UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

"DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO DE 3 KM DEL TRAMO EMPALME LOS JOBOS - COMUNIDAD LA ESTANZUELA, UBICADO EN MUNICIPIO DE ESTELÍ, POR EL MÉTODO DE AASHTO-93".

.

Para optar al título de ingeniero civil.

Elaborado por

Br. Jenny Zamith González Galeano.

Br. Milton David Calero Sevilla.

Tutor

Msc.Ing. Jimmy Sierra Mercado.

Managua Marzo, 2018.

Managua, 12 Marzo 2018

Doctor

ING. OSCAR ISAAC GUTIÉRREZ SOMARRIBA

Decano

Facultad de Tecnología de la Construcción – UNI

Su Oficina.

Estimado Dr. Gutiérrez:

Por este medio tengo a bien informarle que la tesis que lleva por nombre: **"DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO DE 3 KM DEL TRAMO EMPALME LOS JOBOS - COMUNIDAD LA ESTANZUELA, UBICADO EN MUNICIPIO DE ESTELÍ, POR EL MÉTODO DE AASHTO-93",** está lista para entrar en el proceso de defensa, la cual fue realizada por los Bachilleres: **Jenny Zamith González Galeano., Milton David Calero Sevilla**, bajo mi tutoría.

Adjunto documento final de dicha tesina, para sus respectivas observaciones.

Sin más a que hacer referencia, le saludo.

Atentamente,

_____

Ing. Jimmy Sierra Mercado.

CC: Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.106
Managua, Julio 21 del 2017

Bachilleres
JENNY ZAMITH GONZÁLEZ GALEANO
MILTON DAVID CALERO SEVILLA
Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO DE 3 KM DEL TRAMO EMPALME LOS JOBOS - COMUNIDAD LA ESTANZUELA, UBICADO EN MUNICIPIO DE ESTELÍ, POR EL MÉTODO DE AASHTO - 93".** Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. Jimmy Sierra,** sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía **será el 22 de Enero del 2018.**

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultada de Tecnología de la Construcción
DECANO
MANAGUA, NICARAGUA

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano

CC: Protocolo
Tutor
Archivo*Consecutivo
IJGG*Dara

DEDICATORIA.

La presente tesis está dedicada a Jehová Dios, ya que gracias a Él he logrado concluir mi carrera.

A la personas más importantes que tengo en mi vida y a la que le debo todo lo que soy ahora, a la que le agradezco todos los sacrificios que ha hecho por mis hermanos y por mí, por darnos lo mejor, por haber hecho tan bien el papel de padre y madre… a mi madre, **Petrona Galeano Huerta**, por ser un pilar fundamental en mi vida.

A mis hijos, **Randall Josué y Allison Zamith** quienes han sido mi mayor motivación para nunca rendirme y poder llegar a ser un buen ejemplo para ellos.

A mis esposo **Héctor Molina Molina** por sus palabras y su confianza, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mi tía, **María Magdalena González Moncada** por brindarme su apoyo incondicional y por hacerme ver la vida de una forma diferente. Por haberme enseñado que con el trabajo y perseverancia se encuentra el éxito profesional.

A mis amigos, compañeros que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

Br. Jenny Zamith González Galeano.

DEDICATORIA.

A Dios: Infinitamente por haberme permitido concluir una etapa más en mi vida y por darme las fuerzas y valor en cada paso que doy.

A mis Padres: Felipe Calero Ruiz y María Nellys Sevilla por haberme ayudado a aprender las primeras letras, ya que sin su apoyo no estaría en esta etapa.

A mis Abuelos: Francisco Sevilla y Sara Ortega, quienes han sido como mis padres. Gracias por su apoyo, que de una u otra manera me dieron.

A Aracelys Lumbi: Mi futura esposa y madre de mis futuros hijos por haberme motivado y apoyado siempre en todas las cosas que hago**.**

A Katrin Sturhan: Mi otra Madre que aprecio y quiero mucho, gracias por todo tu amor y apoyo**.**

Br. Milton David Calero Sevilla.

AGRADECIMIENTO.

Queremos agradecer primeramente a Dios porque nos dio el don de la perseverancia para alcanzar nuestras metas.

A la Universidad por habernos aceptado por ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar nuestra carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradecemos a nuestro Tutor de Tesis Ing. Jimmy Sierra Mercado por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, asi como también habernos tenidos toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

Nuestro agradecimiento también va dirigido al Gerente General de la Empresa "SINAR S.A" el **Ing. Ricardo Arauz Bucardo** por habernos brindado su apoyo en el momento que más necesitamos.

Y para finalizar, a nuestros compañeros ya que con ellos vivimos los buenos y malos momentos que solo se viven en la Universidad y que con algunos más que compañeros fuimos verdaderamente amigos.

Br. Jenny Zamith González Galeano.
Br. Milton David Calero Sevilla.

RESUMEN EJECUTIVO.

En el siguiente documento se presenta el diseño de la estructura de pavimento articulado (Adoquinado) de 3 km de longitud, el cual se encuentra situado en la Empalme los Jobos – comunidad la Estanzuela Estelí que inicia en las coordenadas UTM X = 570465.32, Y = 1442601.08 y termina en las coordenadas UTM X = 570369.56, Y = 1439725.08.

De manera general los objetivos y resultados de esta Monografía se presentan en V capítulos, que a continuación se detallan:

I. Generalidades.
II. Estudio de Tránsito.
III. Estudio Geotécnico.
IV. Diseño de Pavimento.
V. Evaluación de Impacto Ambiental.

Estudio de Tráfico:

Se basa en la situación actual del tráfico sobre el tramo de carretera y su respectiva proyección; tomando como parámetro los volúmenes de tránsito obtenidos mediante aforos en el sitio de estudio.

El tráfico es uno de los aspectos más significativos a considerar en el diseño de pavimentos. Para diseñar los espesores de la carpeta de rodamiento se calcula las repeticiones de los ejes que pasarán durante el periodo de diseño.

Para esto se estimó una tasa de crecimiento del 4.53 % la cual se considera estable, partiendo de un tránsito promedio Diario **(TPDA)= 383** vehículos por día, obtenido mediante un aforo vehicular de 12 horas diurnas durante 7 días, tomando en cuentas los datos históricos del TPDA más cercano a la vía, se realizaron las correlaciones del TPDA-PIB y del TPDA-Población.

Para proyectar el tráfico actual, esto en un periodo de diseño de 15 años. Se obtuvo el número de repeticiones por eje equivalente **(ESAL's) o W18= 690,469.00**.

Estudio Geotécnico:

Se analizaron sondeos de línea a lo largo del tramo con el objetivo de conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo, así como de los bancos de materiales facilitados por la empresa constructora Emcose de Estelí y realizados por la empresa IDISA (Ingeniería, Desarrollo e Inversiones, SA).

Los suelos que predominan a lo largo del tramo son **A-2-6, A-2-7 y A-7-5** según las especificaciones (NIC Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes. NIC 2000), Son suelos de mala calidad para sub-rasante. El banco de materiales escogido es el Nº 1 (Los Jobos), el cual presenta suelos Granulares con fragmentos de piedra, grava y arena de clasificación AASHTO **A-1-a**, con índice de grupo "cero", (0).

Diseño de Estructura de pavimento:

Después de conocer las propiedades del suelo y realizar las proyecciones del tráfico se procedió a calcular los espesores del paquete estructural utilizando los nomogramas y luego el software WinPAS, para la comprobación del Diseño. Los principales parámetros asumidos para determinar los espesores fueron: Confiabilidad **R=80%,** Desviación Estándar **So=0.45**, Capacidad de Servicio Inicial **Po=4.2**, Capacidad de Servicio Final **Pt=2.0**, Número de Ejes Equivalentes **ESAL's = 690,469** y un **C.B.R. de Sub-Rasante= 9.4%.**

El paquete estructural para el tramo dio como resultado: carpeta de rodamiento **(adoquín)= 4 pulgadas** y una **base = 6 pulgadas** con material del banco de material Nº1. Este paquete cumple con los requerimientos mínimos establecidos por la AASHTO-93.

Evaluación de impacto Ambiental:

Se evaluaron todos los efectos positivos y negativos que las acciones del proyecto provoquen a los factores ambientales tanto en la etapa construcción y operación. Por ello se realizó la matriz de Leopold, donde se determinó que los principales efectos negativos se darán en la etapa de operación y en su mayoría serán de baja intensidad. Para dar solución a los impactos de carácter negativo se propondrán medidas preventivas o correctivas para disminuir o eliminar las afectaciones a nivel biótico, abiótico y social.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN. 1
1.2 ANTECEDENTES. 3
1.3 JUSTIFICACION. 4
1. 4 OBJETIVOS. 6
1.4.1 Objetivos General. 6
1.4.2 Objetivos Específicos. 6

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE TRANSITO

2. 1 Generalidades. 7
2. 2 Metodología. 7
2. 2. 1 Recopilación de datos. 7
2. 2. 2 Procesamiento de Datos. 7
2. 2. 3 Análisis de la información obtenida. 7
2.3 Recopilación de la información. 8
2. 4 Procesamiento de datos. 9
2. 4. 1 Resumen del aforo vehicular. 9
2. 5 Composición Vehicular. 12
2. 5. 1 Determinación de tasas. 13
2. 5. 2 Tasas de crecimiento. 14
2. 5. 3 Análisis del Producto Interno Bruto (PIB). 17
2. 5. 4 Análisis de Población (POB). 17
2. 5. 5 Proyección de tráfico. 18
2. 5. 6 Calculo de Proyección de tráfico. 21
2. 5. 7 Tráfico de diseño. 23
2. 5. 8 Factor de Crecimiento. 23

2. 5. 9 Período de Diseño (PD). 24
2. 5. 10 Factor Distribución Por Dirección (FD). 24
2. 5. 11 Factor Distribución Por Carril (fc). 25
2. 5. 12 El Índice de Serviciabilidad Inicial (Po). 25
2. 5. 13 El Índice de Serviciabilidad Final (Pt). 26
2. 5. 14 Pérdida de Serviciabilidad (ΔPSI). 26
2. 5. 15 Número Estructural Asumido (SN). 26
2. 5. 16 Factor de Equivalencia (FESAL). 27
2. 5. 17 Ejes Equivalentes (ESAL o W18). 27

CAPÍTULO III

ESTUDIO GEOTÉCNICO

3. 1 Generalidades. 31
3. 2 Metodología. 31
3. 2. 1 Evaluación del terreno Natural o Sub– rasante. 32
3. 2. 2 Resultado de los Ensayos sobre la Línea. 32
3. 3 Análisis de los Resultados. 34
3. 3.1 Ensayos de Bancos. 34
3. 3. 2 Banco de Préstamo N – 1 Los Jobos. 35
3. 3. 3 Banco de Préstamo N – 2 Quiatilla. 35
3. 3. 4 Clasificación y descripción del Banco de préstamo N – 1. 36
3. 3. 5 Clasificación y descripción del Banco de préstamo N – 2. 36
3. 3. 6 Análisis de Bancos de préstamos. 36
3. 3. 7 CBR de Diseño. 37
3. 3. 8 Estabilización con cemento del material de Bancos préstamos. 41

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE PAVIMENTO

4. 1 Generalidades. 43

4. 2 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO AASHTO– 93. 43

4. 2. 1 Confiabilidad (R). 43

4. 2. 2 Desviación Estándar (So). 44

4. 2. 3 Coeficiente de Drenaje (m). 44

4. 2. 4 Cálculo del CBR de diseño. 45

4. 2. 5 Módulo de Resilencia (MR). 45

4. 2. 6 Coeficientes de capa. 46

4. 2. 7 Coeficientes Estructural a1. 46

4. 2. 8 Coeficientes Estructural a_2. 46

4.2. 9 Coeficientes Estructural a_3. 47

4. 2. 10 Número Estructural. 48

4. 2. 11 Calculo de Espesores (D_1). 49

4. 2. 12 Cálculo del espesor de la base (D_2). 50

4. 2. 13 Cálculo del espesor de la base (D_3). 52

4. 2. 14 Comprobación. 54

4. 2. 15 Resultados. 54

4. 3 Uso del programa WinPAS. **56**

4. 3. 1 Software de Diseño WinPAS 57

CAPÍTULO V

EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Introducción. 60

5.2. Leyes constitucionales Vigentes. 60

5.2.1. Ley Ley 217. 60

5.2.2. Constitución Política de Nicaragua y sus reformas. 61

5.2.3. Sistema de Evaluación Ambiental, Decreto No. 76-2006. 61

5.2.4. Ley para el Uso de Bancos de Materiales Selectos Ley No. 730. 62
5.2.5. Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras Viales. (SIECA 2002). 62
5.3. Área de influencia del proyecto. 63
5.3.1. Suelos (Topografía y Relieve). 63
5.3.2. Temperatura y Clima. 63
5.3.3. Flora y Fauna. 63
5.3.4. Medio Socioeconómico. 64
5.4. Área de influencia del proyecto. 64
5.4.1. Área de Influencia Directa. 64
5.4.2. Área de Influencia Indirecta. 65
5.5. Identificación y valoración de los impactos ambientales. 66
5.5.1. Etapa de planificación y diseño. 67
5.5.2. Principales impactos ambientales Etapa de construcción. 68
5.5.3. Principales impactos ambientales Etapa de de operación. 71
5.6 Medida Preventivas y Correctivas. 82
CONCLUSIONES. 86
RECOMENDACIONES. 88
BIBLIOGRAFIAS. 90

INDICE DE ANEXOS

Imagen – 10: Macro-Localización I

Imagen – 11: Micro-Localización. II

Imagen – 12: Micro Localización. III

Fotos: Estado Actual del Tramo en Estudio. IV

Tabla – 46: Formato de Conteo Vehicular. VII

Tabla – 47: Conteo Vehicular día Lunes 08 – Mayo – 2017: VIII

Tabla – 48: Conteo Vehicular día Martes 09 – Mayo – 2017: VIII

Tabla – 49: Conteo Vehicular día Miércoles 10 – Mayo – 2017: IX

Tabla – 50: Conteo Vehicular día Jueves 11 – Mayo – 2017: IX

Tabla – 51: Conteo Vehicular día Viernes 12 – Mayo – 2017: X

Tabla – 52: Conteo Vehicular día Sábado 13 – Mayo – 2017: X

Tabla – 53: Conteo Vehicular día Domingo 14 – Mayo – 2017: XI

Tabla – 54: Factores de la Estación de Mayor Cobertura Nº 107. XI

Tabla – 55: Indicadores Macro-Económicos. XI

Tabla – 56: Tipología y Descripción Vehicular. XII

Tabla –57: Diagrama de cargas permisibles para Vehículos Liviano y Pasajeros. XIII

Tabla –58: Diagrama de cargas permisibles para Vehículos Pesados. XIII

Imagen 13: Representación de cargas por eje (Kips) permisibles. XIV

Tabla – 59: Factores de Carga para Pavimentos, ejes simples. XV

Tabla – 60: Factores de Carga para Pavimentos, ejes tándem. XVI

Tabla – 61: Clasificación de suelos, según AASHTO. XVII

Tabla – 62: Clasificación unificada de suelos, según SUCS. XVIII

Tabla – 63: Sondeo –1, Sondeo –2, Sondeo –3 y Sondeo –4 XIX

Tabla – 64: Sondeo –5, Sondeo –6 y Sondeo –7 XX

Tabla – 65: Sondeo –8, Sondeo –9, Sondeo –10 y Sondeo –11. XXI

Tabla – 66: Sondeo –12, Sondeo –13, Sondeo –14, Sondeo –15 y Sondeo –16. XXII

Tabla – 67: Valores de CBR, Resultantes de los Ensayes de Laboratorio. XXIII
Gráfico – 16: Perfiles Estratigráficos de Est 0+000 a Est 0+600. XXIV
Gráfico – 17: Perfiles Estratigráficos de Est 0+800 a Est 1+400. XXIV
Gráfico – 18: Perfiles Estratigráficos de Est 1+600 a Est 2+200. XXV
Gráfico – 19: Perfiles Estratigráficos de Est 2+400 a Est 3+000. XXV
Requerimiento mínimo NIC– 2000 (Banco Los Jobos). XXVI
Tabla – 68: Requisitos que debe cumplir para ser utilizado como base..... XXVI
Tabla – 69: Requisitos graduación de agregados (Banco Los Jobos). XXVI
Requerimiento mínimo NIC– 2000 (Banco La Quiatilla). XXVII
Tabla – 70: Requisitos que debe cumplir el material para base. XXVII
Tabla – 71: Requisitos graduación de agregados para la sub rasante..... XXVII
Tabla-72: Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 (Muestra al 90%). XXVIII
Tabla-73: Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 (Muestra al 95%). XXIX
Tabla-74: Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 (Muestra al 100%). XXX
Tabla-75: Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 (Resultados Finales).... XXXI
Tabla-76: Estabilización con Cemento del Banco de Materiales No. 1. XXXII
Imagen 14: Ubicación del Banco de Materiales a utilizar (Banco Los Jobos). XXXIII

INDICE DE TABLAS

Tabla – 1: Resumen del Conteo Vehicular y TPDS…… 10
Tabla – 2: Factores de Ajuste a Utilizar…… 11
Tabla – 3: Tránsito promedio, aplicando factores de ajuste…… 12
Tabla – 4: Registros Históricos de TPDA, PIB y Población…… 14
Tabla – 5: Evolución TPDA de la Estación 142…… 15
Tabla – 6: Evolución TPDA de la Estación 107…… 15
Tabla – 7: Datos Históricos del PIB…… 17

Tabla – 8:	Datos Históricos de POB……	18
Tabla – 9:	Correlación TPDA Vs PIB……..	18
Tabla–10:	Correlación TPDA Vs POB……	20
Tabla–11:	Datos Históricos (TPDA, PIB, POB) ……	22
Tabla–12:	Período de Diseño……..	24
Tabla–13:	Factor de Distribución por Dirección……	25
Tabla–14:	Factor Distribución por Carril……	25
Tabla–15:	Tránsito de Diseño……	28
Tabla–16:	factores de ejes Kips a Interpolar……	29
Tabla–17:	Cálculo ESAL´S del Carril de Diseño……	30
Tabla–18:	Bancos de Préstamo……	34
Tabla–19:	Características de los Banco de materiales……..	35
Tabla–20:	Especificaciones de materiales para base granular……	36
Tabla–21:	Especificaciones de materiales para Sub-base granular……	37
Tabla–22:	Especificaciones de materiales para Sub-rasante……	38
Tabla–23:	Criterio del Instituto de Asfalto para determinar CBR……	39
Tabla–24:	Cálculo del percentiles……	39
Tabla–25:	Resultado de Base Estabilizad……	42
Tabla–26:	Banco de material a utilizar…….....	42
Tabla–27:	Niveles de confiabilidad…….	43
Tabla–28:	Desviación Estándar……	44
Tabla–29:	Coeficientes de Drenaje…….....	44
Tabla–30:	Correlaciones para el cálculo del MR…….	45
Tabla–31:	Espesores mínimos sugeridos por capa ……	52
Tabla–32:	Espesores de Diseño……..	55
Tabla–33:	Granulometrías para la cama de arena de asiento……	55
Tabla–34:	Etapas en la EIA del proyecto……	67

