08:00:00am	75	352	178	203	24	34	18	719	23	158	39	66	0	0	0	0	1,869
07:15:00am-08:15:00am	71	384	160	220	34	41	20	733	24	184	48	70	0	0	0	0	1,989
07:30:00am-08:30:00am	61	377	141	212	36	40	16	742	26	189	52	63	0	0	0	0	1,955
07:45:00am-08:45:00am	46	417	121	213	35	32	20	740	20	188	48	46	0	0	0	0	1,926
08:00:00am-09:00:00am	45	443	84	184	32	33	15	707	14	181	47	29	0	0	0	0	1,814
08:15:00am-09:15:00am	46	440	79	165	26	32	19	695	15	168	45	18	0	0	0	0	1,748
08:30:00am-09:30:00am	46	463	74	149	28	37	19	655	12	168	42	16	0	0	0	0	1,709
08:45:00am-09:45:00am	52	464	75	125	27	37	16	622	14	166	43	18	0	0	0	0	1,659
09:00:00am-10:00:00am	56	472	85	120	29	31	18	604	19	164	46	25	0	0	0	0	1,669
09:15:00am-10:15:00am	53	477	95	105	30	28	14	587	23	155	44	28	0	0	0	0	1,639
09:30:00am-10:30:00am	56	484	96	101	30	22	13	582	24	146	51	32	0	0	0	0	1,637
09:45:00am-10:45:00am	58	485	95	93	29	22	20	573	24	135	49	32	0	0	0	0	1,615
10:00:00am-11:00:00am	55	482	80	91	30	19	21	570	23	129	45	31	0	0	0	0	1,576
10:15:00am-11:15:00am	57	496	69	111	28	17	20	584	19	123	47	35	0	0	0	0	1,606
10:30:00am-11:30:00am	57	532	71	124	24	17	22	588	20	119	39	34	0	0	0	0	1,647
10:45:00am-11:45:00am	54	587	66	141	24	20	20	598	22	125	40	46	0	0	0	0	1,743
11:00:00am-12:00:00pm	68	633	78	136	24	22	21	622	23	135	42	46	0	0	0	0	1,850
11:15:00am-12:15:00pm	76	687	98	126	24	24	21	644	25	153	39	45	0	0	0	0	1,962
11:30:00am-12:30:00pm	82	723	101	123	25	26	25	693	29	162	37	46	0	0	0	0	2,072
11:45:00am-12:45:00pm	89	751	113	109	28	26	25	734	38	174	35	35	0	0	0	0	2,157
12:00:00pm-1:00:00pm	76	727	117	114	26	29	25	763	35	177	36	36	0	0	0	0	2,161
12:15:00pm-1:15:00pm	58	679	97	104	27	29	23	711	32	152	30	30	0	0	0	0	1,972
12:30:00pm-1:30:00pm	40	607	92	101	23	28	16	629	24	136	25	25	0	0	0	0	1,746
12:45:00pm-1:45:00pm	24	536	85	103	19	27	10	557	12	114	21	25	0	0	0	0	1,533
1:00:00pm-2:00:00pm	15	522	78	112	14	26	12	473	10	99	14	23	0	0	0	0	1,398
1:15:00pm-2:15:00pm	20	517	84	127	11	29	14	503	8	108	13	27	0	0	0	0	1,461
1:30:00pm-2:30:00pm	21	518	91	135	13	36	16	524	9	121	15	31	0	0	0	0	1,530
1:45:00pm-2:45:00pm	23	518	90	142	13	38	16	532	9	137	16	30	0	0	0	0	1,564
2:00:00pm-3:00:00pm	28	505	89	133	15	39	13	551	10	150	16	25	0	0	0	0	1,574
2:15:00pm-3:15:00pm	26	518	82	126	13	41	12	546	14	150	17	26	0	0	0	0	1,571
2:30:00pm-3:30:00pm	26	537	86	119	16	37	13	546	19	147	15	23	0	0	0	0	1,584
2:45:00pm-3:45:00pm	29	554	99	112	14	39	16	546	21	142	14	23	0	0	0	0	1,609
3:00:00pm-4:00:00pm	29	576	110	107	17	45	16	561	24	140	11	24	0	0	0	0	1,660
3:15:00pm-4:15:00pm	35	574	132	108	20	46	15	573	25	144	10	20	0	0	0	0	1,702
3:30:00pm-4:30:00pm	43	581	136	107	21	53	15	587	21	139	11	19	0	0	0	0	1,733
3:45:00pm-4:45:00pm	45	577	134	108	22	50	13	570	18	138	14	16	0	0	0	0	1,705
4:00:00pm-5:00:00pm	45	617	129	113	18	45	10	539	19	143	16	19	0	0	0	0	1,713
4:15:00pm-5:15:00pm	39	636	119	119	19	50	10	513	22	161	23	27	0	0	0	0	1,738
4:30:00pm-5:30:00pm	37	654	118	128	16	66	9	513	29	179	41	32	0	0	0	0	1,822
4:45:00pm-5:45:00pm	33	667	114	131	16	86	8	535	37	184	49	41	0	0	0	0	1,901
5:00:00pm-6:00:00pm	33	632	116	131	20	98	10	539	36	187	59	42	0	0	0	0	1,903
5:15:00pm-6:15:00pm	37	606	114	122	19	98	10	529	36	174	59	39	0	0	0	0	1,843
5:30:00pm-6:30:00pm	45	564	109	115	19	82	10	517	35	163	47	36	0	0	0	0	1,742
5:45:00pm-6:45:00pm	48	523	105	104	21	68	10	521	31	153	38	29	0	0	0	0	1,651
6:00:00pm-7:00:00pm	46	464	95	88	19	60	10	512	28	137	30	23	0	0	0	0	1,512
6:15:00pm-7:00:00pm	35	327	70	62	14	43	8	389	19	99	21	14	0	0	0	0	1,101
6:30:00pm-7:00:00pm	17	292	43	35	9	27	5	254	10	63	11	8	0	0	0	0	684
6:45:00pm-7:00:00pm	6	88	20	15	4	13	3	115	4	30	5	3	0	0	0	0	306

Volumen Promedio en Hora Pico por la MAÑANA: 07:15:00am-08:15:00am ... 1,989
 Volumen Promedio en Hora Pico por la TARDE : 12:00:00pm- 1:00:00pm ... 2,161

SECCION 2.2 AFORO DE TRANSITO DE LA INTERSECCIÓN DEL COLEGIO

FUENTE: ALCALDÍA

ALCALDIA DE MANAGUA 02/02/07
 DIVISION GENERAL DE URBANISMO - TABLA No. 5 1
 DISTRIBUCION DE VEHICULOS FISICOS EN HORA PICO PROMEDIO DE 03 DIAS

Intersección: COLEG SALOMON SELVA/99/0 1/07 Nro.: 239
 1er. Día: 30/01/07 Hora Inicio: 07:00:00am Giros: 12
 2do. Día: 31/01/07 Hora Final: 7:00:00pm Periodo: 15 minutos
 3er. Día: 01/02/07 Hora Pico Promedio: 12:00:00pm- 1:00:00pm

GIRO DIRECCION	MOTOS	LIVIANOS	OTROS	BICI.	BUSES	CAMIONES	%LIVIA	%PESAD	TOTAL
01 NORTE-OESTE	10	62	0	0	1	3	81.58%	5.26%	76
02 NORTE-SUR	26	659	0	0	23	19	90.65%	5.78%	727
03 NORTE-ESTE	2	114	0	0	1	0	97.44%	0.85%	117
04 ESTE-NORTE	8	103	0	0	0	3	90.35%	2.63%	114
05 ESTE-OESTE	5	19	0	0	0	2	73.08%	7.69%	26
06 ESTE-SUR	4	25	0	0	0	0	86.21%	0.00%	29
07 SUR-ESTE	4	20	0	0	0	1	80.00%	4.00%	25
08 SUR-NORTE	38	681	0	0	19	25	89.25%	5.77%	763
09 SUR-OESTE	3	31	0	0	1	0	88.57%	2.86%	35
10 OESTE-SUR	14	158	0	0	2	3	89.27%	2.82%	177
11 OESTE-ESTE	6	28	0	0	0	2	77.78%	5.56%	36
12 OESTE-NORTE	2	34	0	0	0	0	94.44%	0.00%	36
** TOTAL	122	1,934	0	0	47	58	89.50%	4.86%	2,161

** NOTACION **

Veh. Livianos (Autos, Camionetas, Microbuses)
 Veh. Pesados (Buses, Camiones)

SECCION 2.3. AFORO DE TRANSITO DE LA INTERSECCIÓN DEL COLEGIO

FUENTE: ALCALDÍA

ALCALDIA DE MANAGUA 02/02/07
 DIVISION GENERAL DE URBANISMO - TABLA No. 7 1
 DISTRIBUCION DE VEHICULOS EQUIVALENTES EN HORA PICO PROMEDIO DE 03 DIAS

Intersección: COLEG SALOMON SELVA/99/00/01/02/03/04/07 Nro.: 239
 1er. Día: 30/01/07 Hora Inicio: 07:00:00am Giros: 12
 2do. Día: 31/01/07 Hora Final: 7:00:00pm Periodo: 15 minutos
 3er. Día: 01/02/07 Hora Pico Promedio: 12:00:00pm- 1:00:00pm