Tabla–35: Características cualitativas de los efectos…….. 74
Tabla–36: Identificación de Impactos……. 75
Tabla–37: Matriz de Importancia..…….. 76
Tabla–38: Matriz de Importancia..…….. 77
Tabla–39: Matriz Superpuesta (Causa-Efecto)…… 78
Tabla–40: Cuantificación de Efectos por Factores del Medio…… 70
Tabla–41: Cuantificación de Efectos por Etapas de Construcción…… 80
Tabla–42: Medidas para la Etapa de Construcción……. 82
Tabla–43: Medidas para la Etapa de Construcción……. 83
Tabla–44: Medidas para la Etapa de Construcción……. 84
Tabla–45: Medidas para la Etapa de Construcción……. 85

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico –1: Comportamiento de tráfico diurno semanal…… 10
Gráfico –2: Composición Vehicular……. 13
Gráfico –3: Correlación TPDA de la Estación 142…….. 16
Gráfico –4: Correlación TPDA de la Estación 107…….. 16
Gráfico –5: Correlación TPDA Vs PIB……. 19
Gráfico –6: Correlación LN TPDA Vs LN PIB……. 19
Gráfico –7: Correlación TPDA Vs POB……. 20
Gráfico –8: Correlación LN TPDA Vs LN POB……. 21
Gráfico –9: Cálculo del CBR de Diseño……. 40
Gráfico –10: Ábaco de Diseño AASHTO –93, para calculo de a_2……... 47
Gráfico –11: Ábaco de Diseño AASHTO –93, para calculo de a_3……. 48
Gráfico –12: Ábaco de Diseño AASHTO, para el Cálculo de SN_2…… 51
Gráfico –13: Ábaco de Diseño AASHTO, para el Cálculo de $SN_{requerido}$……. 53

Gráfico –14: Gráfico de Balance de impactos por Factores del Medio…… 81
Gráfico –15: Gráfico de Balance de impactos por Etapas de Construcción… 81

INDICE DE IMAGENES

Imagen– 1: Ubicación del punto de conteo vehicular…… 8
Imagen –2: Espesores de Diseño……. 56
Imagen –3: Interfaz del programa WinPAS…….. 57
Imagen –4: Datos de Entrada……. 57
Imagen –5: Número Estructural obtenido…… 58
Imagen –6: Determinación del SN de Diseño…….. 58
Imagen –7: Representación Gráfica de Espesores Finales de WinPAS…… 59
Imagen –8 Área de Influencia Directa…….. 65
Imagen –9: Área de Influencia Indirecta …….. 66

Capítulo I
Generalidades

1.1 INTRODUCCIÓN.

La infraestructura vial destaca un papel fundamental para el desarrollo sostenible que va de la mano con la economía, estas dependen fuertemente de vías eficientes. Cabe mencionar que el transporte vial de un país es vital importancia para la economía, ya que permite a los ciudadanos transportarse de un lugar a otro ya sea para trasladar un producto, un bien o un servicio.

Estelí departamento de Estelí se encuentra localizado a 144 km de Managua sus coordenadas geográficas 13°08´00" latitud norte, - 86°35´00" latitud oeste. **(Ver Anexos (Imagen– 10), pág. I)**

Particularmente en Estelí la falta de mantenimiento vial en algunas zonas rurales ha generado un constante deterioro, haciendo que sea cada vez más costosa y complicada su rehabilitación. El tramo de carretera a abordar ubicada en el empalme comunidad los Jobos -Estelí es una colectora rural que comunica a comunidad de los Jobos y la Estanzuela **(Ver Anexos (Imágenes – 11 y 12), págs. II y III)**, u otras próximas como Despoblado, Almaciguera, Tisey. Siendo algunos de estos principales destinos turísticos, y que mantiene una fuerte producción de productos agrícolas hortalizas, granjas avícolas, ganadería etc.

Pese a las gestiones de los pobladores este tramo se encuentra bastante olvidado y cada vez más deteriorado porque los últimos gobiernos municipales no le han dado importancia y la debida atención, ya que es función de ellos proponer y ejecutar medidas relacionadas con la vialidad urbana y rural del departamento.

El proyecto beneficiará a la población de la comunidad los jobos y Estanzuela, garantizando el acceso permanente a la zona y poblaciones aledañas, teniendo así un sistema de transporte que traiga consigo el desarrollo socioeconómico de la región y la disminución del deterioro progresivo del parque vehicular.

La metodología utilizada en este trabajo se basó en la recopilación de datos de campo para los estudios tránsito, suelo y el diseño de pavimento para luego realizar las debidas proyecciones, calcular CBR, cargas de diseño y posterior con estos datos determinar los espesores de la estructura del pavimento necesaria para las cargas actuantes utilizando el método AASHTO 93.

Por último se realizó una EIA (Evaluación Impacto Ambiental), para determinar los impactos negativos, y positivos, en las diferentes etapas del proyecto así como en su fase de operación y construcción para luego evaluar las afectaciones que ocasionara sobre el medio (Natural, social y cultural), y así proponer medidas de mitigación y prevención.

.

1.2 ANTECEDENTES.

Actualmente en el tramo de estudio el relieve es accidentado, sus caminos en su totalidad no poseen un buen revestimiento de la carpeta de rodamiento, en consecuencia, pone en dificultad el acceso del transporte público y privado, lo que empeora en el periodo de invierno por el estancamiento de las aguas superficiales, hay muchos pegaderos por la vía y el bus de transporte colectivo muchas veces tiene que paralizar la ruta que cubre los Jobos – Estanzuela – Almaciguera – Tisey.

El tramo en estudio no ha tenido mantenimiento periódico, lo que no conserva sus niveles de servicio, éste se encuentra en regular estado por lo que los pobladores han demandado desde hace 8 años la mejora de este tramo. En el año 2014, la Alcaldía realizó estudios de suelos que caracterizó las condiciones existentes del mismo, pero no se tiene un diseño apropiado para dicho proyecto debido a las carencias de recursos financieros por lo cual esta Tesis dará respuesta a ello.

Los trabajos de mantenimiento vial que se han realizados han sido efectuados por la municipalidad en coordinación con el gobierno central, mantenimientos que se han realizado en los años 2008, 2009 y 2010 según información de la Alcaldía municipal. Actualmente la vía es ineficiente, no cuenta con una buena carpeta de rodamiento y su drenaje está deteriorado en la mayoría del tramo. **(Ver Anexos (Fotos – 1, 2, 3, 4, 5 y 6), págs. IV, V y VI)**

La población total es de alrededor de 7,652 habitantes, cabe señalar que el sector está dedicado a la ganadería y agricultura por lo que se beneficiaran con la mejora de esta vía, que se verá reflejada en la estética del mismo, así como en el impacto positivo por el incremento en la plusvalía de propiedades, mejora en el confort de usuarios, reducción de costos de operación, transporté de producción agrícola y eliminación de vectores de enfermedades por la acumulación de polvo y agua.

1.3 JUSTIFICACION.

Una comunicación vial adecuada es de vital importancia en el desarrollo de una cuidad, es por ello que en busca de una solución óptima a la problemática de no disponer de una vía adecuada en el empalme los Jobos, y la carencia de un buen revestimiento la carretera se ve gravemente afectada por las lluvias en época de invierno y en época de verano el viento y el tráfico vehicular generan gran cantidad de polvo , los que ocasionan graves problemas respiratorios, por otra parte en la época lluviosa las grandes lluvias generan erosión y deterioro del terreno , así mismo arrastres de sedimentos , basuras piedras y lodo.

La actividad de transporte vial entre Estelí y las comunidades de los Jobos y La Estanzuela , depende del buen estado de la carretera, que los une, es por eso que un buen estado de esta , mantiene un constante tráfico y movimiento de pobladores de la zona hacia la cuidad Estelí , además cabe mencionar que esta zona es productora de granos básico hortalizas entre otras , por eso de vital importancia que la carretera se encuentre en óptimas condiciones , y así tanto como el transporte privado y colectivo puedan funcionar de manera regular y constante en esta zona .

Los transportistas y los pobladores que son alrededor de 800 familias ubicadas a lo largo del tramo incluyendo las comunidades de Los Jobos, La Estanzuela, El Despoblado y La Garnacha se beneficiaran de manera directa, ya que habrá una reducción de vectores, ahorro en costos de operación a través de reducción de tiempo de viaje. Y de manera indirecta al municipio y zona norte del país dado que el tramo es una ruta turística hacia la Reserva Natural Tisey - La Estanzuela. La alcaldía se beneficiará directamente al brindarles un diseño de la estructura de pavimento articulado, que servirá como apoyo en la gestión de fondos para lo construcción, incidiendo en la economía local y en el sector turismo de la zona.

La realización de este trabajo surge por la iniciativa de realizar la rehabilitación de 3.00 km de adoquinado, que se desarrollara mediante el método AASHTO -93 ya que es uno de los métodos más empleados y confiables, que brinda módulos resilientes de materiales y coeficientes de drenaje. Así mismo este trabajo servirá para afianzar los conocimientos teóricos que se adquirieron a lo largo de la carrera relacionada con el diseño de viales.

Las obras de construcción transforman el medio ambiente de manera positiva y negativa ya que intervienen variables físicas, económicas y sociales. Se espera que al realizarse el proyecto se facilite el desplazamiento a la comunidad, se fortalezca el comercio y el turismo de la región, sin embargo, es necesario identificar y analizar los impactos negativos y positivos del proyecto mediante la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que abarca desde el diseño, la construcción y las operaciones necesarias para llevarlo a cabo, a fin de proteger los recursos y garantizar el manejo integral de la obra.

1. 4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivos General.

- Diseñar la estructura de pavimento articulado de 3 km del tramo empalme los Jobos - comunidad La Estanzuela, ubicado en municipio de Estelí, por el método de AASHTO-93.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Realizar un estudio de tráfico por medio de un aforo vehicular, para determinar el tráfico Promedio Diario Anual y las cargas del tránsito que actuarán sobre la estructura de pavimento.

- Analizar el estudio de suelo para determinar las características físico-mecánicas del mismo, tomando en cuenta los bancos de materiales locales, necesario para el diseño de la estructura de pavimento.

- Determinar los espesores de la estructura de pavimento articulado mediante el método de la AASHTO 93 empleando los nomogramas y programa WinPAS (1.0.4).

- Realizar el estudio de impacto ambiental (EIA) que generará este proyecto una vez que sea ejecutado.

Capítulo II
Estudio De Transito

2. 1 Generalidades.

En este capítulo se realizó la proyección del tráfico actual de la vía, obtenido mediante un aforo vehicular, el cual se proyecta para 15 años. Tomando en cuenta que el tráfico es uno de los aspectos más significativos a considerar para el diseño de pavimentos y es a su vez una de las variables que presenta mayor incertidumbre al momento de estimarse, por lo tanto, se debe de contar con la información más precisa posible del tráfico para realizar el diseño, y obtener resultados seguros.

2. 2 Metodología.

En este estudio de tráfico se contemplan tres etapas claramente definidas:

2. 2. 1 Recopilación de datos.

Se realizó por medio de Conteos Vehicular, que consiste en medir el volumen de tráfico que transita durante un período de tiempo equivalente a 12 horas diurnas. La recolección de datos se realizó durante 7 días, una semana, en las fechas del 8 hasta el 14 de mayo del año 2017 (lunes hasta el día domingo) a fin de evaluar las condiciones de tráfico normales, basándonos para esto en la Tipología y Descripción Vehicular que brinda la Revista Anuario de Tráfico del Ministerio de Transporte 2015. **(Ver Anexos (Tabla – 56), pág. XII).**

2. 2. 2 Procesamiento de Datos.

Es la etapa de trabajo de gabinete en la cual procesamos la información obtenida mediante Software Microsoft Excel, para obtener los mejores resultados, basándonos para esto en la Revista Anuario de Tráfico del Ministerio de Transporte 2015.

2. 2. 3 Análisis de la información obtenida.

En este proceso se usó los criterios para comprender de una mejor manera los resultados obtenidos

2.3 Recopilación de la información.

Se realizó la ubicación de la estación de control, a fin de ejecutar los conteos de volumen de tráfico vehicular, con la finalidad de determinar el volumen vehicular en un punto específico de la vía **(Ver Imagen – 1).** La estación de Conteo se ubicó en un lugar estratégico y seguro que permitieron captar el 100% del tráfico en el tramo en estudio.

Imagen – 1: Ubicación del punto de conteo vehicular.



Fuente: Google Earth.

Punto de conteo vehicular (Est. 0+000).

La información fue recogida diferenciando la composición vehicular, conforme a un formato especifico. **(Ver Anexo – 5 (Tabla – 46), pág. VII).** El comportamiento del tráfico vehicular obtenido mediante el conteo de los mismos el día lunes hasta el domingo en la Estación de Aforo, se muestra en el Anexo – 6.

Para el día Lunes 8 – Mayo – 2017: **(Ver Anexos (Tabla – 47), pág. VIII).**
Para el día Martes 9– Mayo – 2017: **(Ver Anexos (Tabla – 48), pág. VIII).**
Para el día Miércoles 10 – Mayo – 2017: **(Ver Anexos (Tabla – 49), pág. IX).**

Para el día Jueves 11 – Mayo – 2017: **(Ver Anexos (Tabla – 50), pág. IX).**
Para el día Viernes 12 – Mayo – 2017: **(Ver Anexos (Tabla – 51), pág. X).**
Para el día Sábado 13 – Mayo – 2017: (**Ver Anexos (Tabla – 52), pág. X).**
Para el día Domingo 14 – Mayo – 2017: **(Ver Anexos (Tabla – 53), pág. XI).**

2. 4 Procesamiento de datos.

La tabulación de la información corresponde directamente al trabajo de gabinete, luego de haberse realizado el trabajo de campo, siendo esta procesada en el Software Microsoft Excel, mediante hojas de cálculo. De la información recogida de los conteos, se obtuvo el volumen de tráfico en el tramo empalme Los Jobos - Comunidad La Estanzuela, por día y tipo de vehículo. En la **Tabla – 1 de la pág. 10**, se muestran los Conteos de Tráfico Diarios, Composición Vehicular; así como el promedio del período de evaluación en consolidado para ambos sentidos del tramo en estudio.

Se realizó un aforo de 7 días de duración, comenzando la actividad a partir del día lunes 8 de Mayo, y concluyendo esta actividad el día domingo 14 de Mayo año 2017, realizando un conteo y clasificación vehicular de 12.0 horas diurnas continuas durante los siete días de la semana.

2. 4. 1 Resumen del aforo vehicular.

Para obtener resultados adecuados, se contó y clasificó el cien por ciento de los vehículos que circularan en ambas direcciones de la estación de conteo y clasificación vehicular.

Para obtener el Tráfico Promedio Diurno Semanal (TPDS) fue necesario aplicar la **ecuación – 1**:

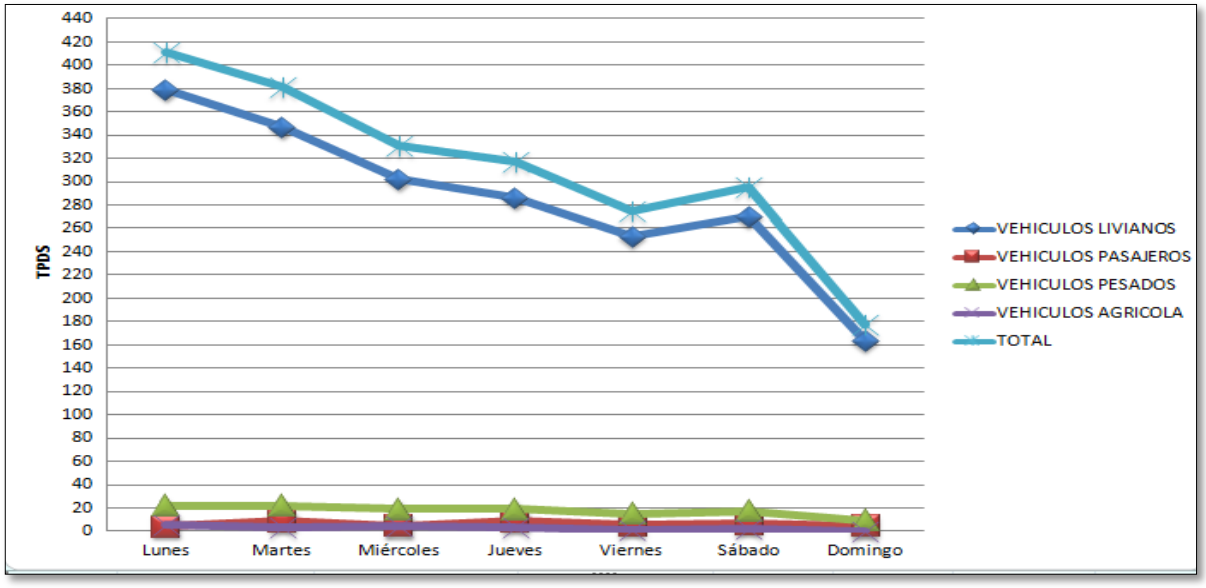
$$\mathbf{TPDS_{12H}} = \frac{\boldsymbol{Total}\ \mathbf{Diurno\ Semanal}}{\mathbf{7}\ \boldsymbol{dias}} \qquad \boldsymbol{Ec - 1}$$

Tabla – 1: Resumen del Conteo Vehicular y Tráfico Promedio Diurno Semanal (TPDS).

Estación: Empalme Los Jobos (0+000)												
Tipo de Veh.	Vehículos Livianos				Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga			V.A	TOTAL
Día	Motos	Autos	Jeep	Cta.	Mbus	Mb> 15 P	Bus	Liv C2	C2	C3		
Lunes	230	23	8	118	0	1	3	7	9	6	6	411
Martes	205	55	12	75	1	5	3	11	8	3	3	381
Miércoles	184	42	10	66	0	1	4	5	7	7	5	331
Jueves	179	38	6	63	2	4	3	6	11	2	3	317
Viernes	93	61	11	88	1	1	4	6	5	4	1	275
Sábado	132	32	9	97	2	2	3	5	4	8	2	296
Domingo	91	21	5	47	1	2	2	4	5	0	0	178
Total Diurno	1114	272	61	554	7	16	22	44	49	30	20	**2189**
TPDS (Veh/12 hrs)	**160**	**39**	**9**	**80**	**1**	**3**	**4**	**7**	**7**	**5**	**3**	**318**

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico – 1: Comportamiento de tráfico diurno semanal.



Fuente: Elaboración Propia.

En el **Gráfico –1** se muestra el comportamiento del tráfico vehicular donde se aprecia que los días de mayor demanda son los Lunes y Martes, así como lo días de menor demanda son Viernes y Domingo. Se aprecia claramente que los vehículos que más predominan son los Livianos, seguido de los vehículos pesados y menor cantidad los vehículos de pasajeros y agrícolas.