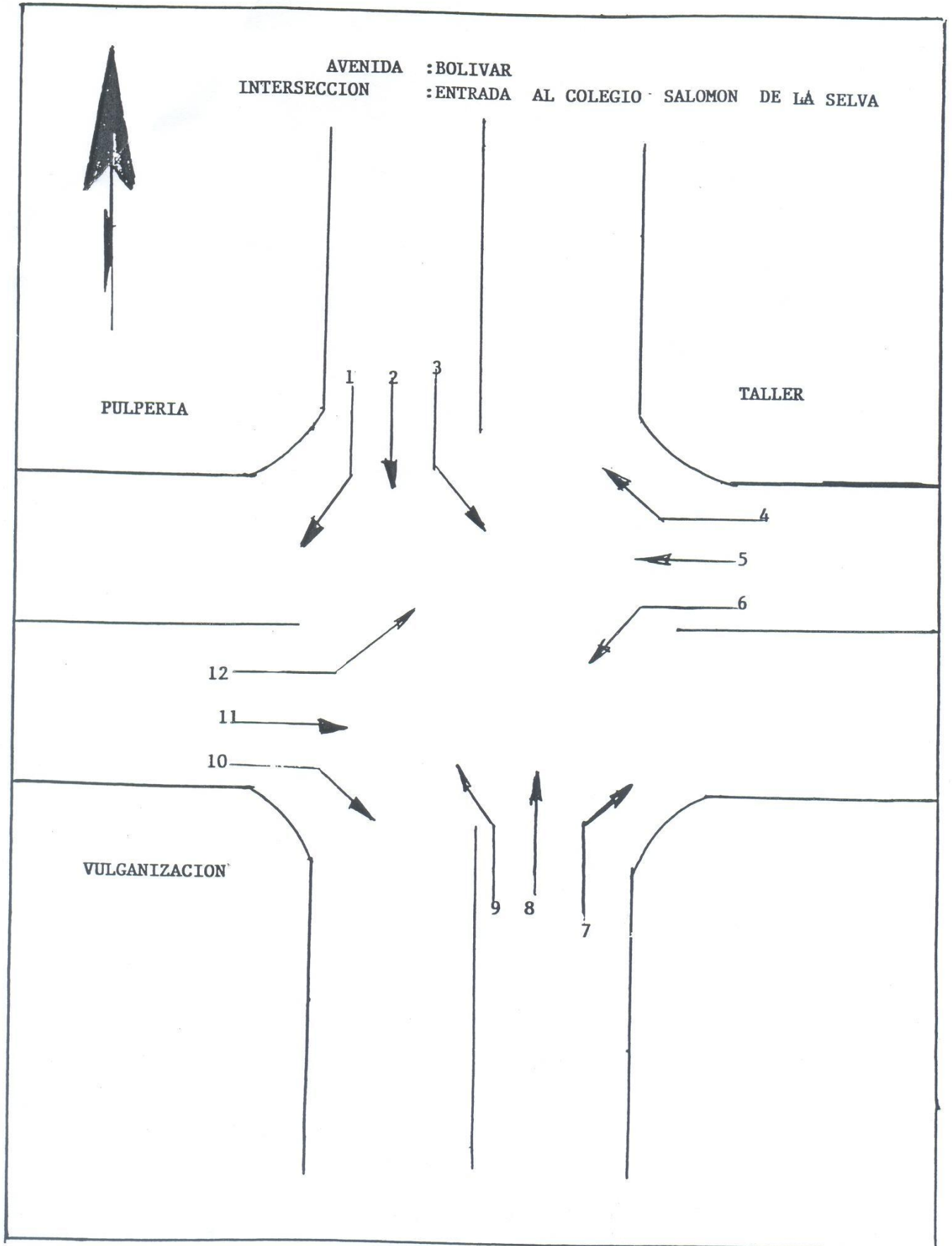
GIRO DIRECCION	MOTOS	BICI.	OTROS	LIVIANOS	PESADOS	TOTAL
01 NORTE-OESTE	5	0	0	62	8	75
02 NORTE-SUR	13	0	0	659	84	756
03 NORTE-ESTE	1	0	0	114	2	117
04 ESTE-NORTE	4	0	0	103	6	113
05 ESTE-OESTE	3	0	0	19	4	26
06 ESTE-SUR	2	0	0	25	0	27
07 SUR-ESTE	2	0	0	20	2	24
08 SUR-NORTE	19	0	0	681	88	788
09 SUR-OESTE	2	0	0	31	2	35
10 OESTE-SUR	7	0	0	158	10	175
11 OESTE-ESTE	3	0	0	28	4	35
12 OESTE-NORTE	1	0	0	34	0	35
*** TOTAL	62	0	0	1,934	210	2,206

COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA

Motocicletas	0.5
Bicicletas	0.5
Otros	1.0
Veh. Livianos (Autos, Camionetas, Microbuses) ..	1.0
Veh. Pesados (Buses, Camiones)	2.0

SECCION 2.4. AFORO DE TRANSITO DE LA INTERSECCIÓN DEL COLEGIO

FUENTE: ALCALDÍA



SECCION 2.5 CONDICIONES GENERALES DE OPERACIÓN PARA LOS NIVELES DE SERVICIO

NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
A	FLUJO LIBRE DE VEHÍCULOS, BAJOS VOLÚMENES DE TRANSITO Y RELATIVAMENTE ALTAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN.
B	FLUJO LIBRE RAZONABLE, PERO LA VELOCIDAD EMPIEZA A SER RESTRINGIDA POR LAS CONDICIONES DEL TRANSITO.
C	SE MANTIENE EN ZONA ESTABLE, PERO MUCHOS CONDUCTORES EMPIEZAN A SENTIR RESTRICCIONES EN SU LIBERTAD PARA SELECCIONAR SU PROPIA VELOCIDAD.
D	ACERCÁNDOSE A FLUJO INESTABLE, LOS CONDUCTORES TIENEN POCA LIBERTAD PARA MANIOBRAR.
E	FLUJO INESTABLE, SUCEDEN PEQUEÑOS EMBOTELLAMIENTOS.
F	FLUJO FORZADO, CONDICIONES DE "PARE Y SIGA ", CONGESTIÓN DE TRANSITO.

SECCION 2.6 GUÍA PARA SELECCIONAR EL NIVEL DE SERVICIO PARA DISEÑO.

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE ÁREA Y NIVEL DE SERVICIO APROPIADO			
	RURAL PLANO	RURAL ONDULADO	RURAL MONTAÑOSO	URBANO SUBURBANO
AUTOPISTA ESPECIAL	B	B	C	C
TRONCALES	B	B	C	C
COLECTORAS	C	C	D	D
LOCALES	D	D	D	D

FUENTE: AASHTO, A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS, 1994, P. 90

SECCION 2.7. NIVEL DE SERVICIO (V/C) PARA CARRETERA DE DOS CARRILES.

NIVEL DE SERVICIO (NS)	TERRENO PLANO						TERRENO ONDULADO						TERRENO MONTAÑOSO					
	RESTRICCIÓN DE PASO,%						RESTRICCIÓN DE PASO,%						RESTRICCIÓN DE PASO,%					
	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
A	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
B	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10
C	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
D	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78

FUENTE: TBR, HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1994.

SECCION 2.8. FACTORES DE AJUSTE POR DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL DEL TRANSITO EN CARRETERAS DE DOS CARRILES (FD).

SEPARACIÓN DIRECCIONAL (%/%)	FACTOR
50/50	1.00
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/0	0.71

FUENTE: TBR, HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1994

SECCION 2.9. FACTORES DE AJUSTE POR EFECTO COMBINADO DE CARRILES ANGOSTOS Y HOMBROS RESTRINGIDOS, CARRETERA DE DOS CARRILES (FW).

HOMBRO (M)	CARRIL 3.65M		CARRIL 3.35M		CARRIL 3.05M		CARRIL 2.75M	
	NS A-D	NSE	NS A-D	NSE	NS A-D	NSE	NS A-D	NSE
1.8	1.00	1.00	0.93	0.94	0.83	0.87	0.70	0.76
1.2	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.6	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0.0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

FUENTE: TBR, HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1994

NS: NIVEL DE SERVICIO.

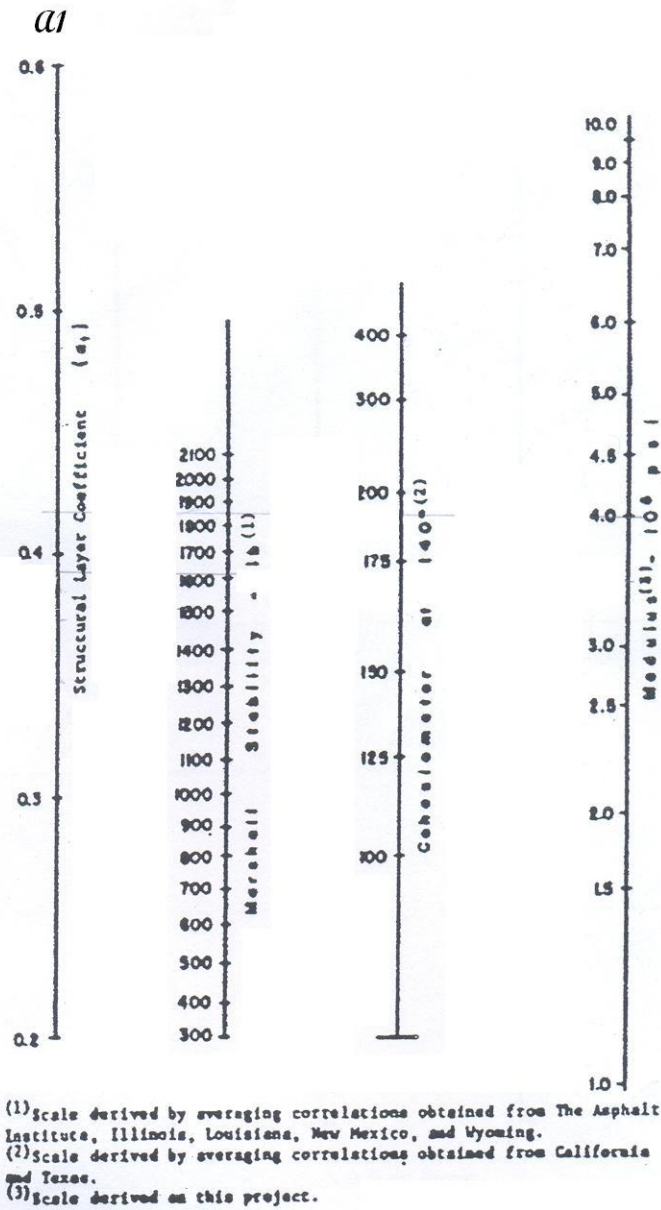
SECCION 2.10. AUTOMÓVILES EQUIVALENTES POR CAMIONES Y AUTOBUSES, EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TERRENO, CARRETERA DE DOS CARRILES (FHV).

TIPO DE VEHICULO	NS	TIPO DE TERRENO		
		PLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
CAMIONES, ET	A	2.0	4.0	7.0
	B-C	2.2	5.0	10.0
	D-E	2.0	5.0	12.0
BUSES, EB	A	1.8	3.0	5.7
	B-C	2.0	3.4	6.0
	D-E	1.6	2.9	6.5

FUENTE: TBR, HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1994

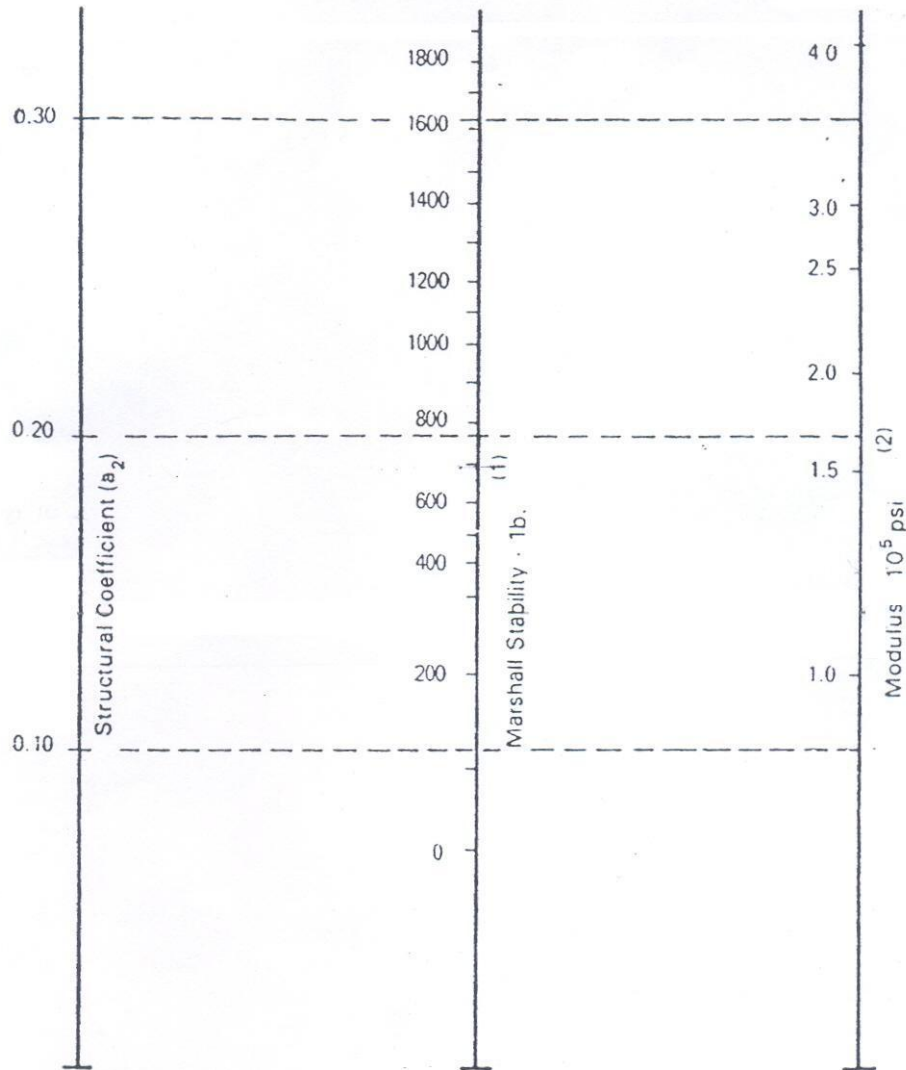
SECCIÓN #3.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO



Variation in " a_1 " with Surface Course Strength [from Ref. 5.2].

SECCION 3.1



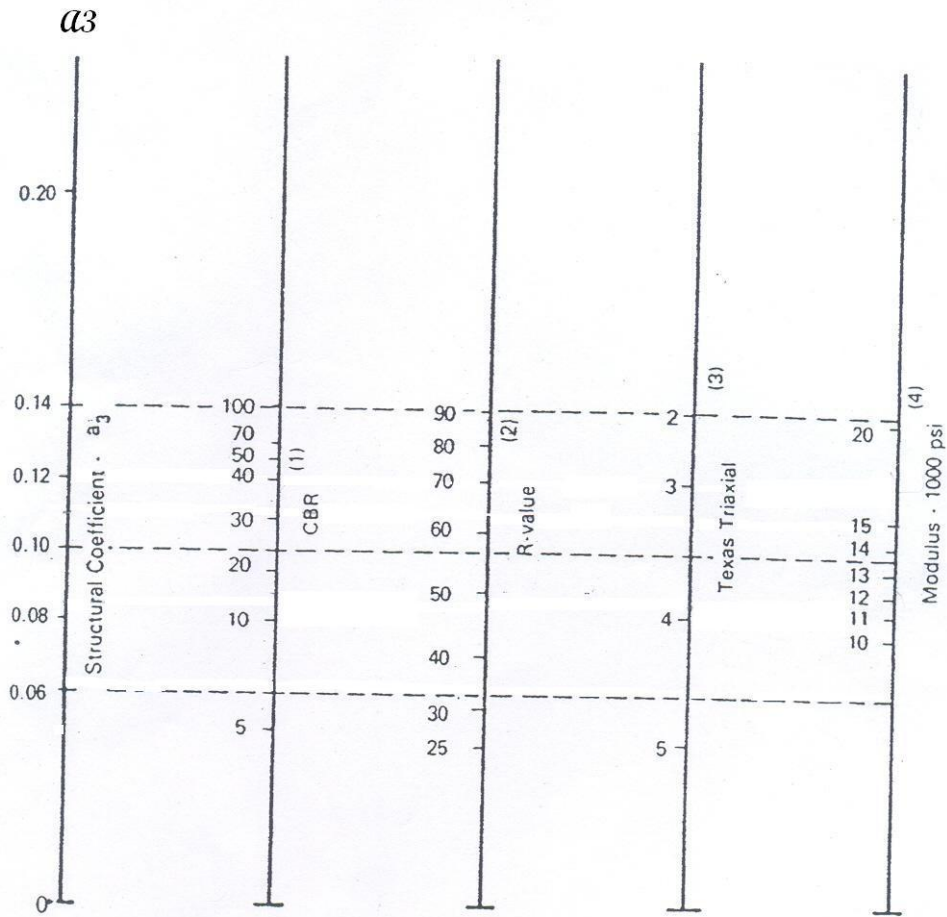
(1) Scale derived by correlation obtained from Illinois.

(2) Scale derived on NCHRP project (3).

Variation in a_2 for Bituminous-Treated Bases with Base Strength Parameter (3)

Variación de A_2 para bases tratadas con asfalto para diferentes parámetros de resistencia.

SECCION 3.2



- (1) Scale derived from correlations from Illinois.
- (2) Scale derived from correlations obtained from The Asphalt Institute, California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived from correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

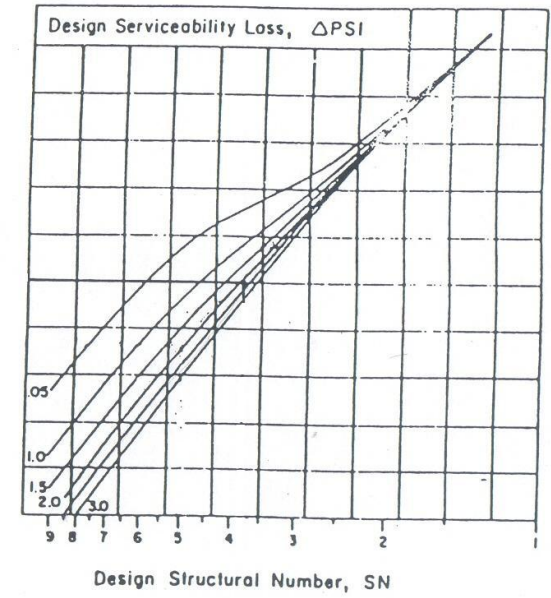
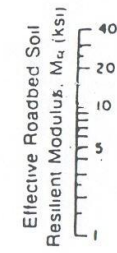
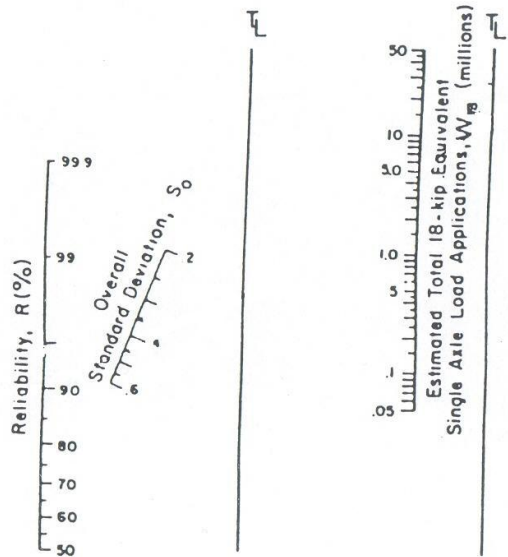
Figure 2.7. Variation in Granular Subbase Layer Coefficient (a_3) with Various Subbase Strength Parameters (3)

Variación del coeficiente A_3 con diferentes parámetros de resistencia de la sub-base

SECCION 3.

NOMOGRAPH SOLVES:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10} M_R - 8.07$$



Example:

- $W_{18} = 5 \times 10^6$
- $R = 95 \%$
- $S_o = 0.35$
- $M_R = 5000 \text{ psi}$
- $\Delta PSI = 1.9$
- Solution: $SN = 5.0$

SECCION 3.4

Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

Design of Pavement Structures

SECCIÓN #4.

PLANOS DEL PROYECTO

Conclusiones

Este trabajo se realizó con el fin de dar solución a la población para la facilidad del manejo vehicular, de manera en la cual el proyecto esta estructurado por siete capítulos, habiendo tratado en cada capítulo las actividades correspondientes a un proyecto de rehabilitación de carretera.

Las conclusiones llegadas a cada capítulo están dadas a continuación:

1. Estudios de Suelos.

Los suelos predominantes en el tramo de carretera, dados por los estudios de suelos suministrados por el laboratorio, son:

En la capa superior se encuentra un suelo de Arena Limosa con Grava y en los estratos inferiores las capas están conformadas por Arcilla Arenosa, Suelo Limoso, Arenas Limosa y Arcilla.

2. Estudio de Transito.

Dados los estudios de tránsitos suministrados por la Alcaldía de Managua, se calculo el nivel de servicio, dando como resultado, que la carretera está trabajando en un nivel de servicio E; por lo cual se proyecto a 15 años.

Esta proyección nos indica que dentro de 15 Años habrá un aumento a lo cual ya no estaría operando en ningún tipo de servicio la carretera por la cual se recomienda ampliar a un carril mas en el lado derecho de Sur a Norte del diseño.

3. Diseño Geométrico.

Se planteo una sección típica de dos carriles por sentido de 3.05 metros de ancho, con una pendiente de 1.37% en terracería y una pendiente de bombeo del 2%.

El diseño de la vía es de una velocidad de 40 km/horas y a una distancia de visibilidad de parada de 45 metros.

La vía corresponde a un sistema de clasificación de carretera Troncal Colectora de terreno plano.

4. Diseño Estructural.

Se realizaron 6 tipos de sondeo a lo cual se contó también con el estudio de suelo del banco de materiales. La base será conformada con 13 cm de material existente y 7 cm de Banco Santa Ana (Hormigón y material selecto), mezclada con (suelo-cemento), con resistencia mínima a la compresión de 21 kg/cm²

Se considero un transito pesado con un Esal de 5.67×10^6 psi,

Los espesor final de la carretera son los siguientes, el espesor de la base será de 20cm, carpeta asfáltica de 15cm, ya que es un transito pesado clasificado por el Esal, se mezclara la base existente con material selecto del banco material para mejorar la base.

5. Diseño Hidráulico.

Se tomo un diseño para la red de aguas pluviales basadas en estudios hidrológicos por lo cual con esos datos propusimos el mejoramiento de la red de tuberías para aguas pluviales, se instalaran 20 tragantes sencillos; con 10 pozos de visita.

El diseño esta dado para 10 años, proponiendo cunetas de caites, ya que son las usadas por la alcaldía.