Para obtener el TPDA en este caso, fue necesario usar factores de ajustes factor día y factor de expansión, que permitieron expandir el volumen del Tránsito Promedio Diurno Semanal ($TPDS_{12Hrs}$) a un Tránsito Promedio Diario Anual, se identificó que la estación más cercana es la Estación de Corta Duración N°142 la cual no posee registros continuos, por lo cual se utilizó la estación 107 que es la Estación de Mayor Cobertura. Los factores de ajustes para realizar la expansión fueron obtenidos de la Revista Anuario de tráfico año 2015 publicado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura -DAV.

Para la expansión a Tráfico Promedio diario de 24.0 horas, se multiplico el ($TPDS_{12HRS}$) de cada tipo de vehículo por el factor día de las Estación Nº 107 (Sébaco – Empalme San Isidro), debido a que es la estación de conteo permanente de mayor cobertura más cercana al tramo en estudio. Factores de Ajuste de la Estación Nº 107, **(Ver Anexos (Tabla – 54), pág. XI).**

Los valores de Tránsito Promedio Diurno semanal calculados en la tabla anterior se afectaron solo con los siguientes factores de ajuste:

Tabla – 2: Factores de Ajuste a Utilizar.

Factor / Tipo de Vehículo	Vehículos Livianos				Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga			V.A.
	Moto	Autos	Jeep	Ctas	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	
Factor Día	1.25	1.3	1.29	1.29	1.29	1.49	1.19	1.36	1.44	1.42	1.14
Factor Expansión	0.94	0.90	0.83	0.90	0.84	0.97	0.96	1.03	0.85	0.95	2.13

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico, MTI (Año 2015).

Para calcular el Tráfico Promedio Diario Anual se utilizó la **ecuación– 2**:

$$\mathbf{TPDA} = \mathbf{TPDS_{12H}} * \mathbf{Fd} * \mathbf{Ft} \qquad \textit{Ec} - 2$$

Dónde:

$\mathbf{TPDS_{12hrs}}$:Tráfico promedio diario 12 horas.

Fd: Factor día.

Ft: Factor temporada (Expansión a TPDA).

Tabla – 3: Tránsito Promedio, Aplicando Factores de Ajuste.

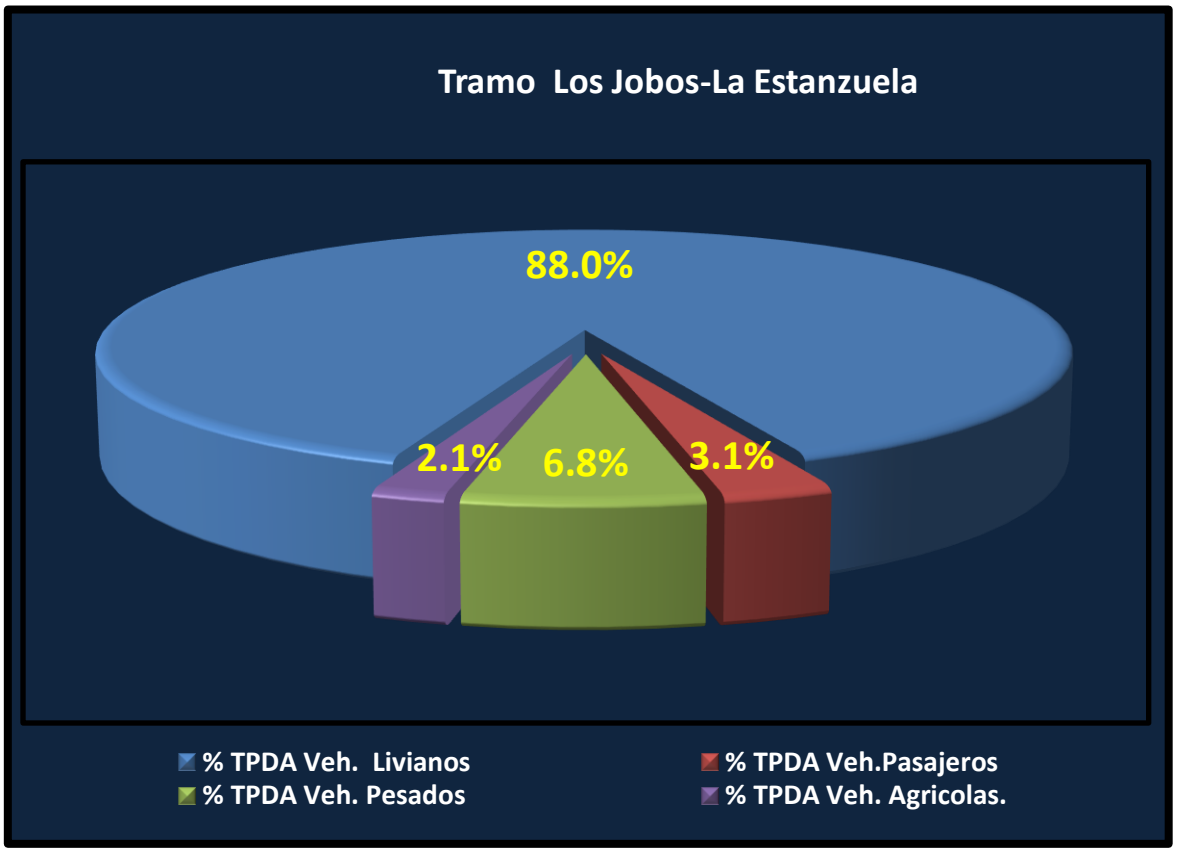
Estación: Empalme Los Jobos (0+000)												
Factor / Tipo de Vehículo	Vehículos Livianos				Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga			V.A.	Total
	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	Liv C2	C2	C3		
TPDS	160	39	9	80	1	3	4	7	7	5	3	318
FACTOR DIA	1.25	1.3	1.29	1.29	1.29	1.49	1.19	1.36	1.44	1.42	1.14	
FACTOR EXPANSION	0.94	0.90	0.83	0.90	0.84	0.97	0.96	1.03	0.85	0.95	2.13	
TPDA	188	46	10	93	2	5	5	10	9	7	8	**383**
% TPDA	49.1%	12.0%	2.6 %	24.3 %	0.5%	1.3 %	1.3%	2.6%	2.3 %	1.8 %	2.1%	100.0 %
% TPDA Veh. Liv	**88.0%**											
% TPDA Veh. Pasaj.	**3.1%**											
% TPDA Veh. Pes.	**6.8%**											
% TPDA V.A	**2.1%**											

Fuente: Elaboración Propio.

2. 5 Composición Vehicular.

A partir de los resultados de clasificación vehicular de campo, se procedió a determinar la composición vehicular de la muestra la cual está conformada de la siguiente manera obteniendo una composición vehicular de: vehículos livianos 88.0 %, vehículos pesados 6.8 %, de vehículos de pasajeros 3.1% y vehículos agrícolas 2.1%. **(Ver Gráfico – 2, pág. 13).**

Gráfico – 2: Composición Vehicular.



Fuente: Elaboración Propia.

2. 5. 1 Determinación de tasas.

Para determinar las tasas de crecimiento para el tráfico vehicular futuro para el tramo empalme Los Jobos – comunidad La Estanzuela, se realizaron correlaciones entre los registros históricos del tránsito promedio diario anual "TPDA" y el producto interno bruto "PIB", así como con la población, a fin de estimar una tasa diferenciada de crecimiento basado en datos históricos.

Partiendo de la información del Banco Central de Nicaragua, se elaboró una tabla con los datos históricos existentes del Producto interno Bruto (PIB) de los últimos 10 años **(Ver Tabla – 4, pág. 14),** donde se aprecia el comportamiento histórico del PIB, desde el año 2006 al año 2015.

Tabla – 4: Registros históricos del PIB, TPDA y Población.

AÑO	TPDA	PRODUCTO INTERNO BRUTO (MILES $)	POBLACIÓN (MILES)
2006	3849.0	6786.3	5638.0
2007	3853.0	7458.1	5707.9
2008	4092.0	8491.4	5778.8
2009	4101.0	8380.7	5850.5
2010	4334.0	8741.3	5923.1
2011	4517.0	9755.6	5996.6
2012	4843.0	10439.4	6071.0
2013	4954.0	10874.7	6134.3
2014	5350.0	11790.2	6198.2
2015	5994.0	12692.5	6262.7

Fuente: Banco Central de Nicaragua (año 2015).

2. 5. 2 Tasas de crecimiento.

La tasa de crecimiento vehicular varía dependiendo del tipo de vehículo, la determinación de las mismas se realiza a partir de series históricas de tráfico, en base a estudios anteriores del tramo u otras vías de naturaleza similar o que están cercanas al tramo en estudio. Para el presente tramo empalme Los Jobos – comunidad La Estanzuela, se ha comparado los datos históricos del tránsito promedio diario anual "TPDA" de la Estación 142 (Empalme San Nicolás – Estelí), por ser la más cercana al tramo y la Estación 107 Sébaco empalme San Isidro, por ser la de mayor cobertura.

Considerando los registros históricos del tráfico vehicular de ambas estaciones, se puede apreciar que los mismos han experimentado crecimientos importantes durante los últimos años. Al inicio de período se cuentan con crecimientos moderados, hasta llegar al año 2015 que se encuentra con una TPDA mucho mayor a los anteriores, elevando su tasa de crecimiento promedio en un 4.13% para la Estación 142 y una tasa de crecimiento promedio para la Estación 107 de 5.1%. **(Ver Tabla – 5 y Tabla – 6, pág. 15)**

Las tasas de crecimiento interanual se calcularon usando la **ecuación – 3:**

$$TC = \left[\left(\frac{Año_n}{Año_{n-1}}\right) - 1\right] * 100 \qquad \textit{Ec – 3}$$

Dónde:

TC: Tasa de crecimiento.

Año n: Año actual.

Año n– 1: Año anterior.

Tabla – 5: Evolución TPDA de la Estación 142.

AÑO	TPDA	TCA
2006		
2007		
2008	3884.0	
2009		
2010	3633.0	-6.46
2011		
2012	4196.0	15.50
2013		
2014		
2015	4337.0	3.36
Promedio	4,013	4.13%

Fuente: Revista Anuario de Aforo 2015,MTI– DAV).

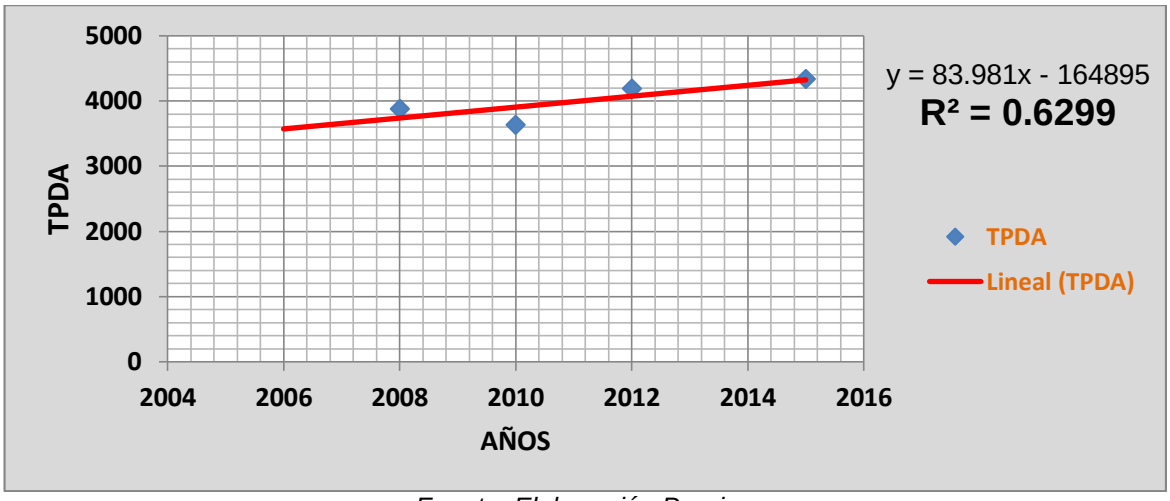
Tabla – 6: Evolución TPDA de la Estación 107.

AÑO	TPDA	TCA
2006	3849.0	
2007	3853.0	0.10
2008	4092.0	6.20
2009	4101.0	0.22
2010	4334.0	5.68
2011	4517.0	4.22
2012	4843.0	7.22
2013	4954.0	2.29
2014	5350.0	7.99
2015	5994.0	12.04
Promedio	4,589	5.1%

Fuente: Revista Anuario de Aforo 2015,MTI– DAV).

La **Estacion 142**, no posse registros suficientes y continuos, lo cual indica que no existe una buena correlacion de las variables, el valor R^2 en este caso es menor a 0.75, lo que se considera como una estacion poco confiable. A continuacion ver grafico:

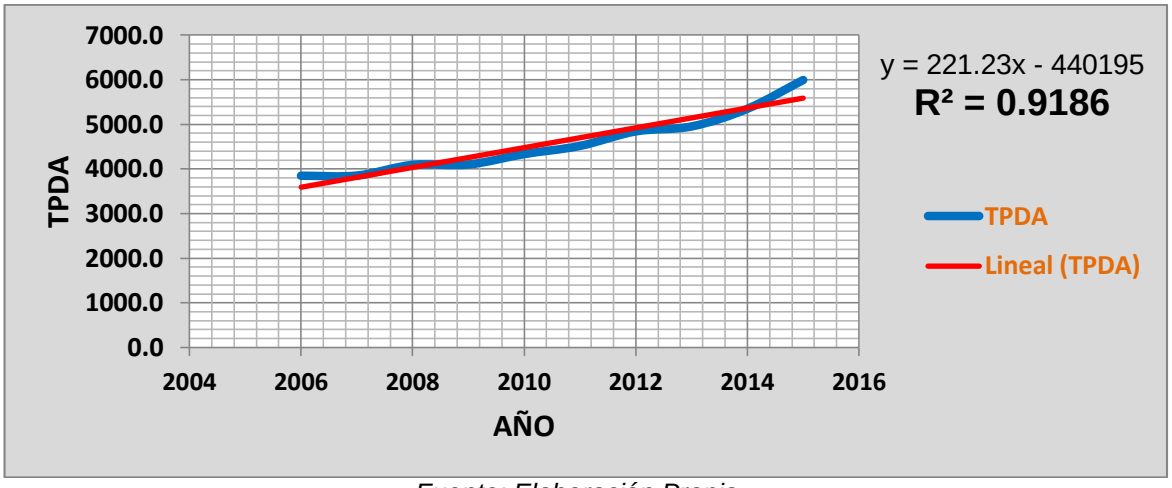
Gráfico – 3: Correlación TPDA de la Estación 142.



Fuente: Elaboración Propia.

La **Estacion 107** al inicio de período se cuentan con crecimientos moderados, hasta llegar al año 2015 que se encuentra con una TPDA mucho mayor a los anteriores, lo cual indica que existe una buena correlacion de las variables, el valor R^2 en este caso es mayor a 0.75, lo que se considera como una estacion confiable. A continuacion ver grafico:

Gráfico – 4: Correlación TPDA de la Estación 107.



Fuente: Elaboración Propia.

2. 5. 3 Análisis del Producto Interno Bruto (PIB).

Partiendo de la información del Banco Central de Nicaragua, se elaboró una tabla con los datos históricos existentes del PIB de los últimos 10 años, donde se aprecia el comportamiento histórico, desde el año 2006 al año 2015. El PIB promedio de 9,541.0 Millones de dólares, con una tasa de crecimiento promedio de 7.29%. Ver siguiente tabla:

Tabla – 7: Datos Históricos del PIB.

AÑO	PIB	TCA
2006	6786.3	
2007	7458.1	9.90%
2008	8491.4	13.85%
2009	8380.7	-1.30%
2010	8741.3	4.30%
2011	9755.6	11.60%
2012	10439.4	7.01%
2013	10874.7	4.17%
2014	11790.2	8.42%
2015	12692.5	7.65%
Promedio	**9541.0**	**7.29%**

Fuente: Banco Central –Indicadores Económicos 2015.

2. 5. 4 Análisis de Población (POB).

Partiendo de la información del Banco Central de Nicaragua, se elaboró una tabla con los datos históricos existentes del POB de los últimos 10 años, donde se aprecia el comportamiento histórico, desde el año 2006 al año 2015. El POB promedio de 5,956.1 Miles de habitantes, con una tasa de crecimiento promedio de 1.17%. A continuación, se muestra en la **Tabla – 8, pág. 18:**

Tabla – 8: Datos Históricos del POB.

AÑO	POB	TCA
2006	5638.0	
2007	5707.9	1.24%
2008	5778.8	1.24%
2009	5850.5	1.24%
2010	5923.1	1.24%
2011	5996.6	1.24%
2012	6071	1.24%
2013	6134.3	1.04%
2014	6198.2	1.04%
2015	6262.7	1.04%
Promedio	**5,956.1**	**1.17%**

Fuente: Banco Central –Indicadores Económicos 2015.

2. 5. 5 Proyección de tráfico.

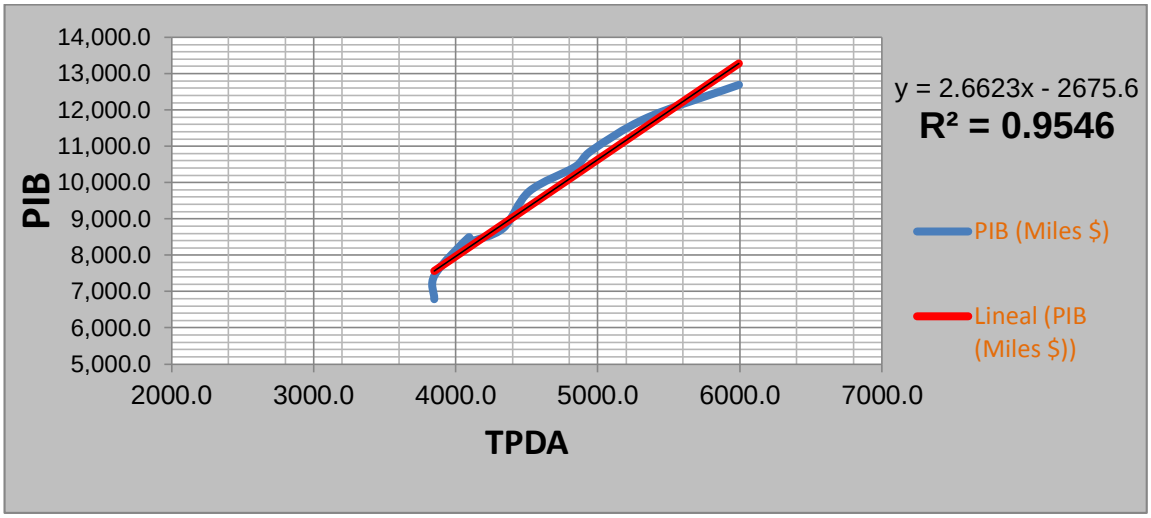
El cuadro siguiente, presenta el comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB), de los últimos 10 años (período 2006 – 2015), y la representación gráfica con la ecuación de correlación del TPDA de la Estación Nº 107 (Sébaco – Empalme san Isidro), con el Producto Interno Bruto.