6. Costo y Duración de la Obra.

El Proyecto esta diseñado para terminarse en **117 días** calendarios con un monto en córdobas de **CS\$ 20, 900,596.23 (Veinte millones novecientos mil quinientos noventa y seis dólares con veinte y tres centavos).**

En dólares: **US\$ 1, 100,031.38 (Un millón cien mil treinta y uno con treinta y ocho centavos).**

Recomendaciones

- Base de Suelo-Cemento deberá compactarse al 98% mínimo, del proctor Estándar

- Se utilizara una mezcla de Escoria Volcánica (Hormigón) y material Selecto, en las proporciones siguientes:

Hormigón (Escoria Volcánica)	60%(3 Partes)
Material Selecto	40%(2 Partes)

De esta mezcla se utilizara el equivalente a 7 cm compactos y revolverse hasta su homogenización con los 13cm de material de la base existente, y luego se agregara el 6% de cemento (2.5 a 3.0 bolsas de cemento por m3)

- La procedencia de los materiales para la base son los siguientes:

Tipo de material	Procedencia
Hormigón (Escoria volcánica)	Banco Santa Ana (Lomas de San Judas)
Material Selecto	Banco Santa Ana (Lomas de San Judas)

- El material de la base deberá ser debidamente imprimado antes de colocar La carpeta de rodamiento. El material bituminoso a utilizar será asfalto rebajado MC-10, la intensidad de aplicación podrá variar de 0.25-0.58 Gls/m², dependiendo de la textura de la base, debiéndose adoptar aquella que sea absorbida en 24 hrs. La temperatura de aplicación será 50 a 85 C

Después de 24 horas deberá espaciarse material de secado sobre la Superficie, a fin de que seque el exceso de Asfalto, debiendo estar completamente curada la imprimación antes de colocar la carpeta

Antes de la imprimación la base barrerse y soplar el polvo y las partículas sueltas que pudieran existir en su superficie

- Como la carpeta es de 15cm, de concreto asfáltico, de graduación densa, con una estabilidad de Marshall de 100lbs, como mínimo, con un porcentaje de vacíos entre 3 y 5 y flujo entre 8 y 16

- La superficie debidamente imprimada sobre la que se ha de colocar la carpeta asfáltica estará libre de toda clase de grasa, basura, aceite, partículas sueltas y otras materias objetables que puedan evitar una adherencia adecuada entre la nueva carpeta y la superficie imprimada.
- Antes de la colocación de la mezcla, que conformara la carpeta, deberá aplicarse un riego de liga, sobre la base debidamente imprimada y limpia de sustancia objetables, con Asfalto rebajado RC-250 a razón de 0.10 0.15 Gls/m².
- Llevar un control de calidad de los materiales a utilizar así como la compactación.
- Cumplir con las especificaciones técnicas de construcción dadas por el NIC 2000.
- Impacto Ambiental

En la parte ambiental, ya hay problemas existentes a causa del despale en la zona debido al crecimiento poblacional y comercial aledaños al tramo.

De tal forma hay mayor concurrencia de aguas pluviales a lo que ha causado inundaciones en la vía debido al mismo despale en la zona sur de Managua.

Nuestra propuesta es que al momento de construir se debe tener en cuenta ciertos factores:

- a. Cuidar lo más posible las áreas verde ya existente.
- b. Las vibraciones que pueden causar los equipos a emplearse en la obra deberá acomodarse a las normas dadas para la construcción.
- c. De igual manera los niveles de contaminantes (alquitrán), debido al cuidado de la salud de los habitantes.
- d. Promover más el área verde en los bulevares y aceras.
- e. Arborizar la zona con árboles altos para lo cual no obstaculice la visibilidad de los conductores.

Bibliografía

1. José Luís Escario, Ventura Escario, Enrique Balaguer. Lima Perú 1967. “Caminos. Tomo 1 Estudio y Construcción de la Explanación”.
2. Laboratorio Ingeniería de Materiales y Suelos. Managua, Nicaragua 2003, “Estudios de Suelos”.
3. In g. Aldo José Zamora Lacayo. Managua, Nicaragua. “Apuntes de Ingeniería de Transito”.
4. Alcaldía de Managua. División General de Urbanismo. Managua, Nicaragua 2007. “Conteo Vehicular”.
5. Ing. Israel Morales Urbina. Managua, Nicaragua 2005. “Curso de Titulación, Obras Viales, Diseño de Pavimento Flexible”.
6. Ing. Reyna Estrada, Ing. Vásquez. Managua, Nicaragua 1998. “Guía para el calculo de Take-Off (Cantidades de Obras)”.
7. Catalogo de Rendimiento.
8. Guía de Equipos de Construcción.
9. Ing. Mendoza, Ing. Cruz. Managua, Nicaragua 2007. “Diseño de un tramo de 520 metros de adoquinado para dar acceso al cementerio municipal de Buenos Aires, Departamento de Rivas”.
10. Ing. Fonseca, Ing. Urbina, Ing. Villachica. Managua, Nicaragua 2005. “Diseño de Pavimento Flexible, tramo Santa Rosa – Juigalpa”.
11. Ing. Bravo. Tesis de Postgrado. “Pavimento de Concreto Hidráulico”
12. Alcaldía Municipal de San Marcos, Departamento de Carazo. Managua, Nicaragua 2006. “Proyecto: Adoquinado del Tramo Covisama II Etapa – Cementerio”.
13. Navegación en la Web.

SECCIÓN #1.

RESULTADOS DE LABORATORIOS



INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CONSTRUCCIONES VERTICALES Y HORIZONTALES, ANALISIS
Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONTRUCCION

Managua, 12 de Marzo del 2003

Ingeniero
Patricia Chow Martínez
Directora de Desarrollo Municipal
ALCALDIA DE MANAGUA
Su Oficina

Estimada Ing. Chow:

Por este medio le hacemos entrega del Estudio de Suelos para Espesores de Pavimento Proyecto: Prolongación de Avenida Bolívar, Tramo ENEL-Rotonda Universitaria, Managua.

Sin más que hacer referencia, le saluda.

Atentamente,


ING. BLADIMIR ZELAYA GUTIERREZ
GERENTE GENERAL

CC: Archivo



INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

INFORME DE ENSAYE DE SUELOS

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE					
MUESTRA	1				
ESTACION	Material Selecto de Banco Santa Ana (Lomas de San Judas, sobre Pista Suburbana)				
DESVIACION					
PROFUNDIDAD (cms)					
SONDEO					

GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ 3"					
2"					
1 1/2"					
1"	100				
3/8"	99				
3/4"	91				
No. 4	78				
No. 10	68				
No. 40 (a)	32				
No. 200 (b)	17				
Relación de Finos: (b)/(a)	0.53				

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido	-				
Índice de Plasticidad	N.P.				
Contracción Lineal					

CLASIFICACIÓN

Clasificación H.R.B.	A-1-b-(0)				
Clasificación de Casagrande					

ENSAYES ADICIONALES

Peso Vol. Suelto (kg/m ³)	1030				
Peso Vol. Varillado (kg/m ³)	1192				

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

INFORME DE ENSAYE DE SUELOS

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE					
MUESTRA	1				
ESTACION	Hormigón de Banco Santa Ana (Lomas de San Judas, sobre Pista Suburbana)				
DESVIACION					
PROFUNDIDAD (cms)					
SONDEO					

GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ 3"					
2"					
1 1/2"					
1"	100				
3/8"	99				
3/4"	79				
No. 4	41				
No. 10	18				
No. 40 (a)	3				
No. 200 (b)	1				
Relación de Finos: (b)/(a)	0.33				

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido	-				
Índice de Plasticidad	N.P.				
Contracción Lineal					

CLASIFICACIÓN

Clasificación H.R.B.	A-1-a(0)				
Clasificación de Casagrande					

ENSAYES ADICIONALES

Peso Vol. Suelto (kg/m ³)	1044				
Peso Vol. Varillado (kg/m ³)	1140				

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

INFORME DE ENSAYE DE SUELOS

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE					
MUESTRA	Mezcla de Materiales				
ESTACION	Hormigón de Banco Santa Ana = 60% (Lomas de San Judas, sobre Pista Suburbana)				
DESVIACION	Banco Mat. Selecto Pista Suburbana = 40%				
PROFUNDIDAD (cms)					
SONDEO					

GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ 3"					
2"					
1 1/2"					
1"	100				
3/8"	99				
3/4"	86				
No. 4	62				
No. 10	49				
No. 40 (a)	17				
No. 200 (b)	8				
Relación de Finos: (b)/(a)	0.47				

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido	-				
Índice de Plasticidad	NP				
Contracción Lineal					

CLASIFICACIÓN

Clasificación H.R.B.	A-1-b-(0)				
Clasificación de Casagrande					

ENSAYES ADICIONALES

Peso Vol. Suelto (kg/m ³)	1118				
Peso Vol. Varillado (kg/m ³)	1307				

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE No. _____ EFECTUADO POR: O.C.

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

FUENTE DEL MATERIAL: BANCO HORMIGON PISTA SUBURBANA = 60%
BANCO MAT. SELECTO PISTA SUBURBANA = 40%

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
%QUE PASA	99	86	62	49	17	8

LIMITE LIQUIDO _____ INDICE DE PLASTICIDAD NP

CLASIFICACIÓN H.R.B. A-1-a(0) EQUIVALENTE DE ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR MODIFICADO
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1710 kg/m ³
HUMEDAD OPTIMA	14.5%

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kg/m ³)	1492	1575	1658
C.B.R. SATURADO	50	75	99
HINCHAMIENTO (%)	0.03	0.02	0.008
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE No. _____

EFFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. _____

CÁLCULO: M.B.

COTEJO: _____

FUENTE DEL MATERIAL: Mezcla de Materiales de Sub-Base existente

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
%QUE PASA	90	82	73	56	21	9

LIMITE LIQUIDO 23

INDICE DE PLASTICIDAD NP

CLASIFICACIÓN H.R.B. A-1-b(0) EQUIVALENTE DE ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR MODIFICADO
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1730 kg/m ³
HUMEDAD OPTIMA	9.8%

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kg/m ³)	1557	1644	1730
C.B.R. SATURADO	30	53	76
HINCHAMIENTO (%)	0.06	0.03	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE No. _____ EFECTUADO POR: O.C.

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

FUENTE DEL MATERIAL: Profundidad 60-90 cm

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
%QUE PASA			95	87	66	56

LIMITE LIQUIDO 44 INDICE DE PLASTICIDAD 14

CLASIFICACIÓN H.R.B. A-7-5(4) EQUIVALENTE DE ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR MODIFICADO
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1300 kg/m ³
HUMEDAD OPTIMA	26.0%

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kg/m ³)	1170	1235	1300
C.B.R. SATURADO	5	7	9
HINCHAMIENTO (%)	0.07	0.06	0.04
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

ENSAYE No. _____

EFFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 11

CÁLCULO: M.B.