Tabla– 9: Correlación TPDA Vs PIB.

Año	TPDA vs PIB		LN TPDA vs LN PIB	
	TPDA	PIB (millones $)	LN TPDA	LN PIB
2006	3849.0	6786.3	8.26	8.82
2007	3853.0	7458.1	8.26	8.92
2008	4092.0	8491.4	8.32	9.05
2009	4101.0	8380.7	8.32	9.03
2010	4334.0	8741.3	8.37	9.08
2011	4517.0	9755.6	8.42	9.19
2012	4843.0	10439.4	8.49	9.25
2013	4954.0	10874.7	8.51	9.29
2014	5350.0	11790.2	8.58	9.38
2015	5994.0	12692.5	8.70	9.45

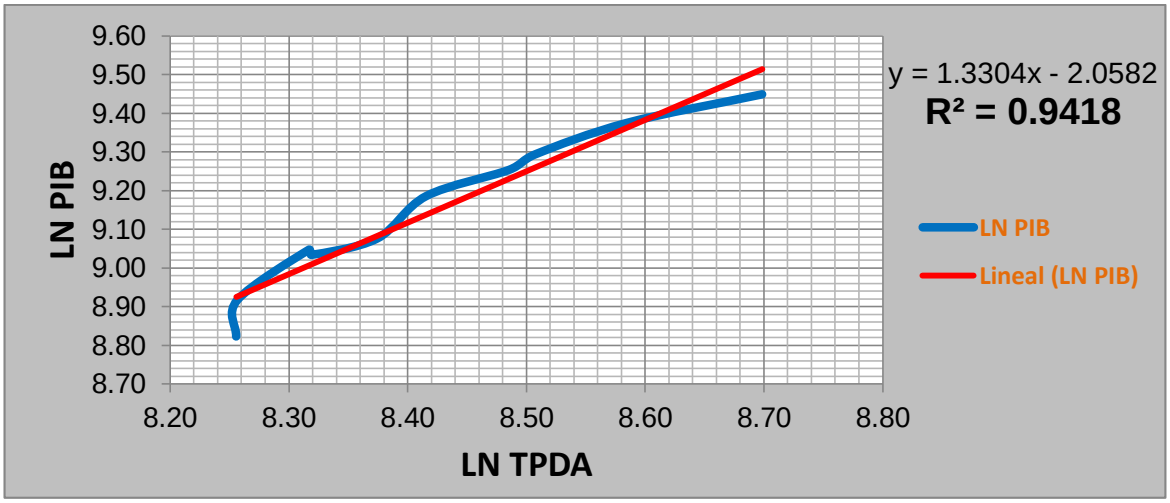
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico – 5: Correlación TPDA Vs PIB.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico – 6: Correlación LN TPDA Vs LN PIB.



Fuente: Elaboración Propia.

La correlación de las variables TPDA Vs PIB genera un coeficiente de determinación (R^2) igual a 0.9546 y la correlación de las variables LN TPDA Vs LN PIB genera un coeficiente de determinación (R^2) igual a 0.9418. Cualquiera de los datos obtenido puede ser utilizado, ya que poseen un coeficiente (R^2), mayor a 0.75. Se decidió utilizar el primero por tener un valor más alto y confiable, para determinar las tasas de crecimiento del tráfico de carga, que son los vehículos de transportes que mueven la producción hacia los mercados nacionales e internacionales, lo mismo que los insumos para la producción.

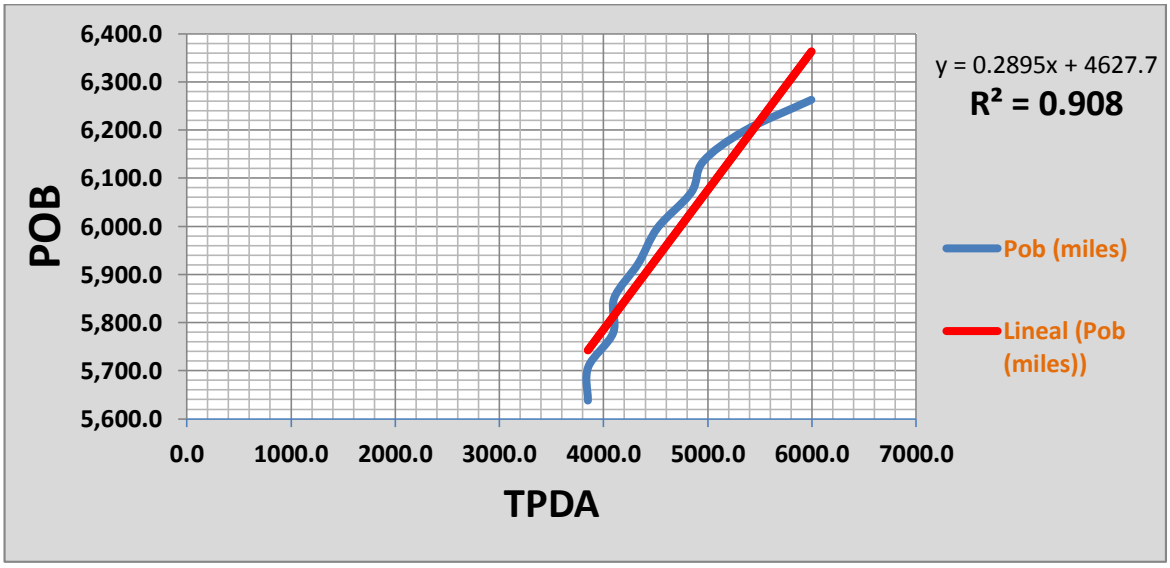
El cuadro siguiente, presenta el comportamiento del TPDA – Población, en el período 2006 – 2015 y la representación gráfica con la ecuación de correlación del TPDA con el POB de la Estación Nº 107 (Sébaco –Empalme san Isidro). Ver siguiente tabla:

Tabla– 10: Correlación TPDA Vs POB.

Año	TPDA vs POB		LN TPDA vs LN POB	
	TPDA	POB (miles)	LN TPDA	LN POB
2006	3849.0	5,638.0	8.26	8.64
2007	3853.0	5,707.9	8.26	8.65
2008	4092.0	5,778.8	8.32	8.66
2009	4101.0	5,850.5	8.32	8.67
2010	4334.0	5,923.1	8.37	8.69
2011	4517.0	5,996.6	8.42	8.70
2012	4843.0	6,071.0	8.49	8.71
2013	4954.0	6,134.3	8.51	8.72
2014	5350.0	6,198.2	8.58	8.73
2015	5994.0	6,262.7	8.70	8.74

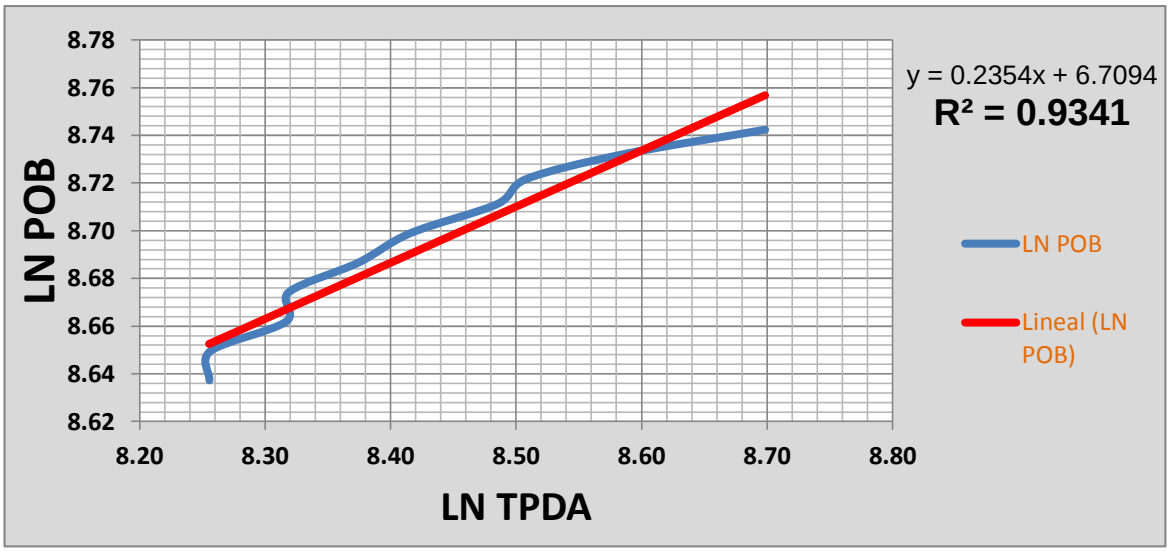
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico – 7: Correlación TPDA Vs POB.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico – 8: Correlación LN TPDA Vs LN POB.



Fuente: Elaboración Propia.

La correlación de las variables TPDA Vs POB genera un coeficiente de determinación (R^2) igual a **0.908** y la correlación de las variables Logaritmo Natural TPDA Vs Logaritmo Natural POB genera un coeficiente de determinación (R^2) igual a **0.9341**. En este caso utilizaremos el valor (R^2) igual a **0.9341** el cual fue mejorado con (LN), ya que poseen un coeficiente (R^2), mayor a **0.908**.

Se escoge el segundo dato por tener un valor más alto y confiable, para determinar las tasas de crecimiento del tráfico de Pasajeros, que son los vehículos de transporte que mueven la mayor cantidad de población hacia los diferentes destinos (laborales, compras, estudios, recreativos y de otras índoles).

2. 5. 6 Calculo de Proyección de tráfico.

Procedemos a calcular las tasas de crecimiento utilizando los datos históricos de TPDA, PIB, POB, para cada uno de ellos. **(Ver Tabla –11, pág. 22).**

Las tasas de crecimiento para PIB y POB serán afectados por las elasticidades **($Elasticidad_{PIB}$= 2.6623 y $Elasticidad_{POB}$ = 0.2354),** de las correlaciones realizadas anteriormente elasticidades que se tomaron en base a los (R^2), de mayor confiabilidad.

Tabla – 11: Datos Históricos (TPDA, PIB, POB).

AÑO	TPDA	PIB (Miles $)	POB (miles)
2006 →	3849.0	6786.3	5,638.0
2007	3853.0	7458.1	5,707.9
2008	4092.0	8491.4	5,778.8
2009	4101.0	8380.7	5,850.5
2010	4334.0	8741.3	5,923.1
2011	4517.0	9755.6	5,996.6
2012	4843.0	10439.4	6,071.0
2013	4954.0	10874.7	6,134.3
2014	5350.0	11790.2	6,198.2
2015 →	5994.0	12692.5	6,262.7

Fuente: Elaboración Propia.

Luego aplicamos la siguiente **ecuación – 4:**

- El método más común para la **Proyección de Tráfico** es la ecuación siguiente:

$$TC = \left[\left(\frac{TPDA_i}{TPDA_0}\right)^{1/n}\right] - 1 \qquad \textbf{EC – 4}$$

Donde:
$TPDA_i$ = Tráfico Promedio Diario Actual.
$TPDA_0$ = Tráfico Promedio Diario Actual del Año Base.
n= La diferencia de años

Fuente: Revista Anuario de Aforo 2014, Ministerio de Transporte e Infraestructura – DAV

$$TC_{TPDA} = \left\{\left(\frac{5994}{3849}\right)^{1/10}\right\} - 1 = 0.453 = \mathbf{4.53\%}$$

$$TC_{PIB} = \left\{\left(\frac{12{,}692.5}{6{,}786.3}\right)^{\frac{1}{10}}\right\} - 1 = 0.0925 * 100 = \mathbf{6.46\%}$$

$$TC_{PIB} = 6.46\% * \textbf{Elasticidad}_{\textbf{PIB}}$$

$$TC_{PIB} = 6.46\% * \mathbf{2.6623} = \mathbf{17.20\%}$$

$$TC_{POB} = \left\{\left(\frac{6{,}198.2}{5{,}638.0}\right)^{\frac{1}{10}}\right\} - 1 = 0.0129 * 100 = \mathbf{1.06\%}$$

TC_{POB} $= \mathbf{1.06\%}$ *** Elasticidad$_{POB}$**

$$TC_{POB} = \mathbf{1.06\% * 0.2354} = \mathbf{0.25\%}$$

Las tasas de crecimiento calculadas con las correlaciones del tráfico PIB son muy altas, y de POB demasiado baja, con respecto a los registros históricos de los últimos 10 años para estos indicadores macro-económicos, por tanto, trabajaremos con la tasa de crecimiento "TC" calculada para TPDA, de los datos tomados del Anuario de Tráfico del MTI del año 2015, quedando así. **TC$_{TPDA}$ = 4.53 %**, dato que resulta aceptable en relación con el promedio de los registro histórico de las Estaciones Permanentes y de las Estaciones de Mayor Cobertura "EMC" del país.

2. 5. 7 Tráfico de diseño.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido de los conteos se usará un tránsito de Diseño (TD) que es un factor fundamental para el diseño estructural de pavimentos. Este se obtiene a partir de la información básica suministrada por el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), el Factor de Crecimiento (FC), Factor de Distribución (FD) y Factor Carril (fc). Se calcula mediante la siguiente **Ecuación – 5:**

$$\mathbf{TD} = \boldsymbol{TPDA} * \boldsymbol{FC} * \boldsymbol{FD} * \boldsymbol{fc} * \mathbf{365} \qquad \textbf{\textit{Ec– 5.}}$$

2. 5. 8 Factor de Crecimiento.

(FC): Este se obtiene a partir del periodo de diseño y está en dependencia del grado de importancia de la vía, y la tasa anual de crecimiento del tránsito. Se determina mediante la siguiente **Ecuación – 6:**

$$FC = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \qquad \textbf{\textit{Ec – 6.}}$$

Dónde:

FC: Factor de Crecimiento.

i: Tasa anual de Crecimiento.

n: Periodo de Diseño.

$$FC = \frac{(1 + 0.0453)^{15} - 1}{0.0453} = \mathbf{20.83}$$

2. 5. 9 Período de Diseño (PD).

Es la cantidad de años para la cual será diseñada la estructura de pavimento, por lo general varía dependiendo del tipo de carretera. De acuerdo a la ubicación geográfica del tramo y al volumen actual de tránsito que circula por ella, elegimos 15 años para el período de diseño, ya que el tramo tiene una clasificación funcional de Colectora Rural y tenemos un TPDA de **383 Vpd (Vehículos por día).**

Tabla – 12: Período de Diseño.

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Autopista Regional	20 – 40 Años
Troncales Sub-urbanas	15 – 30 Años
Troncales Rurales	
Colectoras Sub-urbanas	10 – 20 Años
Colectoras Rurales	

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carreteras (SIECA)

2. 5. 10 Factor Distribución Por Dirección (FD).

Este valor se pude deducir del estudio de tránsito (conteo), es la relación entre la cantidad de vehículos que viajan en una dirección y la cantidad de vehículos que viajan en la dirección opuesta, por lo general es 0.5 ya que la cantidad de vehículos es la misma en ambos sentidos, aunque hay casos en que puede ser mayor en una dirección que en otra. **(Ver Tabla – 13, pág. 25)**

Tabla – 13: Factor de Distribución por Dirección.

Factor de Distribución por Dirección.	
Número de carriles en ambas direcciones	LD [10]
2	50
4	45
6 ó mas	40

Fuente: Manual Centramericano de Normas para el diseño de carreteras regionales,SIECA 2011.

Como podemos ver el factor de distribución por dirección a usarse para nuestro diseño es **0.50**.

2. 5. 11 Factor Distribución Por Carril (fc).

El carril de diseño es por el que circulan el mayor número de ejes equivalentes (ESAL'S). En la Tabla– 14 que se presenta a continuación podemos observar el factor carril.

Tabla – 14 Factor Distribución por Carril.

Factor de Distribución por Carril.	
Número de carriles en sola direcciones	LD [10]
1	1.00
2	0.80-1.00
3	0.60-0.80
4	0.50-0.75

Fuente: Manual Centramericano de Normas para el diseño de carreteras regionales,SIECA 2011.

El factor de distribución por carril a usarse es **1.00**.

2. 5. 12 El Índice de Serviciabilidad Inicial (Po).

Es función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción. El valor establecido en el Experimento Vial de la AASHTO para los pavimentos articulado fue de 4.2 según el manual SIECA Capitulo 3 Pág. 4.

En el Diseño de la Estructura de Pavimento articulado del tramo de carretera empalme los Jobos- comunidad la Estanzuela se trabajó con un valor de **Po=4.2.**

2. 5. 13 El Índice de Serviciabilidad Final (Pt).

Es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario el tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña, y son normalmente los siguientes:
Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas se toma un valor de pt = 1.8– 2.0 según el manual SIECA Capitulo 3 Pág. 4.

En este caso se decidió tomar el valor de **Pt=2.0.**

2. 5. 14 Pérdida de Serviciabilidad (ΔPSI).

Es la diferencia que existe entre la serviciabilidad inicial y la serviciabilidad final. Entre mayor sea el ΔPSI mayor será la capacidad de carga del pavimento antes de fallar, calculado con la siguiente **Ecuación–*7*:**

$$\Delta PSI = Po - Pt \qquad \text{Ec–}7.$$

En el Diseño de la Estructura de Pavimento articulado del tramo Empalme los Jobos hasta comunidad Estanzuela se trabajó con un valor de:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

2. 5. 15 Número Estructural Asumido (SN).

Es un número abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido. Para calcular el ESAL o W18 (cantidad de repeticiones esperadas de un eje de carga equivalente de 18 mil libras), se debe de asumir un valor inicial de SN. Para este Diseño seleccionamos el valor **SN=5.**

2. 5. 16 Factor de Equivalencia (FESAL).

Se obtiene las tablas de la AASHTO– 93 apéndice D, para ejes Sencillos y Dobles respectivamente. Conociendo la serviciabilidad final (Pt=2.0), el número estructural asumido (SN=5) y los pesos de las cargas se encuentran en (Kips), se obtienen los factores de equivalencia **(Ver Anexos (Tablas – 59-60), págs. XV y XVI).** Si los factores de equivalencia de cargas en los ejes no se encuentran en estas tablas se deben de Interpolar dichos valores.

2. 5. 17 Ejes Equivalentes (ESAL o W18).

Este se obtiene conociendo El Tránsito de Diseño (TD) y los factores de equivalencia (ESAL). Se calcula utilizando la siguiente expresión: **Ecuación –*8***

$$\textbf{ESAL o W18= TD*FESAL} \qquad \textbf{Ec–}\textit{8.}$$

Dónde:

TD: Transito de Diseño.
FESAL: Factor de Equivalencia de carga por eje.

El Tráfico pesado es el que mayor daño produce a la estructura de pavimento por lo que deberá de estimarse con la mayor precisión posible.

En base a los datos anteriormente definidos se realizó la determinación del Tránsito de Diseño (TD), para cada eje y tipo de vehículos aplicando la siguiente **Ecuación –*5 de la pág. 23,*** tal como se muestra en la **Tabla –15, pág. 28.**

Tabla –15: Transito de Diseño.