COTEJO: _____

FUENTE DEL MATERIAL: Profundidad 90-150 cm

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	4	10	40	200
%QUE PASA			91	80	53	40

LIMITE LIQUIDO 39

INDICE DE PLASTICIDAD 10

CLASIFICACIÓN H.R.B. A-4(1) EQUIVALENTE DE ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR MODIFICADO
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1440 kg/m ³
HUMEDAD OPTIMA	18.0%

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kg/m ³)	1296	1368	1440
C.B.R. SATURADO	15	22	30
HINCHAMIENTO (%)	0.02	0.03	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: MARZO 2003

HOJA No.1

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación Kms	Desviación Metros	Profundidad (m)	Muestra No.	% Que pasa Tamiz				L.L %	I.P %	C.B.R a Compact		Clasif. H.R.B.	Descripción del Suelo
				No.4	No.10	No.40	No.200			90	95		
Sondeo No.1													
-	1.50 Izq.	0-10	-	Adoquín									
		10-15	-	Arena									
		15-55	1	82	66	24	8	23	4			A-1-b(0)	
		55-75	2	78	69	50	37	34	13			A-6(1)	
		75-150	3	84	74	36	15	24	1			A-1-b(0)	
Sondeo No.2													
-	1.50 Der.	0-10	-	Adoquín									
		10-16	-	Arena									
		16-65	4	73	52	14	4	-	NP			A-1-b(0)	
		65-125	5	80	72	52	35	34	11			A-6(0)	
		125-150	6	94	88	69	50	38	13			A-6(4)	
Sondeo No.3													
-	1.50 Izq.	0-10	-	Adoquín									
		10-16	-	Arena									
		16-65	7	81	66	31	17	22	2			A-1-b(0)	
		65-150	8	92	81	60	45	30	7			A-4(2)	

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: MARZO 2003

HOJA No.2

PROYECTO: Rehabilitación de tramo de carretera, comprendido entre semáforos de ENEL - Rotonda Universitaria, Managua.

SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación Kms	Desviación Metros	Profundidad (m)	Muestra No.	% Que pasa Tamiz				L.L %	I.P %	C.B.R a Compact		Clasif. H.R.B.	Descripción del Suelo
				No.4	No.10	No.40	No.200			90	95		
Sondeo No.4													
-	1.50 Der.	0-10	-	Adoquín									
		10-15	-	Arena									
		15-60	9	70	48	17	5	20	3			A-1-a(0)	
		60-90	10	95	87	66	56	44	14			A-7-5(7)	
		90-150	11	91	80	53	40	39	10			A-4(1)	
Sondeo No.5													
-	1.50 Izq.	0-10	-	Adoquín									
		10-16	-	Arena									
		16-60	12	71	53	16	6	-	NP			A-1-b(0)	
		60-150	13	91	80	43	21	29	4			A-1-b(0)	
Sondeo No.6													
-	1.50 Der.	0-10	-	Adoquín									
		10-17	-	Arena									
		17-65	14	61	49	26	14	26	6			A-1-a(0)	
		65-150	15	94	79	44	26	28	4			A-2-4(0)	

SECCIÓN #2.

RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR

02/02/07

1

ALCALDIA DE MANAGUA

DIVISION GENERAL DE URBANISMO - TABLA No. 2

CONTEO VEHICULAR-PROMEDIO DE 03 DIAS EN LA HORA ENTERA DE MAXIMO VOLUMEN (VEHICULOS FISICOS)

Intersección: COLEG SALOMON SELVA/99/00/01/02/03/04/07 Nro.: 239

1er. Día: 30/01/07 Hora Inicio: 07:00:00am Giros: 12

2do. Día: 31/01/07 Hora Final: 7:00:00pm Periodo: 15 minutos

3er. Día: 01/02/07

Horario	Giro01	Giro02	Giro03	Giro04	Giro05	Giro06	Giro07	Giro08	Giro09	Giro10	Giro11	Giro12	Giro13	Giro14	Giro15	Giro16	Total	Máx	Prom
07:00:00am-07:15:00am	18	84	40	37	3	3	3	153	2	29	5	10	0	0	0	0	387	0	0
07:15:00am-07:30:00am	22	99	41	46	5	7	7	177	4	39	10	14	0	0	0	0	471	0	0
07:30:00am-07:45:00am	24	75	41	53	8	13	2	187	8	46	14	21	0	0	0	0	492	0	0
07:45:00am-08:00:00am	11	94	56	67	8	11	6	202	9	44	10	21	0	0	0	0	539	1,889	0
08:00:00am-08:15:00am	14	116	22	54	13	10	5	167	3	55	14	14	0	0	0	0	487	0	0
08:15:00am-08:30:00am	12	92	22	38	7	6	3	186	6	44	14	7	0	0	0	0	437	0	0
08:30:00am-08:45:00am	9	115	21	54	7	5	6	185	2	45	10	4	0	0	0	0	463	0	0
08:45:00am-09:00:00am	10	120	19	38	5	12	1	169	3	37	9	4	0	0	0	0	427	1,814	0
09:00:00am-09:15:00am	15	113	17	35	7	9	9	155	4	42	12	3	0	0	0	0	421	0	0
09:15:00am-09:30:00am	12	115	17	22	9	11	3	146	3	44	11	5	0	0	0	0	398	0	0
09:30:00am-09:45:00am	15	116	22	30	6	5	3	152	4	43	11	6	0	0	0	0	413	0	0
09:45:00am-10:00:00am	14	128	29	33	7	6	3	151	8	35	12	11	0	0	0	0	437	1,669	0
10:00:00am-10:15:00am	12	118	27	20	8	6	5	138	8	33	10	6	0	0	0	0	391	0	0
10:15:00am-10:30:00am	15	122	18	18	9	5	2	141	4	35	18	9	0	0	0	0	396	0	0
10:30:00am-10:45:00am	17	117	21	22	5	5	10	143	4	32	9	6	0	0	0	0	391	0	0
10:45:00am-11:00:00am	11	125	14	31	8	3	4	148	7	29	8	10	0	0	0	0	398	1,576	0
11:00:00am-11:15:00am	14	132	16	40	6	4	4	152	4	27	12	10	0	0	0	0	421	0	0
11:15:00am-11:30:00am	15	158	20	31	5	5	4	145	5	31	10	8	0	0	0	0	437	0	0
11:30:00am-11:45:00am	14	172	16	39	5	8	8	153	6	38	10	18	0	0	0	0	487	0	0
11:45:00am-12:00:00pm	25	171	26	26	8	5	5	172	8	39	10	10	0	0	0	0	505	1,850	0
12:00:00pm-12:15:00pm	22	186	36	30	6	6	4	174	6	45	9	9	0	0	0	0	533	0	0
12:15:00pm-12:30:00pm	21	194	23	28	6	7	8	194	9	40	8	9	0	0	0	0	547	0	0
12:30:00pm-12:45:00pm	21	200	28	25	8	8	8	194	15	50	8	7	0	0	0	0	572	0	0
12:45:00pm- 1:00:00pm	12	147	30	31	6	8	5	201	5	42	11	11	0	0	0	0	509	2,161	0
1:00:00pm- 1:15:00pm	4	138	16	20	7	6	2	122	3	20	3	3	0	0	0	0	344	0	0
1:15:00pm- 1:30:00pm	3	122	18	25	2	6	1	112	1	24	3	4	0	0	0	0	321	0	0
1:30:00pm- 1:45:00pm	5	129	21	27	4	7	2	122	3	28	4	7	0	0	0	0	359	0	0
1:45:00pm- 2:00:00pm	3	133	23	40	1	7	7	117	3	27	4	9	0	0	0	0	374	1,398	0
2:00:00pm- 2:15:00pm	9	133	22	35	4	9	4	152	1	29	2	7	0	0	0	0	407	0	0
2:15:00pm- 2:30:00pm	4	123	25	33	4	13	3	133	2	37	5	8	0	0	0	0	390	0	0
2:30:00pm- 2:45:00pm	7	129	20	34	4	9	2	130	3	44	5	6	0	0	0	0	393	0	0
2:45:00pm- 3:00:00pm	8	120	22	31	3	8	4	136	4	40	4	4	0	0	0	0	384	1,574	0
3:00:00pm- 3:15:00pm	7	146	15	28	2	11	3	147	5	29	3	8	0	0	0	0	404	0	0
3:15:00pm- 3:30:00pm	4	142	29	26	7	9	4	133	7	34	3	5	0	0	0	0	403	0	0
3:30:00pm- 3:45:00pm	10	146	33	27	2	11	5	130	5	39	4	6	0	0	0	0	418	0	0
3:45:00pm- 4:00:00pm	8	142	33	26	6	14	4	151	7	38	1	5	0	0	0	0	435	1,660	0
4:00:00pm- 4:15:00pm	13	144	37	29	5	12	2	159	6	33	2	4	0	0	0	0	446	0	0
4:15:00pm- 4:30:00pm	12	149	33	25	8	16	4	147	3	29	4	4	0	0	0	0	434	0	0
4:30:00pm- 4:45:00pm	12	142	31	28	3	8	3	113	2	38	7	3	0	0	0	0	390	0	0
4:45:00pm- 5:00:00pm	8	182	28	31	2	9	1	120	8	43	3	8	0	0	0	0	443	1,713	0
5:00:00pm- 5:15:00pm	7	163	27	35	6	17	2	133	9	51	9	12	0	0	0	0	471	0	0
5:15:00pm- 5:30:00pm	10	167	32	34	5	32	3	147	10	47	22	9	0	0	0	0	518	0	0
5:30:00pm- 5:45:00pm	8	155	27	31	3	28	2	135	10	43	15	12	0	0	0	0	469	0	0
5:45:00pm- 6:00:00pm	8	147	30	31	6	21	3	124	7	46	13	9	0	0	0	0	445	1,903	0
6:00:00pm- 6:15:00pm	11	137	25	26	5	17	2	123	9	38	9	9	0	0	0	0	411	0	0
6:15:00pm- 6:30:00pm	18	125	27	27	5	16	3	135	9	36	10	6	0	0	0	0	417	0	0
6:30:00pm- 6:45:00pm	11	114	23	20	5	14	2	139	6	33	6	5	0	0	0	0	378	0	0
6:45:00pm- 7:00:00pm	6	88	20	15	4	13	3	115	4	30	5	3	0	0	0	0	306	1,512	0
** TOTAL	571	6,425	1,239	1,532	268	481	189	7,160	264	1,800	401	389	0	0	0	0	20,719		