Tipo de vehículos	Transito Actual (2017)	F.C.	Días año	Tránsito de diseño	Factor por carril(Fc)	Factor de Dirección (Fs)	Tránsito para el carril de diseño
Carro	46.00	20.83	365	349,735.70	0.50	1.00	174,867.85
Jeep	10.00	20.83	365	76,029.50	0.50	1.00	38,014.75
Ctas	93.00	20.83	365	707,074.35	0.50	1.00	353,537.18
MicBus	2.00	20.83	365	15,205.90	0.50	1.00	7,602.95
MB >15 P	5.00	20.83	365	38,014.75	0.50	1.00	19,007.38
Bus	5.00	20.83	365	38,014.75	0.50	1.00	19,007.38
C2 Liviano	10.00	20.83	365	76,029.50	0.50	1.00	38,014.75
C2 > 5 ton	9.00	20.83	365	68,426.55	0.50	1.00	34,213.28
C3	7.00	20.83	365	53,220.65	0.50	1.00	26,610.33
Veh. Agríc	8.00	20.83	365	60,823.60	0.50	1.00	30,411.80
TRANSITO DE DISEÑO TOTAL							***741,287.625***

Fuente: Elaboración Propia

En este cuadro se muestra el tráfico proyectado el cual corresponde a 741,288.00 Vehículos proyectados para el año 2032.

Una vez conocido el tránsito de Diseño, se procede a realizar el cálculo ESAL´S del Carril de Diseño, como en algunos casos el peso por eje Kips no está dado en la tabla factores Equivalentes de Cargas Ejes Simples, y Ejes tándem.

Se deberá interpolar el valor exacto utilizando la siguiente **(Ecuación –*9)***

$$yx = \mathrm{y}_0 + \frac{x - x_0}{\mathrm{x}^1 - \mathrm{x}_0}\left(\mathrm{y}^1 - \mathrm{y}^0\right) \qquad \textbf{Ec – 9}$$

Tabla – 16: factores de ejes Kips a Interpolar.

Pesos x Ejes Kips para cada Tipo de Vehículos. (Ver Anexos – 12 (Imagen –11), págs. XIV)								
Autos	**Jeep**	**Camta**	**Mic- Bus**	**MB >15 P**	**Bus**	**C2**	**C3**	**Veh. Agríc**
2.2	**2.2**	**2.2 – 4.4**	**4.4 – 8.8**	**8.8 – 17.6**	**11**	**8.80 –17.60**	**11–36.30**	**9.9 –14.30**

Fuente: Elaboración Propia.

(Kips)	SN=5		
X	***Y***	X_o	X_1
2	0.0002	2	4
2.2	*Yx*	Y_o	y_1
4	0.002	0.0002	0.0002
$Y_{2.2}$= 0.00038			

(Kips)	SN=5		
X	***Y***	X_o	X_1
4	0.0002	4	6
4.4	*Yx*	Y_o	y_1
6	0.009	0.002	0.009
$Y_{4.4}$= 0.0034			

(Kips)	SN=5		
X	***Y***	X_o	X_1
8	0.031	8	10
8.8	*Yx*	Y_o	y_1
10	0.079	0.031	0.079
$Y_{8.8}$= 0.0502			

(Kips)	SN=5		
X	***Y***	X_o	X_1
10	0.031	10	11
9.9	*Yx*	Y_o	y_1
11	0.079	0.031	0.079
$Y_{9.9}$= 0.0766			

(Kips)	SN=5		
X	***Y***	X_o	X_1
10	0.079	10	11
11	*Yx*	Y_o	y_1
12	0.174	0.079	0.174
Y_{11}= 0.127			

(Kips)	SN=5		
X	***Y***	X_o	X_1
14	0.338	14	16
14.3	*Yx*	Y_o	y_1
16	0.603	0.338	0.603
$Y_{14.3}$= 0.378			

(Kips)	SN=5		
X	***Y***	X_o	X_1
16	0.603	16	18
17.6	*Yx*	Y_o	y_1
18	1	0.603	1
$Y_{17.6}$= 0.9206			

(Kips)	SN=5		
X	***Y***	X_o	X_1
36	1.38	36	38
36.3	*Yx*	Y_o	y_1
38	1.73	1.38	1.73
$Y_{36.3}$= 1.43			

Fuente: Elaboración Propia.

Ya conocido los valores de los factores de Equivalencia (FESAL), se procede a aplicar la **Ecuación –8** para el cálculo de ESAL´S, que se muestra continuación:

Tabla – 17: Cálculo ESAL´S del Carril de Diseño.

Tipo de vehículos	Peso X eje(Ton. met)	Peso X eje (Kips)	Tipo de eje	To. 2017	TD	TD corregido	Factor ESAL	ESAL´S de diseño
Autos	1.00	2.20	Simple	46.00	174,867.85	174,868.00	0.00038	66
	1.00	2.20	Simple				0.00038	66
Jeep	1.00	2.20	Simple	10.00	38,014.75	38,015.00	0.00038	14
	1.00	2.20	Simple				0.00038	14
Camionetas	1.00	2.20	Simple	93.00	353,537.18	353,537.00	0.00038	134
	2.00	4.40	Simple				0.0034	1202
Mic Bus	2.00	4.40	Simple	2.00	7,602.95	7,603.00	0.0034	26
	4.00	8.80	Simple				0.0502	382
MB >15 P	4.00	8.80	Simple	5.00	19,007.38	19,007.00	0.0502	954
	8.00	17.60	Simple				0.9206	17498
Bus	5.00	11.00	Simple	5.00	19,007.38	19,007.00	0.1265	2404
	10.00	22.00	Simple				2.35	44666
C2 Liviano	4.00	8.80	Simple	10.00	38,014.75	38,015.00	0.0502	1908
	8.00	17.60	Simple				0.9206	34997
C2 > 5 ton	5.00	11.00	Simple	9.00	34,213.28	34,213.00	0.1265	4328
	10.00	22.00	Simple				2.35	80401
C3	5.00	11.00	Simple	7.00	26,610.33	26,610.00	0.1265	3366
	16.50	36.30	Doble				1.43	38052
Veh. Agríc	4.50	9.90	simple	8.00	30,411.80	30,412.00	0.7521	22873
	6.50	14.30	simple				0.378	11490
Total ESAL´S de diseño(W18)							*690,469.00= 6.90E+05*	

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo un valor **ESAL´S o W18 = $6.90*10^5$.** El cual será utilizado en el diseño de pavimento articulado.

Capítulo III
Estudio Geotécnico

3. 1 Generalidades.

En este capítulo se presenta la metodología, análisis de los ensayes de suelos y bancos de materiales obtenidos de laboratorio, y proporcionado por la empresa EMCOSE de Estelí en colaboración con la empresa IDISA (Ingeniera, Desarrollo e Inversiones S.A), empresa responsable de la realización de dichos estudios. Este estudio con el objetivo de conocer las propiedades físico mecánicas del suelo del tramo de camino Empalme los Jobos - comunidad La Estanzuela, tomando en cuenta los métodos de clasificación, para diferenciar los tipos de suelo y donde se requiere realizar mejoramientos por su deficiencia en su calidad, por lo tanto también establecer el dimensionamiento del pavimento apoyándonos en los parámetros encontrados en dicho análisis.

3. 2 Metodología.

La metodología implementada para la ejecución del estudio de suelos comprende básicamente una investigación de campo a lo largo del tramo de 3 kilómetros definido por la carretera del proyecto; mediante la ejecución de prospecciones de exploración se observaron las características del terreno de fundación, para luego obtener muestras representativas y en cantidades suficientes para ser sometidas a ensayos de laboratorio.

En este capítulo se detallarán los procedimientos llevados a cabo para la ejecución de este estudio, así como los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio practicados sobre las muestras de suelo.

Se realizó un análisis del suelo, con el objetivo de conocer sus características físicas, mecánicas, condiciones de soporte, y de esta manera establecer los parámetros básicos necesarios para el diseño de la estructura. Seguidamente estas muestras fueron analizadas en laboratorio para determinar sus propiedades, entre ellas:

- Humedad
- Valor de Soporte (CBR)
- Granulométrica
- Limites de Atterberg (Limite e índice plástico)
- Densidad (Proctor)

3. 2. 1 Evaluación del terreno Natural o Sub– rasante.

Según los informes de los estudios de suelos brindados por Emcose se tomarón 37 muestras representativas del suelo distribuidos a lo largo de 3 kilómetros, para determinar la capacidad de soporte alternados a uno y otro lado de la vía a una distancia de 200 metros mediante la ejecución de palín doble, posteadora, pala simple redonda. Con una profundidad de hasta 1.50 m, dicho procedimiento se inició en la estación 0+000 Empalme Los Jobos (Inicio del Tramo en Estudio), hasta llegar a la estación 3+000 comunidad La Estanzuela (Fin del Tramo en Estudio).

3. 2. 2 Resultado de los Ensayos sobre la Línea.

Los suelos existentes a lo largo del tramo se clasificaron por el sistema AASHTO y por el sistema SUCS. **(Ver Anexos (Tablas– 61-62), Págs. XVII - XXIII)** De acuerdo con los sondeos realizados y a los ensayos de laboratorio efectuados se presentan de manera general las características siguientes: **(Ver Anexos (Tablas– 63-66), Págs. XIX - XXII)**

Superficialmente existe una capa de rodamiento de 12 a 30 cm de espesor, compuesta de grava limosa con arena arcillosa tipo **A– 2– 6 (GM)**, según el sistema unificado de clasificación de suelos **SUCS**, este material se clasifica del tipo **GM,** en general estos suelos superficiales varían de 37 a 40% de Límite Líquido, de 12 a 14% de Índice de Plasticidad. Las partículas de los suelos gravosos pasan el 100% el tamiz de 2", entre 30 y 37 % el tamiz No.4, y entre 10 y 16% el tamiz No.200.

El CBR obtenido del grupo de muestras gravo arcillo limosos con arena de baja compresibilidad tipo **A– 2– 6 (0)**, compactadas al 95% Proctor Modificado, fue entre 15 y 18%. **(Ver Anexos (Tablas – 67), Pág. XXIII)**

Debajo de los suelos descritos anteriormente, que fueron encontrados superficialmente, subyacen suelos gravo arcillosos con arena, areno arcillosos con grava, así como suelos arcillosos y limo arcillosos con grava de media a baja compresibilidad tipo **A– 2– 5 (GW-GM), A– 2– 7(SM) y A– 7– 5(GM).**

Los suelos del tipo **A– 2– 5 (GW-GM),** tienen de 41 a 42% de Límite Líquido, de 9 a 10% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan de 76 a 100% el tamiz de 2", pasan el 100% el tamiz No.4 pasan de 21 a 30% y el tamiz No.200 pasan de 6 a 9%. Según el sistema unificado de clasificación de suelos **SUCS**, este material se clasifica del tipo **GW-GM**. En base al sistema de clasificación de suelos de la **AASHTO**, este material se caracteriza como de regular a malo para ser utilizado en estructuras de pavimento.

Los suelos del tipo **A– 2– 7(SM),** tienen de 43 a 59% de Límite Líquido, de 12 a 27% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan de 81 a 100%, el tamiz de 2" pasan de 40 a 100% el tamiz No.4 pasan de 9 a 86% tamiz No.200 pasan de 15 a 32%. Según el sistema unificado de clasificación de suelos **SUCS**, este material se clasifica del tipo **SM**. En base al sistema de clasificación de suelos de la **AASHTO**, este material se caracteriza como malo para ser utilizado en estructuras de pavimento.

Los suelos del tipo **A– 7– 5(GM),** tienen de 52 a 65% de Límite Líquido, de 12 a 25% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan el 100% el tamiz de 2", pasan de 60 a 100% el tamiz No.4 y el tamiz No.200 pasan de 43 a 56%. Según el sistema unificado de clasificación de suelos **SUCS**, este material se clasifica del tipo **GM**. En base al sistema de clasificación de suelos de la **AASHTO**, este material se caracteriza como malo para ser utilizado en estructuras de pavimento.

.

El CBR obtenido de grupos de muestras de suelos gravo arcillosos, compactadas al 95% Proctor Modificado, fue entre 15 y 23% para los suelos del tipo A-2-5, para los suelos del tipo A-2-7 fue entre 11 y 13% y para los suelos del tipo A-7-5 fue entre 7 y 8%. **(Ver Anexos (Tablas – 67), Pág. XXIII)**

Finalmente se realizó un perfil estratigráfico para detallar los tipos de suelos y su profundidad, en base al trabajo de campo y los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio. **(Ver Anexos** (**Gráficos – 16 -19), Págs. XXIV - XXV).**

3. 3 Análisis de los Resultados.

En base a lo descrito anteriormente, podemos concluir que predominan los suelos **A– 2– 5, A– 2– 7 y A– 7– 5**. Son suelos de baja resistencia con límites líquidos e índices de plasticidad altos, según su clasificación y características físico mecánicas.

3. 3.1 Ensayos de Bancos.

Se tomaron 2 de los bancos de material más cercano a la zona, bancos de préstamo material selecto. Los Bancos son de uso conocido en la zona y se encuentran en explotación, por lo que presentan cortes. En la siguiente tabla se plasma nombre y ubicación.

Tabla – 18: Bancos de Préstamo.

N°	NOMBRE	DUEÑO	UBICACIÓN
#1	LOS JOBOS.	VIRGILIO NAVARRO	ESTACIÓN, 1+900, 30 METROS AL OESTE.
#2	LA QUIATILLA.	JUAN BACILIO CASTILLO	DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS ,2KM AL SURESTE.

Fuente: Elaboración Propia.

El volumen explotable aproximado de los Bancos, es el siguiente:

3. 3. 2 Banco de Préstamo N – 1 Los Jobos.

Las dimensiones aproximadas (largo x alto x ancho) del Banco, son de 150x20x60 m, para un Vol.± de 180,000 m³. El material de descapote de la roca en las catas 1 y 2, tiene un descapote de 0.7 m de espesor.

3. 3. 3 Banco de Préstamo N – 2 Quiatilla.

Las dimensiones aproximadas (largo x alto x ancho) del Banco, son de 64x10.5x32 m, para un Vol.± de 21,000 m³. El descapote tiene un espesor de 0.85 m.

Los materiales obtenidos de los Bancos de Préstamo, de acuerdo con la exploración realizada y a los ensayos de laboratorio efectuados, presentan de manera resumida las siguientes características:

Tabla – 19: Características de los Banco de materiales.

BANCO DE PRESTAMO No.	#1	#2	CLASIFICACIÓN	#1 JOBOS	#2 QUIATTILLA
NOMBRE DEL BANCO:	LOS JOBOS	QUIATILLA	CLASIFICACION H.R.B:	A-1-a(0)	A-2-6(0)
ENSAYE No.:	1	2	% CBR:	al 90% 40	al 90% 36
SONDEO No.:	1	1		al 95% 74	al 95% 52
PROFUNDIDAD (m):	0.00 - 4.00	0.00 -2.00		al 100% 93	al 100% 74
TAMIZ No.	% QUE PASA EL TAMIZ		ENSAYES ADICIONALES		
			P.V.S.S. kg/m3:	1,918	1,070
3"	100	100	Densidad Seca kg/m3:	2,189	1,421
2"	98	98	Humedad Óptima (%)	7.6	18.5
1 ½"	95	88	Proctor:	modificado	modificado
1"	68	76	Uso Recomendado según la NIC-2000		
½"	61	72	Uso Probable:	Base/subbase	subbase
¾"	56	64	Observaciones:		
3/8"	37	60			
No. 4	33	57			
No. 10	11	46	L.L. = Límite Líquido		
No. 40	6	28	I.P. = Índice de Plasticidad		
No. 200	4	15	PVSS = Peso Volumétrico Seco Suelto		
LL %	-	38	PVSC = Peso Volumétrico Seco Compacto		
IP %	NP	16			

Fuente: Emcose- IDISA.

3. 3. 4 Clasificación y descripción del Banco de préstamo N – 1.

En el banco de préstamo Los Jobos, el material se describe como una Grava fina a gruesa. Según la AASHTO su clasificación general es un material excelente a bueno se encuentra entre la clasificación de suelos Granulares con fragmentos de piedra, grava y arena **A-1-a** con índice de grupo "cero", una humedad óptima de 7.6%, su densidad seca es de 2,189 Kg/m3, y con un Proctor Modificado al 95% de 74%. Sus partículas pasan 33% el tamiz N° 4, 11% el tamiz N° 10, 6% el tamiz N° 40 y 4% el tamiz N° 200. **(Ver Anexos (Tablas – 72-75), Pág. XXIII - XXXI)**

3. 3. 5 Clasificación y descripción del Banco de préstamo N – 2.

En el banco de préstamo La Quiatilla, el material se describe como una arena fina a gruesa, Según la AASHTO su clasificación general es un material regular a pobre este se encuentra entre los suelos con fragmentos grava y arena arcillosa **A-2-6** con índice de grupo "cero", una humedad óptima de 18.5%, su densidad seca es de 1, 421Kg/m3 y con un Proctor Modificado al 95% de 52%. Sus partículas pasan 57% el tamiz N° 4, 46% el tamiz N° 10, 28% el tamiz N° 40 y 15% el tamiz N° 200.

3. 3. 6 Análisis de Bancos de préstamos.

El material de la **base** debe de cumplir con los requisitos propuestos por las normas NIC 2000:

Tabla – 20: Especificaciones de materiales para base granular.

N°	Propiedad	Especificación	Metodología
1	Límite Líquido	25% máx.	AASHTO-89
2	Índice Plástico	6% máx.	AASHTO-90
3	**CBR**	**80% min.**	**AASHTO-193**
4	Desgaste de los Ángeles	50% máx.	AASHTO-96
5	Intemperismo Acelerado	12% máx.	AASHTO-104
6	Compactación	95% min del peso volumétrico seco máx. Obtenido por medio de la prueba proctor modificado (AASHTO-180)	AASHTO-191 Y/O T-238 (In Situ)

Fuente: Especificaciones NIC-2000 Sección 1003. 09 (a y b), 1003. 23. II (b).

De acuerdo con la **tabla-20** ninguno de los bancos de préstamos se puede utilizar como fuente de material para la capa base, debido a que su CBR es menor a 80%, que es el mínimo permitido por la Nic 2000.

El material de **sub-base** deberá ser seleccionado y tener mayor valor de soporte (C.B.R) que el material de sub-rasante y su espesor será variable según las condiciones y debe de cumplir con los requisitos propuestos por las normas NIC. 2000:

Tabla – 21: Especificaciones de materiales para Sub-base granular.

N°	Propiedad	Especificación	Metodología
1	Límite Líquido	25% máx.	AASHTO-89
2	Índice Plástico	6% máx.	AASHTO-90
3	**CBR**	**40% min.**	**AASHTO-193**
4	Desgaste de los Ángeles	50% máx.	AASHTO-96
5	Intemperismo Acelerado	12% máx.	AASHTO-104
6	Compactación	95% min del peso volumétrico seco máx. Obtenido por medio de la prueba proctor modificado (AASHTO-180)	AASHTO-191 Y/O T-238 (In Situ)

Fuente: Especificaciones NIC-2000 Sección 1003. 09 (a y b), 1003. 23. II (b).

De acuerdo con la **tabla-21** los dos bancos de préstamos se pueden utilizar como fuente de material para la capa sub-base, debido a que su CBR es mayor a 40%, que es el mínimo permitido por la Nic 2000.

Es necesario ver si los bancos se ajustan a las condiciones mínimas granulometría y resistencia (CBR), establecidas en la sección II del Artículo– 1003.23 de la NIC– 2000, en donde se plantean los requisitos que debe cumplir un material utilizado como base granular, después de colocado y compactado. **(Ver Anexos (Tablas – 68 - 71), Pág. XXVI - XXVII)**

3. 3. 7 CBR de Diseño.

Es necesario recordar que el Ensayo CBR (California Bearing Ratio): mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) en suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.

Además se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y sub-rasantes bajo el pavimento de carreteras, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como “Relación de soporte” y esta normado con el número ASTM D 1883-73 y en la AASHTO con el número T-193.

La Sub– rasante es la capa de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no sea afectada por las cargas de diseño que corresponde al tránsito previsto. En nuestro caso se tomó una profundidad sub-rasante de 0.30 metros para el diseño del CBR.

En nuestro caso obtuvimos un CBR 74%, con respecto al banco de material los Jobos, de acuerdo con el análisis efectuado, este cumple con las especificaciones técnicas en el caso de la sub -base en una estructura de pavimento articulado. En la siguiente tabla se presentan las especificaciones para sub rasante.

Tabla – 22: Especificaciones para terraplenes y materiales para sub– rasante.

N°	Propiedad	Terraplenes	Capa Sub-rasante	Metodología
1	% de malla N° 200	40 % Max	30 % Max	AASHTO-11
2	Limite Liquido	40 % Max	30 % Max	AASHTO-89
3	Índice Plástico	15 % Max	10 % Max	AASHTO-90
4	**CBR**	**10 % Min**	**20 % Max**	**AASHTO-193**
5	Compactación	95 %Min Del peso volumétrico seco Max obtenido por medio de la prueba Proctor modificado (AASHTO-99)	95 %Min Del peso volumétrico seco Max obtenido por medio de la prueba Proctor modificado (AASHTO-T-180)	AASHTO T-191 y/0 T 238 (in situ)

Fuente: Especificaciones generales NIC– 2000.

Aplicando el criterio expuesto por el Instituto del Asfalto para la determinación del valor del CBR de Diseño, el cual recomienda tomar un valor adecuado ya sea de 60%, 75% o el 87.5%, de los valores individuales obtenidos sean iguales o mayores que él de acuerdo con el tránsito que se espera que circule por el pavimento, como se muestra en la **Tabla 23, pág. 39.**

Tabla – 23: Criterio del Instituto de Asfalto para determinar CBR de Diseño.

Cargas Equivalentes Totales (ESAL's)	Percentil de Diseño (%)
< de 10,000 ESAL's	60
Entre 10,000 y 1,000,000 ESAL's	75
> de 1,000,000 ESAL's	87.5

Fuente: Instituto de Asfalto. (MS-1) 1,991.

Para nuestro diseño se eligió el percentil de Diseño 75% ya que las el tránsito w18 de diseño es: de **690,469.00** ESAL´s como se presenta el capítulo de tránsito.

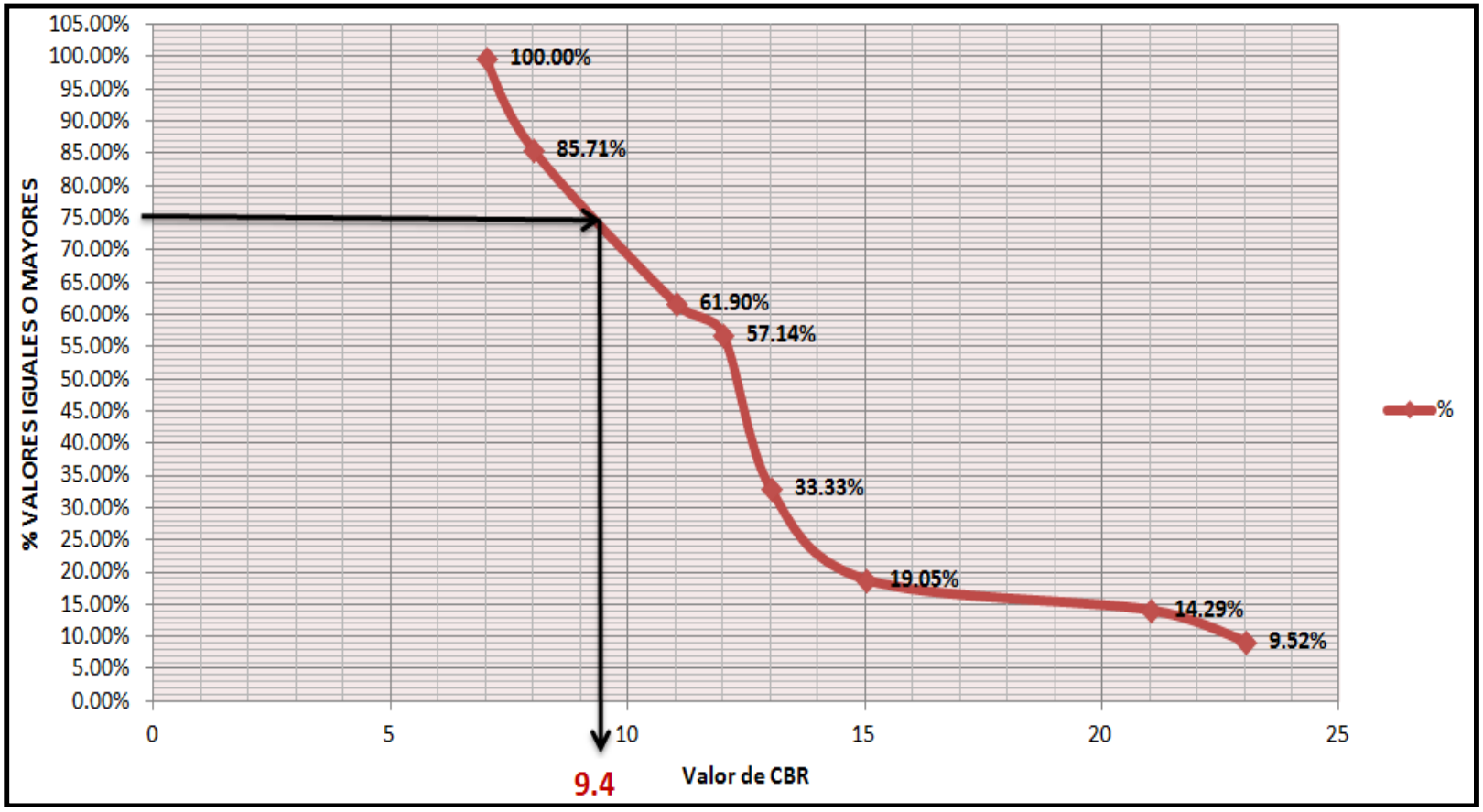
En la siguiente **tabla – 24** se muestra el cálculo del CBR de la sub– rasante

Tabla – 24: Cálculo del percentiles.

Clasificación AASHTO	CBR	Frecuencia	Cantidad de valores iguales o mayores	%
A-7-5	**7**	3	**21**	**100.00%**
A-7-5	**8**	5	18	85.71%
A-2-7	**11**	1	13	61.90%
A-2-7	**12**	5	12	57.14%
A-2-7	**13**	3	7	33.33%
A-2-5	**15**	1	4	19.05%
A-2-5	**21**	1	3	14.29%
A-2-5	**23**	2	2	9.52%
Total de Muestras de CBR= 21				

Fuente: Sustentantes.

Gráfico– 9: Cálculo del CBR de Diseño.



Fuente: Sustentantes.

Se puede demostrar en el gráfico el resultado del CBR de diseño para la sub– rasante fue de **9.4%.** Se asume que este porcentaje se establece como una muestra representativa de los valores de CBR encontrados en los sondeos de línea.

3. 3. 8 Estabilización con cemento del material de Bancos préstamos.

Como fuente de material para **Sub-base** se escogió el banco de préstamo Los Jobos, en vista de que es el único que se encuentra cerca del tramo y debido a que su resistencia (CBR), se ajusta a las normas mínimas establecidas según las Nic-2000 para ser utilizado como Subbase no se considera estabilizar para esta capa.

Se escogió el Banco Los Jobos para capa **Base**, debido a que este no cumple con el requerimiento mínimo de resistencia (CBR), para ser utilizado como base se consideró estabilizar su material con cemento, siendo que esta alternativa ha representado una experiencia con buenos resultados en los proyectos viales del país. Estabilización con Cemento Portland. **(Ver Anexos (Tabla – 76), Pág. XXXII)**

El material que contiene dicho banco deberá cumplir con las especificaciones para materiales naturales estabilizadas con cemento de la norma Nic-2000 sección 1003.23.

Criterios para el diseño de mezclas:
Los ensayes determinan tres factores fundamentales para los suelos tratados con cemento:

1.- La cantidad de cemento necesario para endurecer adecuadamente al suelo.
2.- la cantidad de agua que se deberá agregar.
3.- el peso específico a que deberá compactarse el suelo-cemento.

Se procedió a realizar la conversión de los datos obtenidos brindados por la empresa Emcose-Estelí sabiendo que después del tratamiento, el material deberá tener una resistencia última a la compresión, de por lo menos 1800 KN/m2, que equivale a 21 Kg/cm2 o más bien 270 psi medida después de 7 días **(Ver Tabla – 25, pág. 42)**

Tabla – 25: Resultado de Base Estabilizada.

Base Estabilizada con Cemento.					
Nº del Banco	Nombre del Dueño del Banco	Resistencia a la Comprensión (7 días) Kg/cm2			
		% de Cemento			
		4%		5%	
1	LOS JOBOS	14.40 kg/cm^2		24.10 kg/cm^2	
Nº Del Banco	Nombre del Dueño del Banco	No. Muestra	Cantidades de Cemento expresadas en:		P VSS Kg/m3
			%	Bolsas/m3	
1	LOS JOBOS	1	5	2.26	1,918 Kg/m^3
Observaciones: PVSS=Peso Volumétrico Seco Suelto, Kg/m3					

Fuente: Emcose.

Se procedió a realizar la conversión para el valor de **24.10 kg/cm²:**

$$\frac{24.10\ \text{kg}}{1\text{cm}^2} \text{X} \frac{2.205\ \text{lb}}{1\text{kg}} \text{X} \frac{6.4516\ \text{cm}^2}{\text{pulg}^2} = 342.84\ \text{lb/pulg}^2 \qquad \textbf{Ec – } \textit{10.}$$

Quedando una resistencia ultima a la compresión del valor de **342.84 lb/pulg2** correspondiente a la base estabilizada resistencia ultima al a compresión medidas después de 7 días.

En resumen, en la **tabla – 26** se muestra el material del banco escogido para cada capa.

Tabla – 26: Banco de material a utilizar.

Banco de Diseño	Capa		
Jobos	Para Base	Estabilizado con cemento y compactado al 95%	**(Ver Anexo (Imagen–14), Pág. XXVIII)**
Jobos	Para Sub-base	Compactado al 95%	

Fuente: Elaboración Propia.

Capítulo IV
Diseño De Pavimento

4. 1 Generalidades.

En este capítulo se presenta el Diseño de una estructura de pavimento articulado (adoquinado) por el método de la AASHTO 93 que es uno de los métodos que más se emplea en Centroamérica para el diseño de estructuras de pavimento; este método también es aplicable en el diseño de carreteras cuya superficie de rodadura está constituida por pavimento asfaltico.

4. 2 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO AASHTO– 93.

Para el Diseño de la Estructura de Pavimento articulado se deben de tener en cuenta las siguientes variables:

4. 2. 1 Confiabilidad (R).

Función de la Confiabilidad del diseño o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.
Es un factor de seguridad que se emplea en el diseño de un pavimento, depende de diversos factores, entre ellos la calidad del estudio de tránsito realizado, la calidad de los materiales, calidad de los estudios de muestreos de suelos y calidad del trabajo de construcción, lo que nos guiará a clasificar de manera funcional la carretera y a la vez el nivel de confiabilidad que presentará esta vía.

Tabla – 27: niveles de confiabilidad.

Clasificacion de la via.	Niveles Recomendados Confiabilidad (R)	
	Zona Urbana	Zona Rural
Autopistas	85-99.9	80-99.9
Troncal	80-99	75-95
Locales	80-95	75-95
Ramal y via agricola	50-80	**50-80**

Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.

Se recomiendan un valor de confiabilidad de **R=80%.**

4. 2. 2 Desviación Estándar (So).

Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

Tabla – 28: Desviación Estándar.

Condiciones de Diseño	Desvío Estándar
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35 (Pavimentos Rígidos)
	0.45 (Pavimentos Articulado)
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.39 (Pavimentos Rígidos)
	0.49 (Pavimentos Flexibles

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

4. 2. 3 Coeficiente de Drenaje (m).

El drenaje, es un factor determinante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil, y por lo tanto lo es también en el diseño del mismo, los coeficientes se muestran en la tabla.

Tabla – 29: Coeficientes de Drenaje.

Calidad de drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	> 1%	1 – 5 %	5 – 25%	< 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1-25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	**1.00**
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.70	0.40

Fuente Manual AASHTO– 93 Design Requirements.

En este caso se considera un **m=1.00,** dado que se asume una buena capacidad para drenar el agua de la vía en cada una de las capas que conforman el pavimento.

4. 2. 4 Cálculo del CBR de diseño.

El ensayo de CBR mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, además se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y sub– rasantes bajo el pavimento de carreteras, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como "Relación de soporte" y esta normado con el número ASTM D 1883– 73 y en la AASHTO con el número T– 193.

Se realizó el cálculo del CBR de diseño, los que se realizaron en el capítulo III dando como resultado: para la sub– rasante de **9.4%** este se obtuvo con un percentil de **75%.**

4. 2. 5 Módulo de Resilencia (MR).

La base para la caracterización de los materiales de sub– rasante en este método es el Módulo Resiliente, el cual es una medida de la propiedad elástica de los suelos y se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición, por lo tanto se han establecido correlaciones para calcularlo a partir de otros ensayos, como el CBR.Tomando en cuenta el valor del CBR, utilizaremos la siguiente ecuación para calcular el Módulo de Resiliencia de la Sub– rasante:

Tabla – 30: Valores de CBR.

Valor de CBR	Consideración	
CBR < 10 %	$MR = 1,500 * CBR$	**Ec–*11.***
CBR > 10%	$MR = 4,326 * Ln(CBR) + 241$	**Ec–*12.***

Fuente: Manual de diseño de Pavimentos AASHTO 1993.

En este caso como se obtuvo un CBR de diseño para la sub rasante de 9.4%, utilizaremos el primer criterio para calcular el módulo resiliente de la sub rasante, por tanto:

$$\boldsymbol{MR = 1,500 * CBR}$$

$$\boldsymbol{MR} = 1{,}500 \ * \ 9.4$$

$$\boldsymbol{MR} = 14{,}100 \ Psi$$

El módulo resiliente de la sub rasante es: **MR= 14, 100 Psi**

4. 2. 6 Coeficientes de capa.

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (an), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales SN. Estos están representados con la siguiente simbología:

a_1: Para la carpeta de rodamiento

a_2: Para la base granular

a_3: Para la sub– base.

4. 2. 7 Coeficientes Estructural a1.

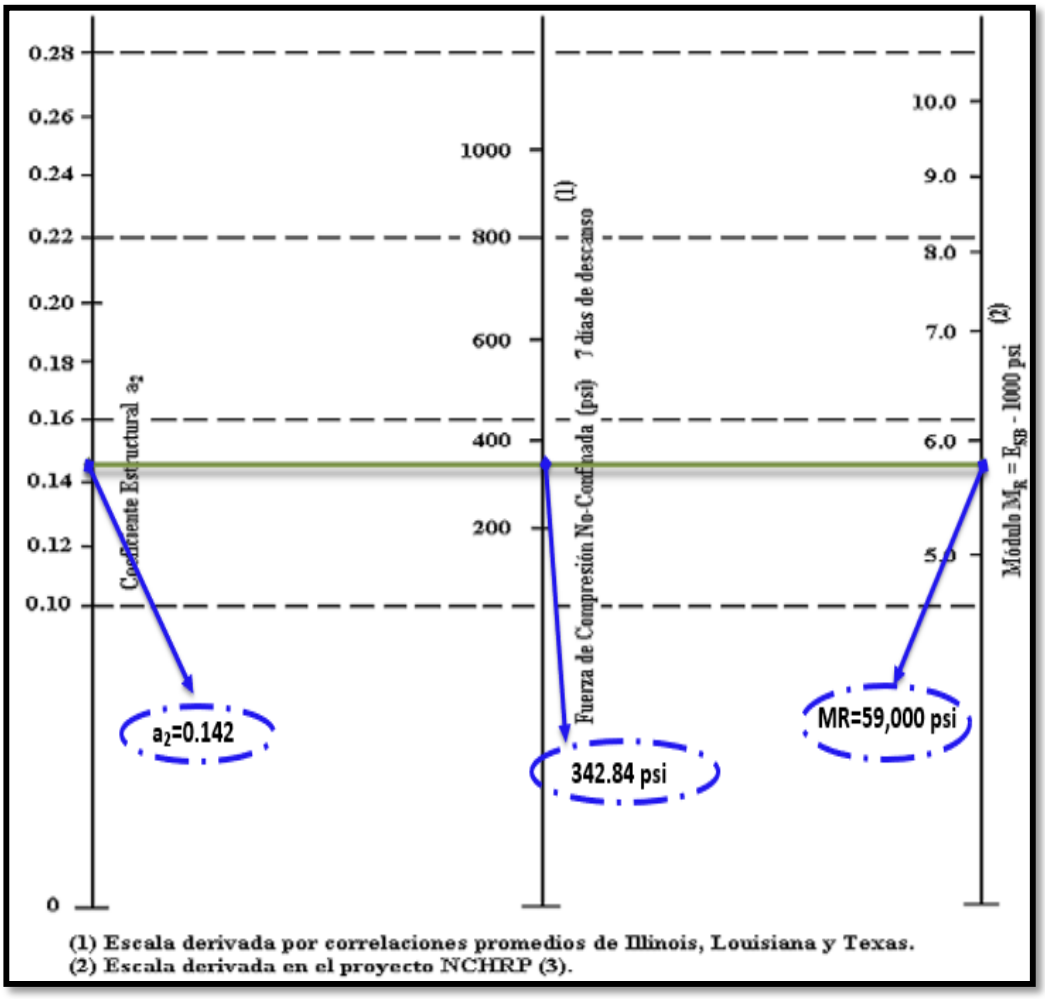
Se considera el coeficiente de a1 = 0.45 cuando se utiliza adoquín como carpeta de rodamiento, valor tomado del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, Capítulo 7, Diseño de espesores con adoquín, Método AASHTO, página 107.

4. 2. 8 Coeficientes Estructural a_2.