Hora Entera Promedio de máximo volumen MAÑANA: 07:00:00am-08:00:00am ... 1,889

Hora Entera Promedio de máximo volumen TARDE : 12:00:00pm- 1:00:00pm ... 2,161

SECCION 2.1. AFORO DE TRANSITO DE LA INTERSECCIÓN DEL COLEGIO

FUENTE: ALCALDÍA

02/02/07

ALCALDIA DE MANAGUA

1

DIVISION GENERAL DE URBANISMO - TABLA No. 2

CONTEO VEHICULAR PROMEDIO DE 03 DIAS Y VOLUMEN PROMEDIO EN HORA PICO (VEHICULOS FISICOS) **INFORME COMPACTO**

Intersección: COLEG SALOMON SELVA/99/00/01/02/03/04/07 Nro.: 239

1er. Día: 30/01/07 Hora Inicio: 07:00:00am Giros: 12

2do. Día: 31/01/07 Hora Final: 7:00:00pm Período: 15 minutos

3er. Día: 01/02/07

Horario	Giro01	Giro02	Giro03	Giro04	Giro05	Giro06	Giro07	Giro08	Giro09	Giro10	Giro11	Giro12	Giro13	Giro14	Giro15	Giro16	Hora Pico
07:00:00am-08:00:00am	75	352	178	203	24	34	18	719	23	158	39	66	0	0	0	0	1,889
07:15:00am-08:15:00am	71	384	160	220	34	41	20	733	24	184	48	70	0	0	0	0	1,989
07:30:00am-08:30:00am	61	377	141	212	36	40	16	742	26	189	52	63	0	0	0	0	1,955
07:45:00am-08:45:00am	46	417	121	213	35	32	20	740	20	188	48	46	0	0	0	0	1,926
08:00:00am-09:00:00am	45	443	84	184	32	33	15	707	14	181	47	29	0	0	0	0	1,814
08:15:00am-09:15:00am	46	440	79	165	26	32	19	695	15	168	45	18	0	0	0	0	1,748
08:30:00am-09:30:00am	46	463	74	149	28	37	19	655	12	168	42	16	0	0	0	0	1,709
08:45:00am-09:45:00am	52	464	75	125	27	37	16	622	14	166	43	18	0	0	0	0	1,659
09:00:00am-10:00:00am	56	472	85	120	29	31	18	604	19	164	46	25	0	0	0	0	1,669
09:15:00am-10:15:00am	53	477	95	105	30	28	14	587	23	155	44	28	0	0	0	0	1,639
09:30:00am-10:30:00am	56	484	96	101	30	22	13	582	24	146	51	32	0	0	0	0	1,637
09:45:00am-10:45:00am	58	485	95	93	29	22	20	573	24	135	49	32	0	0	0	0	1,615
10:00:00am-11:00:00am	55	482	80	91	30	19	21	570	23	129	45	31	0	0	0	0	1,576
10:15:00am-11:15:00am	57	496	69	111	28	17	20	584	19	123	47	35	0	0	0	0	1,606
10:30:00am-11:30:00am	57	532	71	124	24	17	22	588	20	119	39	34	0	0	0	0	1,647
10:45:00am-11:45:00am	54	587	66	141	24	20	20	598	22	125	40	46	0	0	0	0	1,743
11:00:00am-12:00:00pm	68	633	78	136	24	22	21	622	23	135	42	46	0	0	0	0	1,850
11:15:00am-12:15:00pm	76	687	98	126	24	24	21	644	25	153	39	45	0	0	0	0	1,962
11:30:00am-12:30:00pm	82	723	101	123	25	26	25	693	29	162	37	46	0	0	0	0	2,072
11:45:00am-12:45:00pm	89	751	113	109	28	26	25	734	38	174	35	35	0	0	0	0	2,157
12:00:00pm- 1:00:00pm	76	727	117	114	26	29	25	763	35	177	36	36	0	0	0	0	2,161
12:15:00pm- 1:15:00pm	58	679	97	104	27	29	23	711	32	152	30	30	0	0	0	0	1,972
12:30:00pm- 1:30:00pm	40	607	92	101	23	28	16	629	24	136	25	25	0	0	0	0	1,746
12:45:00pm- 1:45:00pm	24	536	85	103	19	27	10	557	12	114	21	25	0	0	0	0	1,533
1:00:00pm- 2:00:00pm	15	522	78	112	14	26	12	473	10	99	14	23	0	0	0	0	1,398
1:15:00pm- 2:15:00pm	20	517	84	127	11	29	14	503	8	108	13	27	0	0	0	0	1,461
1:30:00pm- 2:30:00pm	21	518	91	135	13	36	16	524	9	121	15	31	0	0	0	0	1,530
1:45:00pm- 2:45:00pm	23	518	90	142	13	38	16	532	9	137	16	30	0	0	0	0	1,564
2:00:00pm- 3:00:00pm	28	505	89	133	15	39	13	551	10	150	16	25	0	0	0	0	1,574
2:15:00pm- 3:15:00pm	26	518	82	126	13	41	12	546	14	150	17	26	0	0	0	0	1,571
2:30:00pm- 3:30:00pm	26	537	86	119	16	37	13	546	19	147	15	23	0	0	0	0	1,584
2:45:00pm- 3:45:00pm	29	554	99	112	14	39	16	546	21	142	14	23	0	0	0	0	1,609
3:00:00pm- 4:00:00pm	29	576	110	107	17	45	16	561	24	140	11	24	0	0	0	0	1,660
3:15:00pm- 4:15:00pm	35	574	132	108	20	46	15	573	25	144	10	20	0	0	0	0	1,702
3:30:00pm- 4:30:00pm	43	581	136	107	21	53	15	587	21	139	11	19	0	0	0	0	1,733
3:45:00pm- 4:45:00pm	45	577	134	108	22	50	13	570	18	138	14	16	0	0	0	0	1,705
4:00:00pm- 5:00:00pm	45	617	129	113	18	45	10	539	19	143	16	19	0	0	0	0	1,713
4:15:00pm- 5:15:00pm	39	636	119	119	19	50	10	513	22	161	23	27	0	0	0	0	1,738
4:30:00pm- 5:30:00pm	37	654	118	128	16	66	9	513	29	179	41	32	0	0	0	0	1,822
4:45:00pm- 5:45:00pm	33	667	114	131	16	86	8	535	37	184	49	41	0	0	0	0	1,901
5:00:00pm- 6:00:00pm	33	632	116	131	20	98	10	539	36	187	59	42	0	0	0	0	1,903
5:15:00pm- 6:15:00pm	37	606	114	122	19	98	10	529	36	174	59	39	0	0	0	0	1,843
5:30:00pm- 6:30:00pm	45	564	109	115	19	82	10	517	35	163	47	36	0	0	0	0	1,742
5:45:00pm- 6:45:00pm	48	523	105	104	21	68	10	521	31	153	38	29	0	0	0	0	1,651
6:00:00pm- 7:00:00pm	46	464	95	88	19	60	10	512	28	137	30	23	0	0	0	0	1,512
6:15:00pm- 7:00:00pm	35	327	70	62	14	43	8	389	19	99	21	14	0	0	0	0	1,101
6:30:00pm- 7:00:00pm	17	202	43	35	9	27	5	254	10	63	11	8	0	0	0	0	684
6:45:00pm- 7:00:00pm	6	88	20	15	4	13	3	115	4	30	5	3	0	0	0	0	306

Volumen Promedio en Hora Pico por la MAÑANA: 07:15:00am-08:15:00am ... 1,989

Volumen Promedio en Hora Pico por la TARDE : 12:00:00pm- 1:00:00pm ... 2,161

SECCION 2.2 AFORO DE TRANSITO DE LA INTERSECCIÓN DEL COLEGIO

FUENTE: ALCALDÍA

ALCALDIA DE MANAGUA 02/02/07
 DIVISION GENERAL DE URBANISMO - TABLA No. 5 1
 DISTRIBUCION DE VEHICULOS FISICOS EN HORA PICO PROMEDIO DE 03 DIAS

Intersección: COLEG SALOMON SELVA/99/00/01/02/03/04/07 Nro.: 239
 1er. Día: 30/01/07 Hora Inicio: 07:00:00am Giros: 12
 2do. Día: 31/01/07 Hora Final: 7:00:00pm Periodo: 15 minutos
 3er. Día: 01/02/07 Hora Pico Promedio: 12:00:00pm- 1:00:00pm

GIRO DIRECCION	MOTOS	LIVIANOS	OTROS	BICI.	BUSES	CAMIONES	%LIVIA	%PESAD	TOTAL
01 NORTE-OESTE	10	62	0	0	1	3	81.58%	5.26%	76
02 NORTE-SUR	26	659	0	0	23	19	90.65%	5.78%	727
03 NORTE-ESTE	2	114	0	0	1	0	97.44%	0.85%	117
04 ESTE-NORTE	8	103	0	0	0	3	90.35%	2.63%	114
05 ESTE-OESTE	5	19	0	0	0	2	73.08%	7.69%	26
06 ESTE-SUR	4	25	0	0	0	0	86.21%	0.00%	29
07 SUR-ESTE	4	20	0	0	0	1	80.00%	4.00%	25
08 SUR-NORTE	38	681	0	0	19	25	89.25%	5.77%	763
09 SUR-OESTE	3	31	0	0	1	0	88.57%	2.86%	35
10 OESTE-SUR	14	158	0	0	2	3	89.27%	2.82%	177
11 OESTE-ESTE	6	28	0	0	0	2	77.78%	5.56%	36
12 OESTE-NORTE	2	34	0	0	0	0	94.44%	0.00%	36
** TOTAL	122	1,934	0	0	47	58	89.50%	4.86%	2,161

** NOTACION **

Veh. Livianos (Autos, Camionetas, Microbuses)
 Veh. Pesados (Buses, Camiones)

SECCION 2.3. AFORO DE TRANSITO DE LA INTERSECCIÓN DEL COLEGIO

FUENTE: ALCALDÍA

ALCALDIA DE MANAGUA 02/02/07
 DIVISION GENERAL DE URBANISMO - 1
 DISTRIBUCION DE VEHICULOS EQUIVALENTES EN HORA PICO PROMEDIO DE 03 DIAS

Intersección: COLEG SALOMON SELVA/99/00/01/02/03/04/07 Nro.: 239
 1er. Día: 30/01/07 Hora Inicio: 07:00:00am Giros: 12
 2do. Día: 31/01/07 Hora Final: 7:00:00pm Período: 15 minutos
 3er. Día: 01/02/07 Hora Pico Promedio: 12:00:00pm- 1:00:00pm

GIRO DIRECCION	MOTOS	BICL.	OTROS	LIVIANOS	PESADOS	TOTAL
01 NORTE-OESTE	5	0	0	62	8	75
02 NORTE-SUR	13	0	0	659	84	756
03 NORTE-ESTE	1	0	0	114	2	117
04 ESTE-NORTE	4	0	0	103	6	113
05 ESTE-OESTE	3	0	0	19	4	26
06 ESTE-SUR	2	0	0	25	0	27
07 SUR-ESTE	2	0	0	20	2	24
08 SUR-NORTE	19	0	0	681	88	788
09 SUR-OESTE	2	0	0	31	2	35
10 OESTE-SUR	7	0	0	158	10	175
11 OESTE-ESTE	3	0	0	28	4	35
12 OESTE-NORTE	1	0	0	34	0	35
*** TOTAL	62	0	0	1,934	210	2,206

COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA

Motocicletas	0.5
Bicicletas	0.5
Otros	1.0
Veh. Livianos (Autos, Camionetas, Microbuses) ..	1.0
Veh. Pesados (Buses, Camiones)	2.0

SECCION 2.4. AFORO DE TRANSITO DE LA INTERSECCIÓN DEL COLEGIO

FUENTE: ALCALDÍA

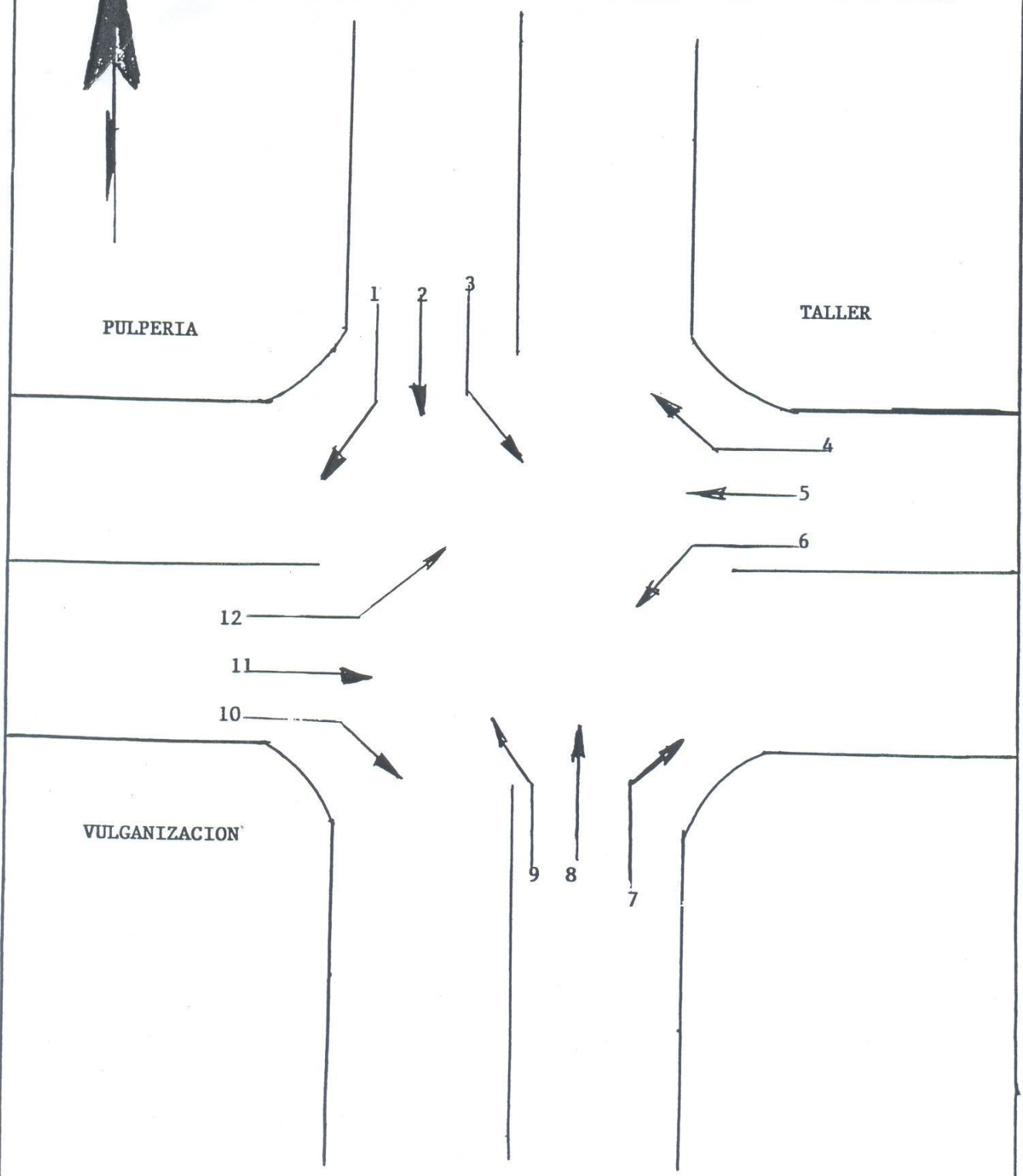
AVENIDA : BOLIVAR
INTERSECCION : ENTRADA AL COLEGIO SALOMON DE LA SELVA



PULPERIA

TALLER

VULGANIZACION



SECCION 2.5 CONDICIONES GENERALES DE OPERACIÓN PARA LOS NIVELES DE SERVICIO

NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
A	FLUJO LIBRE DE VEHÍCULOS, BAJOS VOLÚMENES DE TRANSITO Y RELATIVAMENTE ALTAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN.
B	FLUJO LIBRE RAZONABLE, PERO LA VELOCIDAD EMPIEZA A SER RESTRINGIDA POR LAS CONDICIONES DEL TRANSITO.
C	SE MANTIENE EN ZONA ESTABLE, PERO MUCHOS CONDUCTORES EMPIEZAN A SENTIR RESTRICCIONES EN SU LIBERTAD PARA SELECCIONAR SU PROPIA VELOCIDAD.
D	ACERCÁNDOSE A FLUJO INESTABLE, LOS CONDUCTORES TIENEN POCA LIBERTAD PARA MANIOBRAR.
E	FLUJO INESTABLE, SUCEDEN PEQUEÑOS EMBOTELLAMIENTOS.
F	FLUJO FORZADO, CONDICIONES DE "PARE Y SIGA ", CONGESTIÓN DE TRANSITO.

SECCION 2.6 GUÍA PARA SELECCIONAR EL NIVEL DE SERVICIO PARA DISEÑO.

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE ÁREA Y NIVEL DE SERVICIO APROPIADO			
	RURAL PLANO	RURAL ONDULADO	RURAL MONTAÑOSO	URBANO SUBURBANO
AUTOPISTA ESPECIAL	B	B	C	C
TRONCALES	B	B	C	C
COLECTORAS	C	C	D	D
LOCALES	D	D	D	D

FUENTE: AASHTO, A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAYS AND STREETS, 1994, P. 90

SECCION 2.7. NIVEL DE SERVICIO (V/C) PARA CARRETERA DE DOS CARRILES.

NIVEL DE SERVICIO (NS)	TERRENO PLANO						TERRENO ONDULADO						TERRENO MONTAÑOSO					
	RESTRICCIÓN DE PASO,%						RESTRICCIÓN DE PASO,%						RESTRICCIÓN DE PASO,%					
	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
A	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
B	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
C	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	0.42	0.39	0.37	0.35	0.34	0.33	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33	0.32
D	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.63	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56
E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.87	0.86

FUENTE: TBR, HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1994.

SECCION 2.8. FACTORES DE AJUSTE POR DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL DEL TRANSITO EN CARRETERAS DE DOS CARRILES (FD).

SEPARACIÓN DIRECCIONAL (%/%)	FACTOR
50/50	1.00
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/0	0.71

FUENTE: TBR, HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1994

SECCION 2.9. FACTORES DE AJUSTE POR EFECTO COMBINADO DE CARRILES ANGOSTOS Y HOMBROS RESTRINGIDOS, CARRETERA DE DOS CARRILES (FW).

HOMBRO (M)	CARRIL 3.65M		CARRIL 3.35M		CARRIL 3.05M		CARRIL 2.75M	
	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E
1.8	1.00	1.00	0.93	0.94	0.83	0.87	0.70	0.76
1.2	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.6	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0.0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

FUENTE: TBR, HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1994

NS: NIVEL DE SERVICIO.

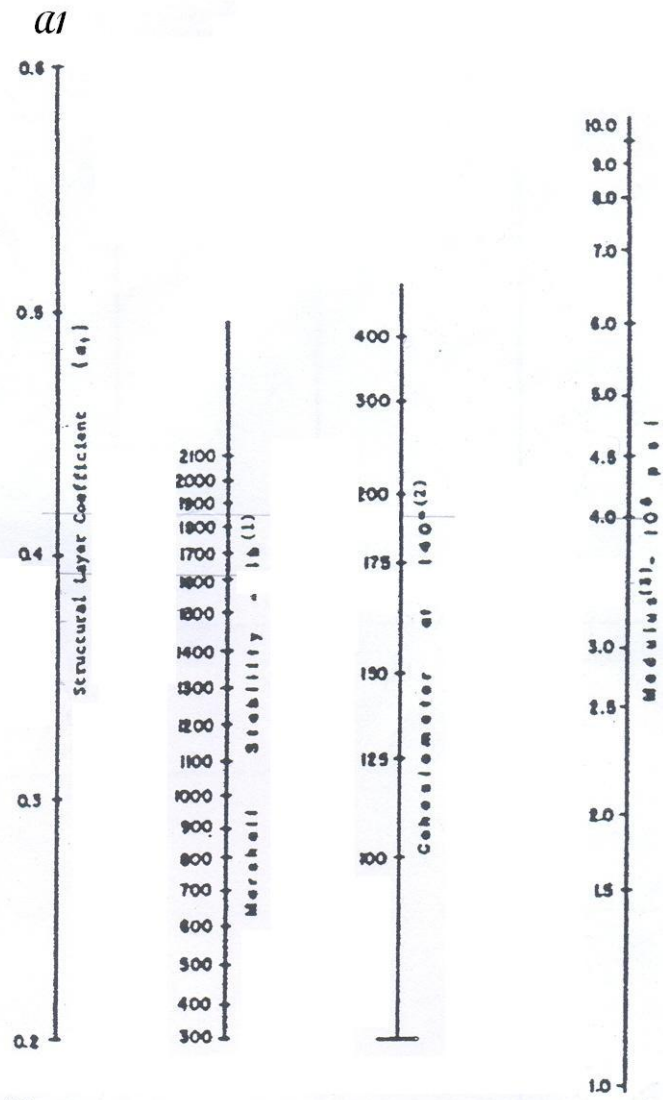
SECCION 2.10. AUTOMÓVILES EQUIVALENTES POR CAMIONES Y AUTOBUSES, EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TERRENO, CARRETERA DE DOS CARRILES (FHV).

TIPO DE VEHICULO	NS	TIPO DE TERRENO		
		PLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
CAMIONES, ET	A	2.0	4.0	7.0
	B-C	2.2	5.0	10.0
	D-E	2.0	5.0	12.0
BUSES, EB	A	1.8	3.0	5.7
	B-C	2.0	3.4	6.0
	D-E	1.6	2.9	6.5

FUENTE: TBR, HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1994

SECCIÓN #3.