La determinación del coeficiente estructural a_2 se realizó en base a la aplicación del nomograma para base granular mejorada con cemento proporcionado por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993 Pág. 3-36).

El valor de Resistencia a Compresión usado para la determinación del coeficiente estructural **a_2** es igual a **342.84 lb/pulg2** que corresponde al Banco de Préstamo #1(Los Jobos), de acuerdo a la línea trazada en el nomograma se obtuvo en la escala izquierda un coeficiente estructural de **a_2 = 0.142** y en la escala derecha un módulo resiliente para base granular de **Mr = 59,000 psi.**

Gráfico– 10: Ábaco de Diseño AASHTO –93, para calculo de a_2, para base estabilizada.



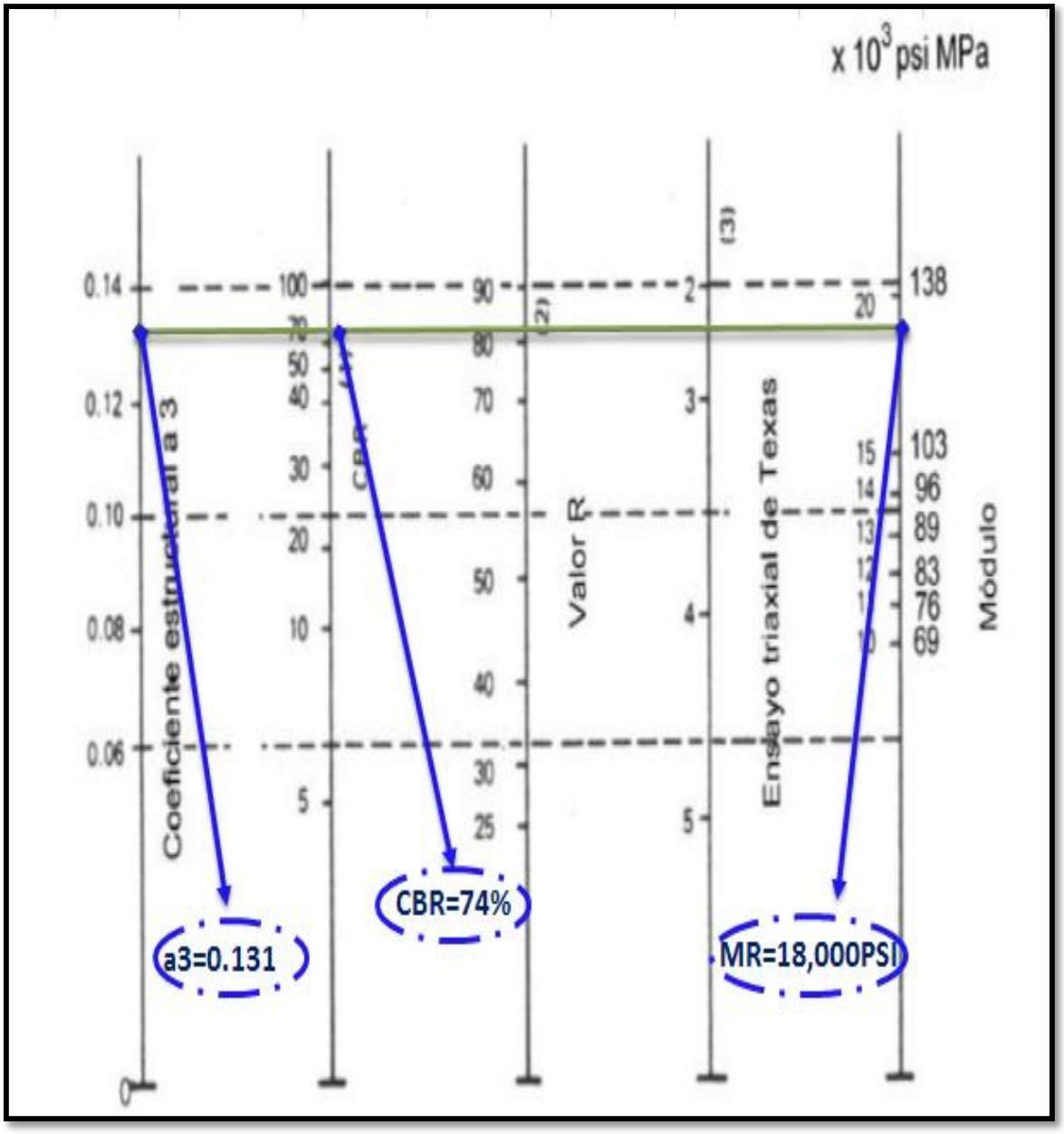
Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

4.2. 9 Coeficientes Estructural a_3.

La determinación del coeficiente estructural a_3 se realizó en base a la aplicación del nomograma para Sub-base granular no tratada proporcionado por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993 Pág. 3-34).

El valor de CBR usado para la determinación del coeficiente estructural **a_3** es igual a **74%** que corresponde al Banco de Préstamo #1(Los Jobos), de acuerdo a la línea trazada en el nomograma se obtuvo en la escala izquierda un coeficiente estructural de **a_3 = 0.131** y en la escala derecha un módulo resiliente para Sub-base granular de **Mr = 18,000 PSI.**

Gráfico– 11: Ábaco de Diseño AASHTO –93, para calculo de a_3.



Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

4. 2. 10 Número Estructural.

También conocido como valor de soporte de suelo, es un número asignado para poder representar la capacidad de soporte de un pavimento. Este número indica la cantidad de espesores o capas que requiere un pavimento para soportar las cargas a las que será sometido durante su vida útil.

Para cada capa se consideran coeficientes relativos que dependen del material que las conforman, por lo tanto, podemos decir que el pavimento tendrá mayor capacidad de soporte mientras mayor sea el número estructural y viceversa.

El número estructural (SN) se puede expresar por medio de la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 \qquad \textbf{Ec–}\textit{13.}$$

Dónde:

D_1= espesores del Adoquín (pulgadas).

D_2 = espesores de la capa base en (pulgadas).

D_3= espesores de la capas sub– base (pulgadas).

a_1= coeficiente estructural de capa Adoquín, dependiente de su módulo

a_2 = coeficiente estructural de capa Base, dependiente de su módulo

a_3= coeficiente estructural de capa Sub-base, dependiente de su módulo

m_1, m_2, m_3= coeficientes de drenaje para capas no estabilizadas, dependiente del tiempo requerido para drenar y del tiempo en que la humedad se encuentre en niveles cercanos a la saturación.

La determinación de este valor también se puede encontrar haciendo uso de ábacos, la única diferencia radica en la precisión. Siendo el nomograma más rápido pero de poca precisión.

4. 2. 11 Calculo de Espesores (D_1).

El espesor D1 para nuestro caso está definido, debido que utilizará adoquín como carpeta de rodamiento, por lo tanto, D1= 4 pulgadas y Coeficiente de capa (a_1) para adoquín ya está dado, es de 0.45.

Se calcula el número correspondiente a la capa de la siguiente forma:

$$\mathbf{SN_1^*} = \mathrm{a1} * \mathrm{D1} * \mathrm{m1} \qquad \textit{Ec–14}.$$

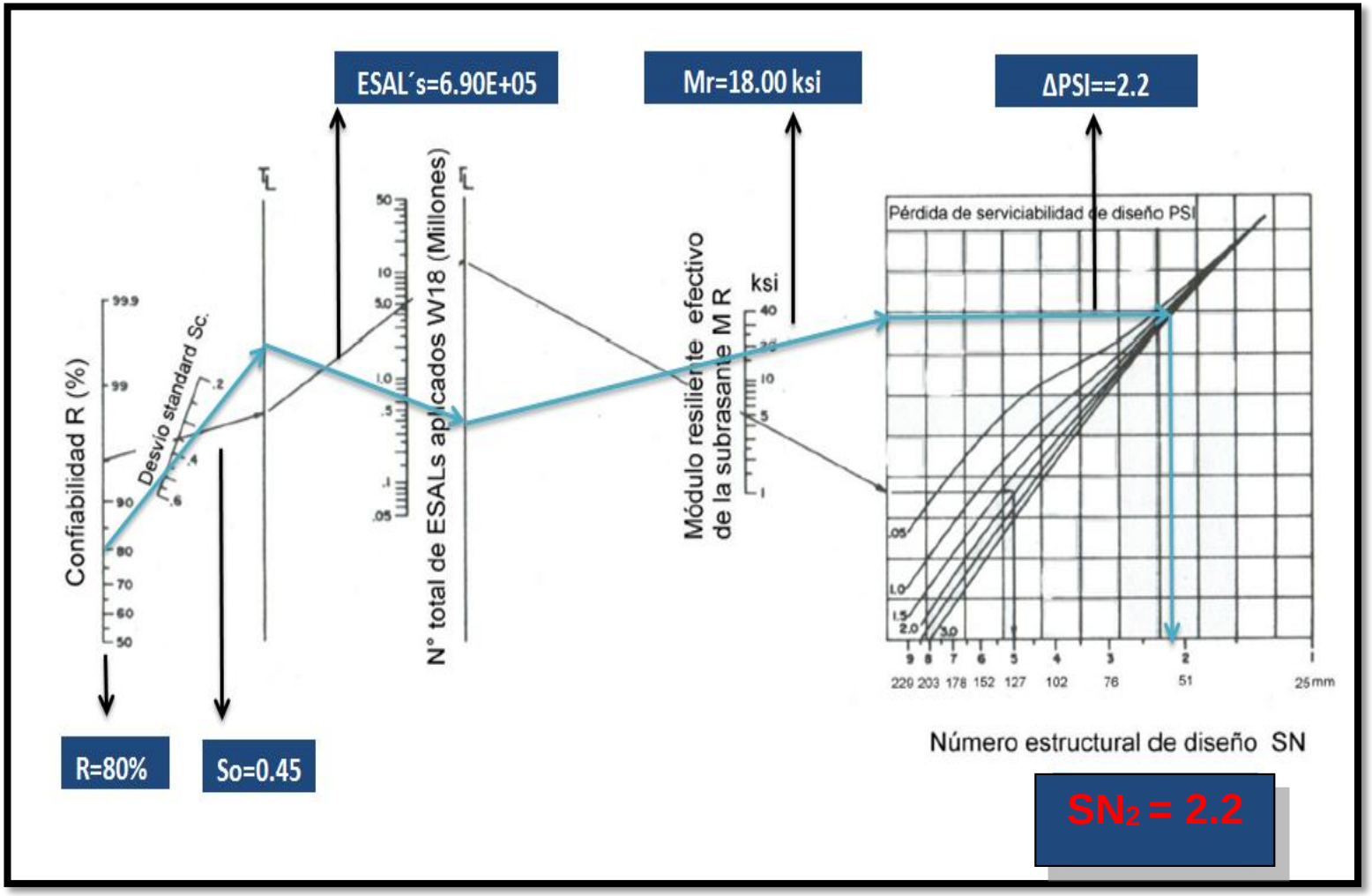
$$\mathbf{SN_1^*} = (\mathbf{0.45}) * (\mathbf{4.00}) * (\mathbf{1.00})$$

$$\mathbf{SN_1^* = 1.8}$$

4. 2. 12 Cálculo del espesor de la base (D_2).

Para el cálculo del espesor D_2 es necesario conocer **SN_2**, para eso se utilizó el Ábaco establecido por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993 Pág. 3-40), obteniendo un **SN_2** de **2.2. (Ver Gráfico – 12, Pág. 51).**

Gráfico – 12: Ábaco de Diseño AASHTO, para el Cálculo de SN_2.



Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93 Pág. 3-40.

Teniendo en cuenta que ya se conoce el valor de SN_1, entonces el valor del espesor de la base se obtiene de la siguiente manera:

$D_2 = (SN_2 - SN_1) / (a_2 * m_2)$ **Ec–*15.***

$D_2 =$ (2.2– 1.8) / (0.142*1.00)

$D_2 =$ 2.817 pulgadas **No Cumple Espesor Mínimo!**

Utilizamos el espesor mínimo que es **6** pulgadas según el manual de diseño de pavimento, para un **ESAL´S** de **690,469.**

Tabla – 31: Espesores mínimos sugeridos por capa.

Numero de ESAL´s	Espesor mínimo (pulgadas)	
	Concreto Asfaltico	Base Granular
Menos de 50,000	1	4
50,000 - 150,000	2	4
150,000 - 500,000	2.6	4
500,000 - 2,000,000	**3**	**6**
2,000,000 - 7,000,000	3.6	6
Más de 7,000,000	4	6

Fuente: Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 1993, pág. 3-46

Se corrige el número estructural.

$$SN_2^* = a2 * D2 * m2 \qquad \textit{Ec–16.}$$

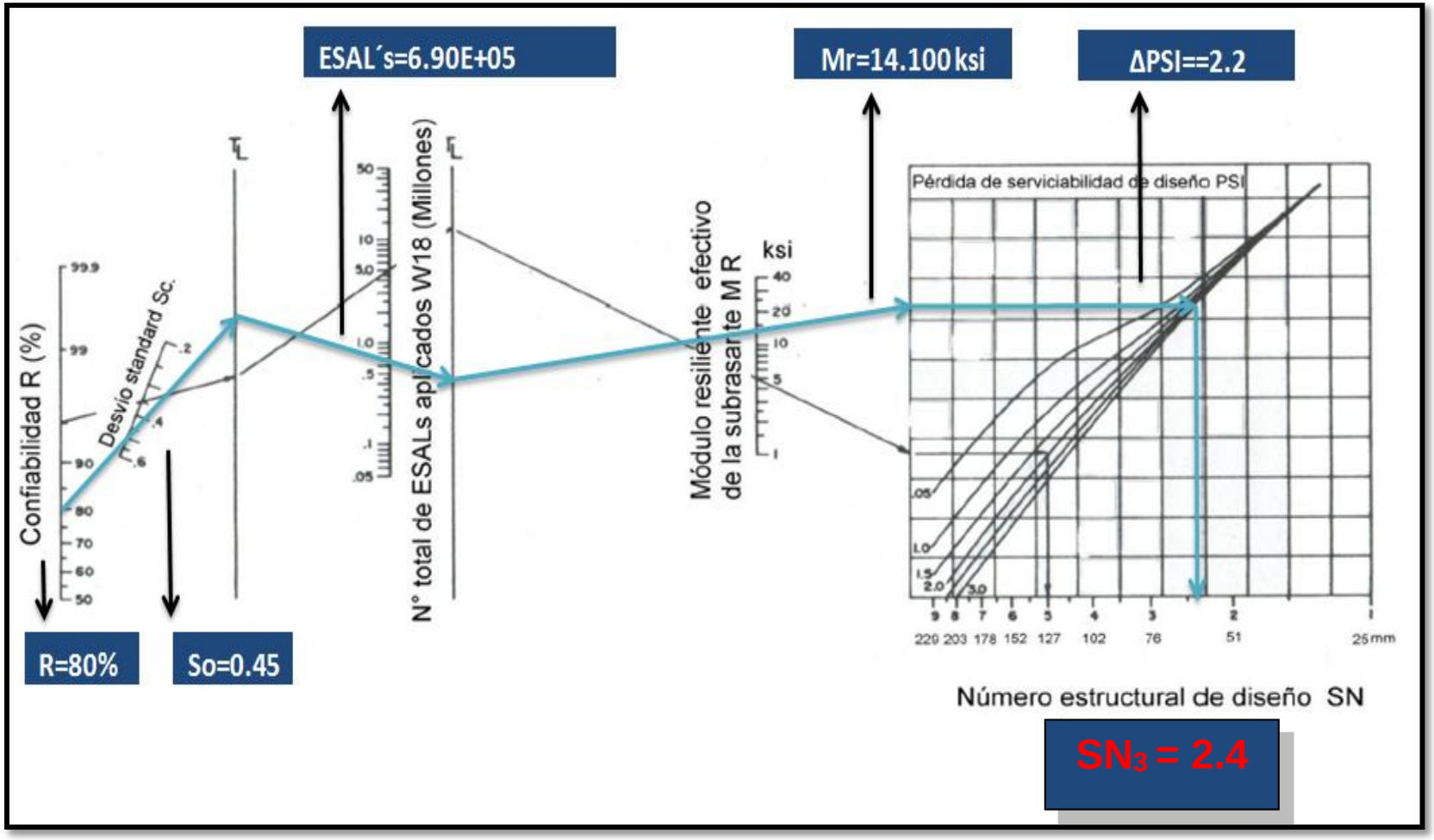
$$SN_2^* = (0.142) * (6.00) * (1.00)$$

$$SN_2^* = 0.852$$

4. 2. 13 Cálculo del espesor de la base (D_3).

Para el cálculo del espesor D_3 es necesario conocer **$SN_{requerido}$**, para eso se utilizó el Ábaco establecido por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993 Pág. 3-40), obteniendo un **SN_3** de **2.4 (Ver Gráfico–13, Pág.53).**

Gráfico – 13: Ábaco de Diseño AASHTO, para el Cálculo de $SN_{requerido}$.



Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93 Pág. 3-40.

Teniendo en cuenta que el valor de **SN_3** resultante fue de **2.4**, entonces el valor del espesor de la Sub-base se obtiene de la siguiente manera:

$$\mathbf{D_3} = \frac{SN_3 - (SN_2^* + SN_1^*)}{a_3 * m_3} \qquad \textit{Ec–17.}$$

$$\mathbf{D_3} = \frac{2.4 - (0.852 + 1.8)}{0.131 * 1.00}$$

$$\mathbf{D_3 = -1.92\ pulg.}$$

Los criterios de la AASHTO 93, indican que si el resultado del espesor para la sub-base posee un valor negativo, este no necesita dicha capa.

4. 2. 14 Comprobación.

$$SN_2^* + SN_1^* \geq \text{SN Requerido} \qquad \textit{Ec–18.}$$

$$1.8 + 0.852 \geq 2.4$$

$$2.65 \geq 2.4 \quad \textbf{O.K CUMPLE!}$$

4. 2. 15 Resultados.

6.00 pulgadas es el espesor que se requiere para que D_2 (Base), resista los esfuerzos que le trasmitirá la carpeta de adoquín, comprobando este espesor de acuerdo a la tabla de espesores mínimos resulta que para el ESAL's de diseño de 690,469.00 el espesor mínimo de la base granular es 6 pulgadas.

En base al análisis y a los resultados obtenidos, la estructura de pavimento del tramo Empalme los Jobos - Comunidad La Estanzuela, en el cual se utilizará adoquín como carpeta de rodamiento, para todo el tramo en estudio, los espesores son los siguientes:

Tabla – 32: Espesores de Diseño.

Capa	Espesor		Espesor Total Requerido	
	pulgadas	centímetros	Pulgadas	Centímetros
carpeta de rodamiento (Adoquín)	4”	10	10	25
Capa de Arena	2”	5		
Base granular	6”	15		

Fuente: Elaboración propia.

NOTA 1: el espesor de 5 centímetros de arena no es tomado en cuenta en la suma total del espesor requerido, dado que se considera que el lecho de arena no tiene ningún aporte estructural. Sin embargo, esta tiene tres funciones:

1) De soporte para los adoquines.
2) Amarre entre adoquines.
3) Como filtro para el agua que logre penetrar entre las juntas.