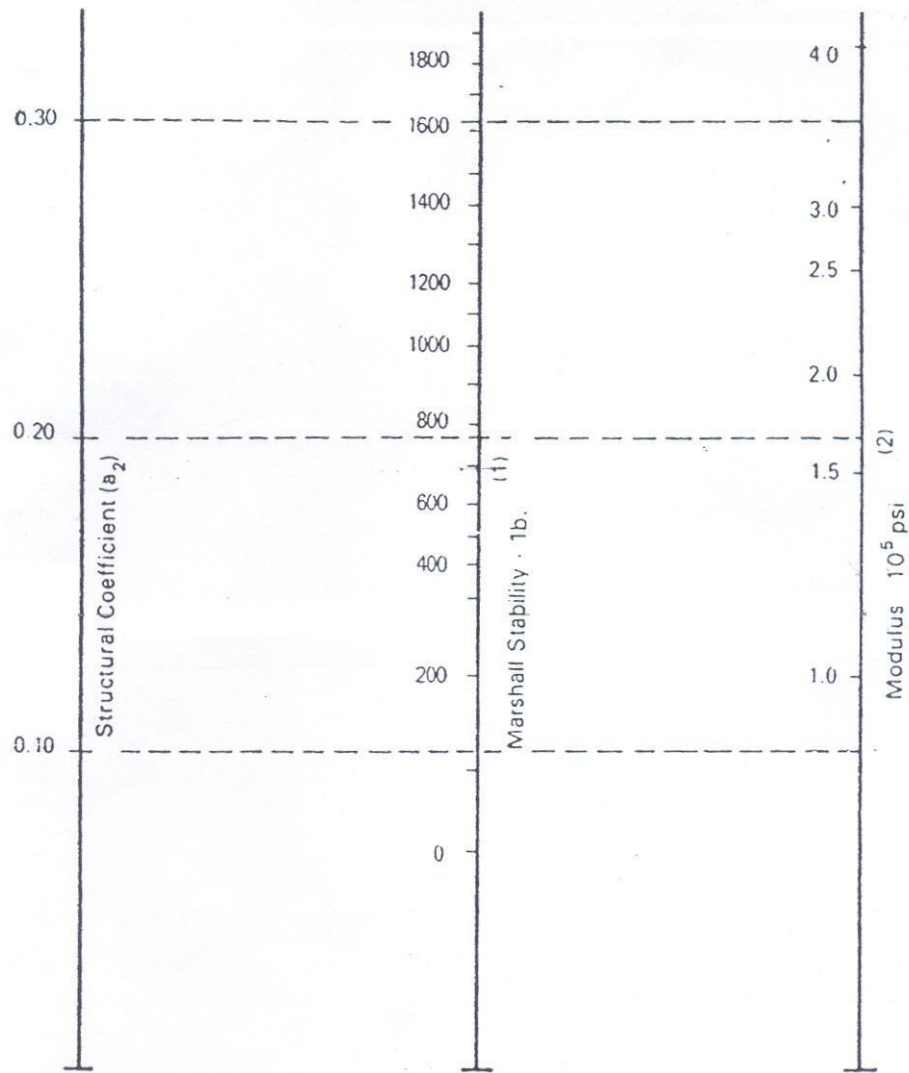
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO



(1) Scale derived by averaging correlations obtained from The Asphalt Institute, Illinois, Louisiana, New Mexico, and Wyoming.
 (2) Scale derived by averaging correlations obtained from California and Texas.
 (3) Scale derived on this project.

Variation in "a₁" with Surface Course Strength [from Ref. 5.2].

SECTION 3.1



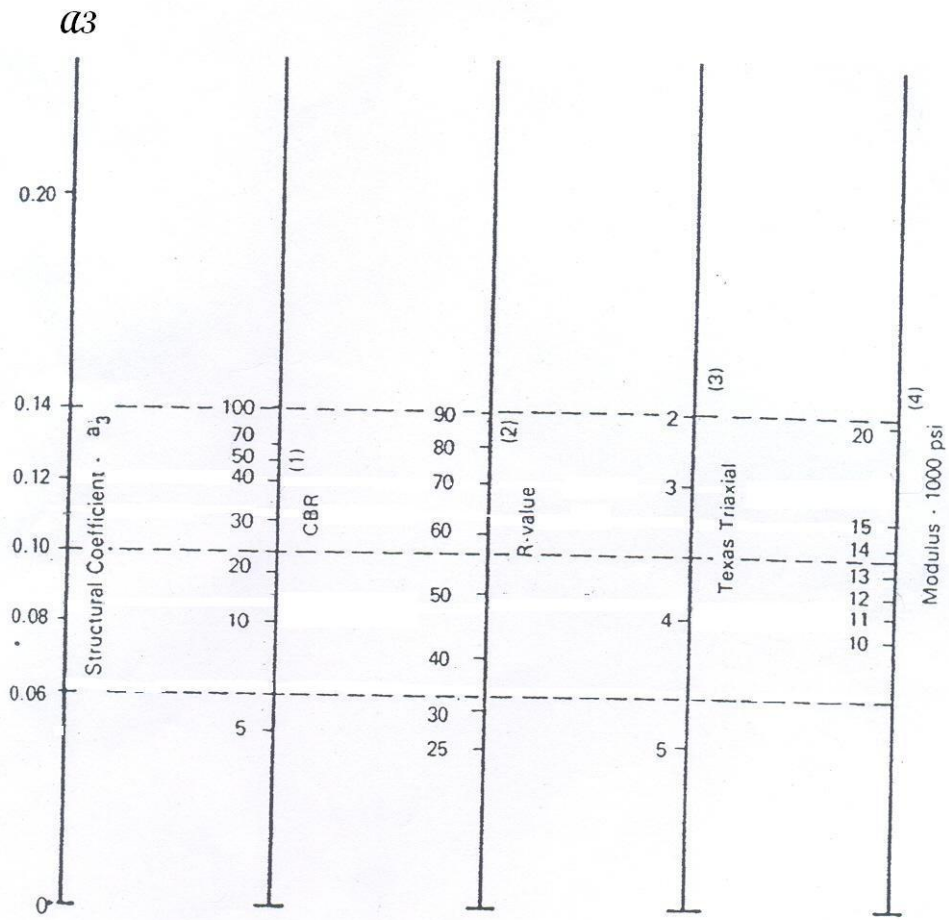
(1) Scale derived by correlation obtained from Illinois.

(2) Scale derived on NCHRP project (3).

Variation in a_2 for Bituminous-Treated Bases with Base Strength Parameter (3)

Variación de A_2 para bases tratadas con asfalto para diferentes parámetros de resistencia.

SECCION 3.2



- (1) Scale derived from correlations from Illinois.
- (2) Scale derived from correlations obtained from The Asphalt Institute, California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived from correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

Figure 2.7. Variation in Granular Subbase Layer Coefficient (a_3) with Various Subbase Strength Parameters (3)

Variación del coeficiente A_3 con diferentes parámetros de resistencia de la sub-base

SECCION 3.

SECCION 3.4

NOMOGRAPH SOLVES:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10} M_R - 8.07$$

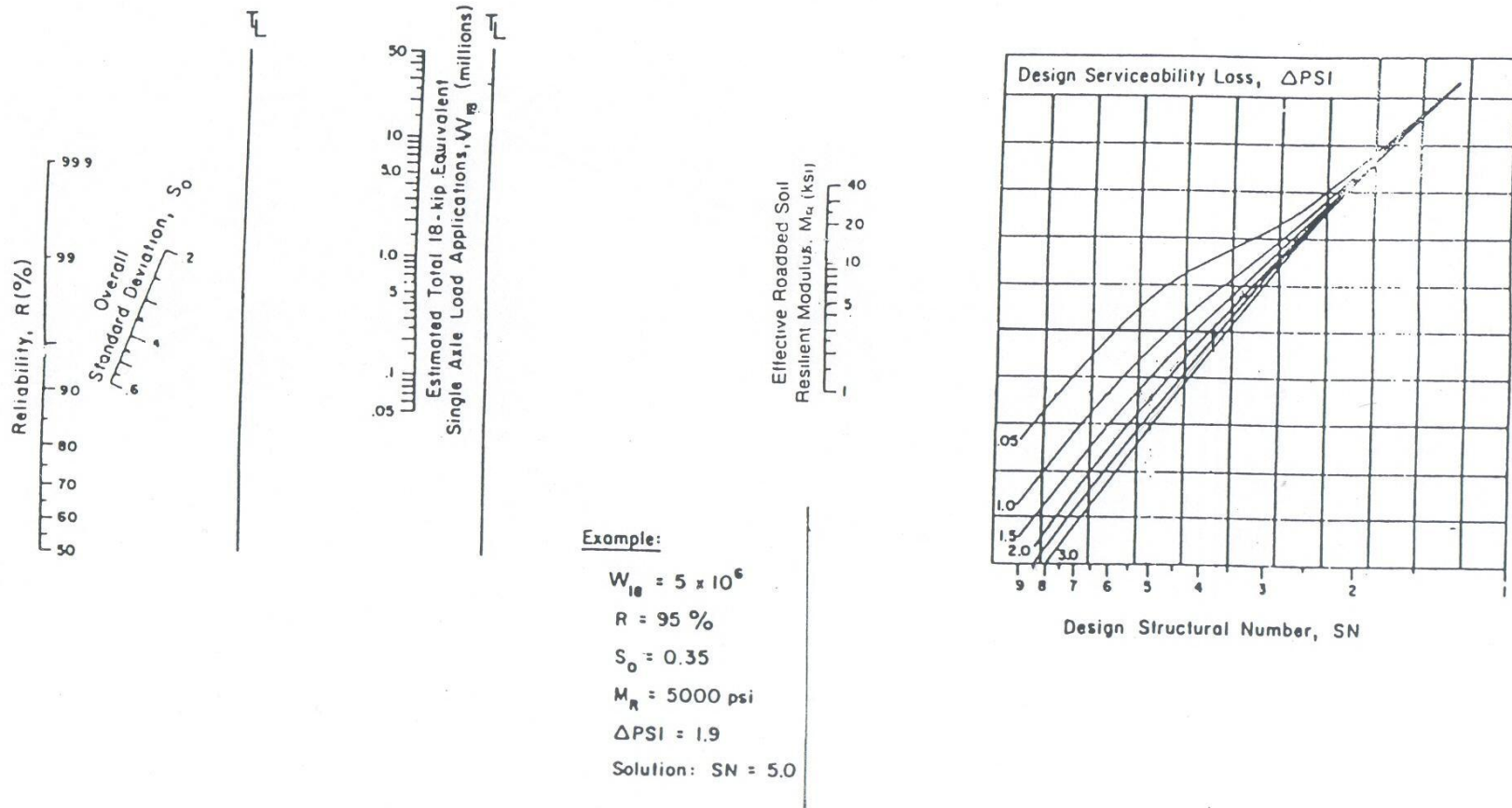


Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input