La arena que se utiliza para cama debe estar libre de materias orgánicas, contaminantes y no poseer más de 3% en peso de limos y arcillas. La granulometría de la cama arena debe ajustarse a los límites indicados en el cuadro siguiente:

Tabla – 33: Granulometrías para la cama de arena de asiento.

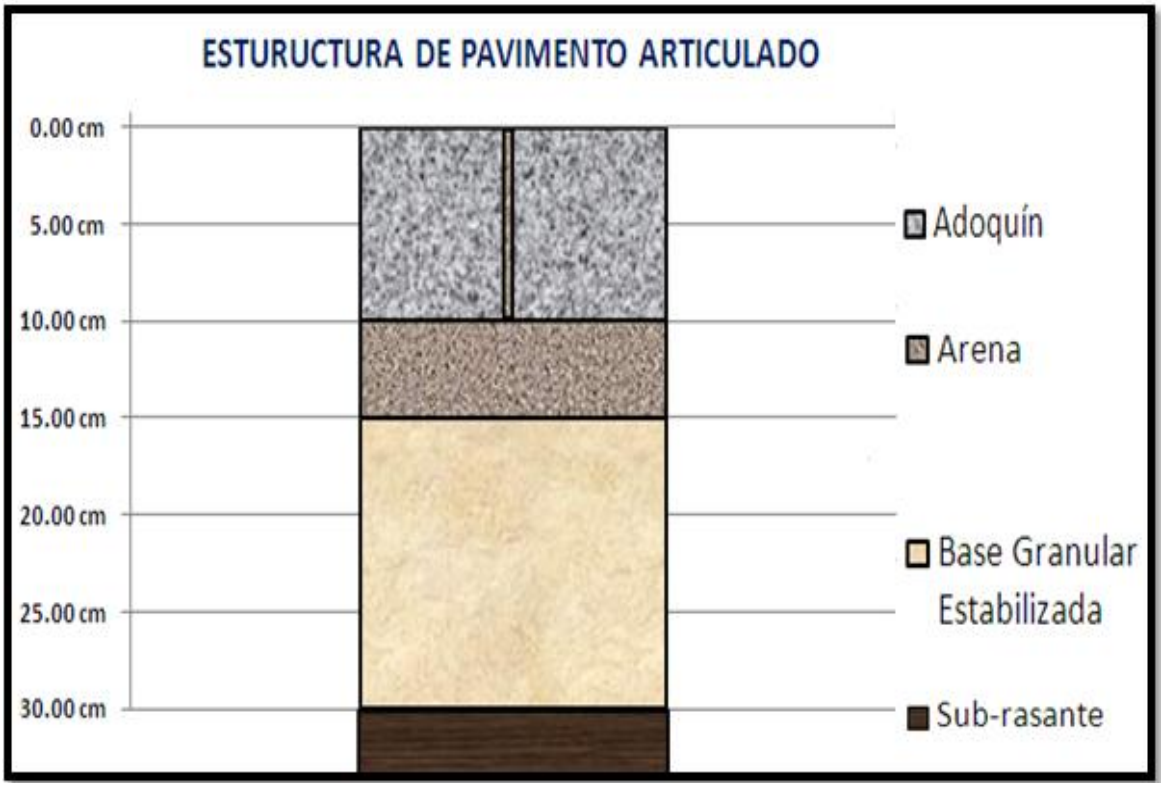
TAMIZ ASTM	Arena para Cama % que pasa, en peso
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (No.4)	90-100
2,36 mm (No.8)	75-100
1,18 mm (No.16)	50-95
600 µm (No.30)	25-60
300 µm (No. 50)	10-30
150 µm (No. 100)	0-15
75 µm (No. 200)	0-3

Fuente: Guía de Instalación de Adoquines-2014.

NOTA 2: En cuanto sea posible, el contenido de finos (fracción que pasa el tamiz No. 200 que equivale a 75 µm debe ser cero y, todavía mejor, si el contenido de la fracción que pasa el tamiz 150 µm se ajusta a esa misma cifra.

A continuación, se presenta los resultados del paquete estructural diseñado:

Imagen – 2: Espesores de Diseño.



Fuente: Elaboración propia.

4. 3 Uso del programa WinPAS.

Grado de Confiabilidad ……..……R=80%

Desviación Estándar……So=0.45

Capacidad de Servicio Inicial ……..……..…….. Po=4.2

Capacidad de Servicio Final…….. Pt=2.0

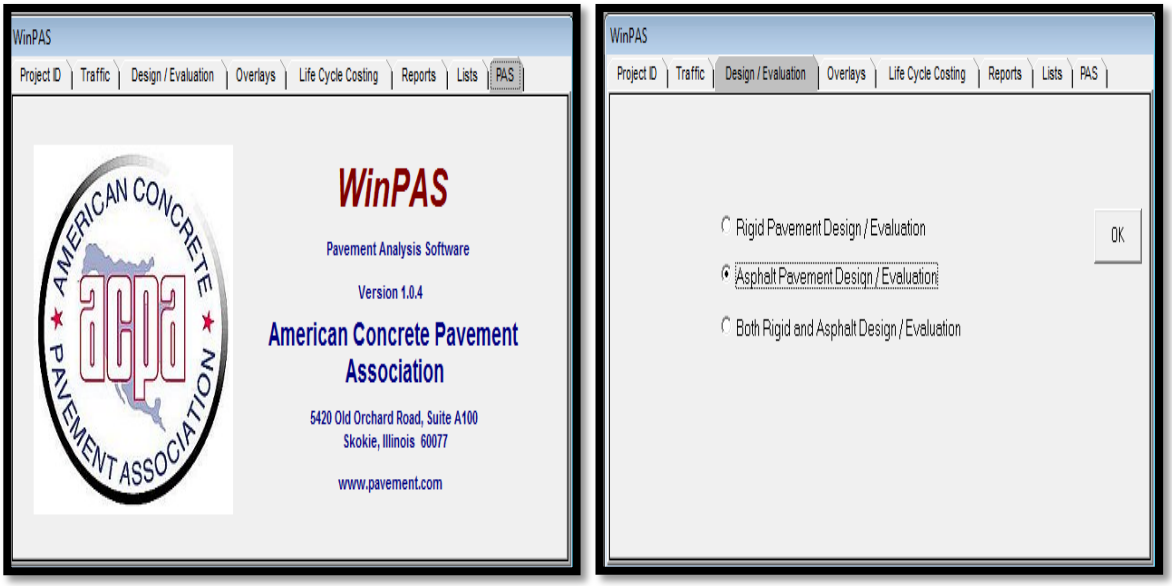
Número de Ejes Equivalentes……..ESAL's o W18= 690,469.00

C.B.R. de Diseño…….... Sub Rasante= 9.4%

Módulo Resiliente Sub-rasante……MR=14,100 Psi

4. 3. 1 Software de Diseño WinPAS

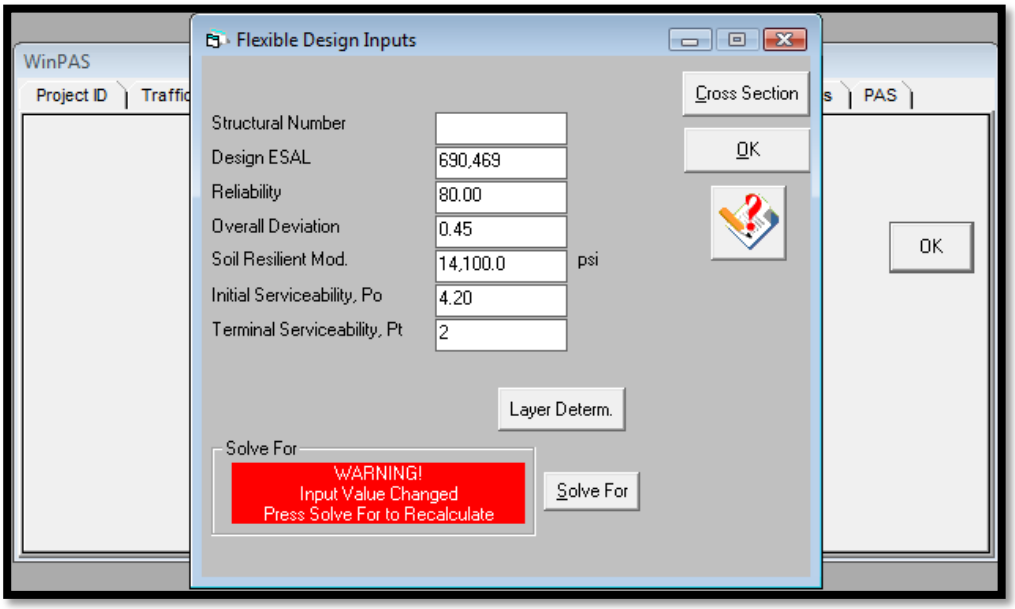
Imagen – 3: Interfaz del programa.



Fuente*: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4)*

Aquí se puede observar la interfaz del programa y la elección que se hace para el caso de nuestro diseño es pavimento articulado que es la segunda opción.

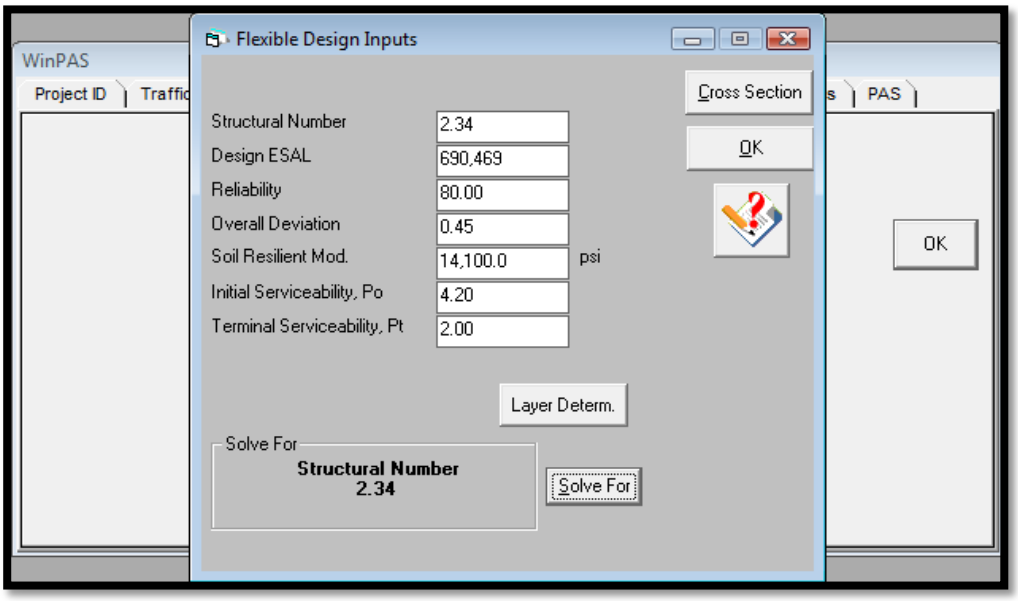
Imagen – 4: Datos de Entrada.



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4)

Aquí se observan los datos de entrada que requiere el software de los cuales el que se deja en blanco el número estructural "SN" ya que este será calculado por el programa al dar clic en Solve For.

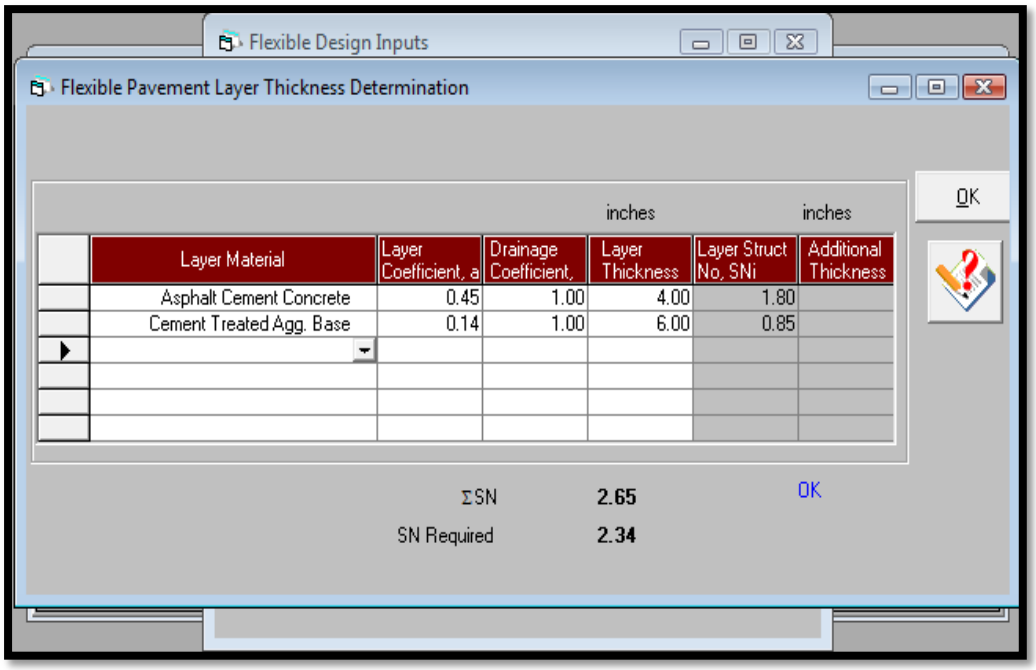
Imagen – 5: Número Estructural obtenido.



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4)

Numero estructural **"SN"** calculado por WINPAS, es equivalente a **2.34**.

Imagen – 6: Determinación del SN de Diseño.



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4)

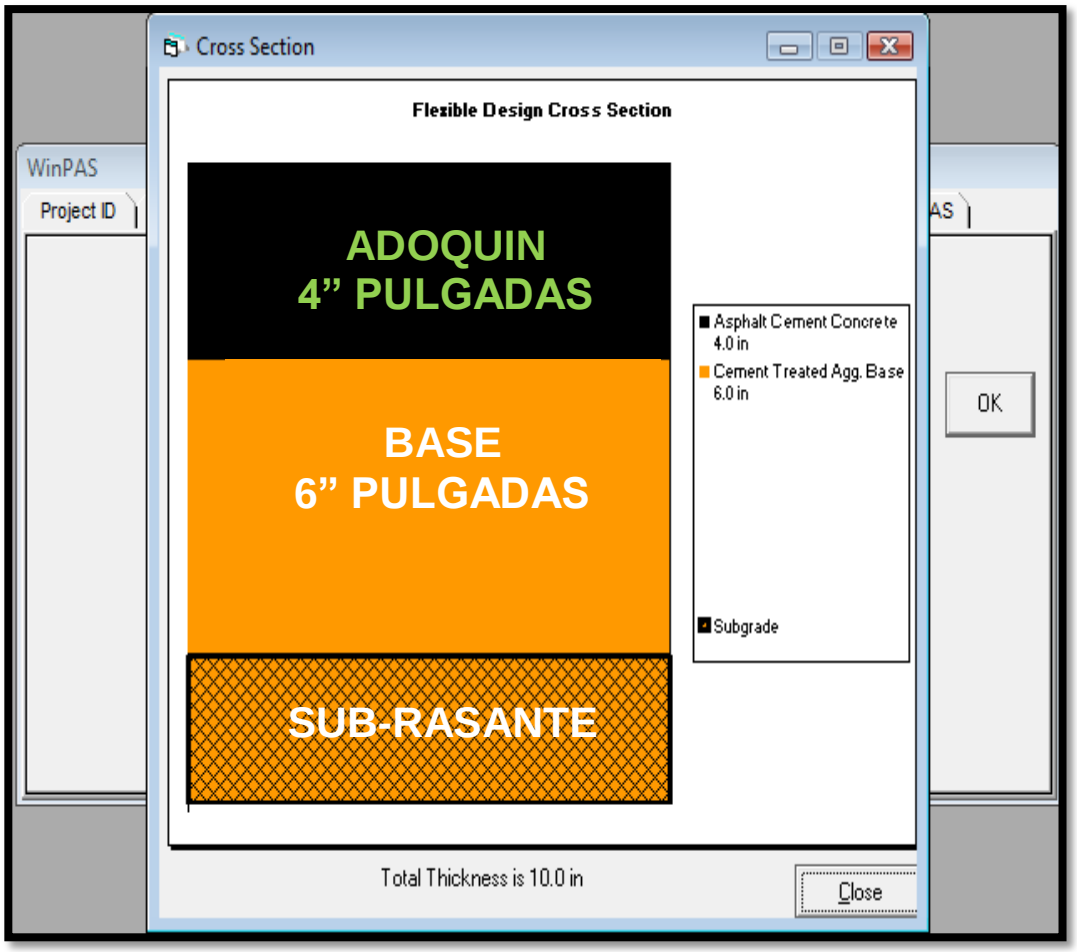
Procedemos a calcular el espesor para cada capa de la Estructura de Pavimento por medio del programa WinPAS, que de acuerdo a sus características estructurales proporcionen la capacidad correspondiente al Número Estructural.

Según el programa WinPAS el SN requerido es mayor que el SN de diseño lo cual significa que este cumple.

ΣSN ≥ SN requerido

2.65 ≥ 2.34 O.K

Imagen – 7: Representación Gráfica de Espesores Finales de WinPAS.



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4)

Capítulo V
Evaluacion De Impacto Ambiental

5.1. Introducción.

El proceso de Estudio de Impacto Ambiental es la secuencia de pasos lógicos para revisar acciones humanas, implica la búsqueda de alternativas y de creatividad para alcanzar soluciones viables. La evaluación de impacto ambiental permite comparar las situaciones ambientales existentes con aquellas que surgirían como resultado del desarrollo de una acción en particular.

La comparación sirve para identificar tanto los impactos positivos y los beneficios ambientales que surgen de realizar el proyecto que se está evaluando, como aquellos de carácter negativo que deben manejarse para evitar la degradación del medio ambiente. Lo más significativo es que se incorporen las medidas que aseguren la protección del medio ambiente y que hagan viable la acción; si ello no es posible, la acción no debe ser ejecutada.

En nuestro caso en este capítulo se muestra la evaluación de impacto ambiental del tramo de camino que inicia en la Est. 0+000 en el empalme Los Jobos y termina en la Est.3+000 en la comunidad de La Estanzuela.

5.2. Leyes constitucionales Vigentes.

5.2.1. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217).

La Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217) de 1996 y su Reglamento (Decreto No. 9-96), tienen como objetivos particulares, el de fomentar y estimular la educación ambiental como medio para promover una sociedad en armonía con la naturaleza, propiciar un medio ambiente sano que contribuya de la mejor manera a la promoción de la salud y prevención de las enfermedades del pueblo nicaragüense e impulsar e incentivar actividades y programas que tiendan al desarrollo y cumplimiento de la presente Ley.

La Ley General del Ambiente, define instrumentos prácticos para una adecuada gestión ambiental, tales como el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el

ordenamiento ambiental del territorio, la gestión de las áreas protegidas, el Sistema de Información Ambiental, el Fondo Nacional del Ambiente, y la Declaración de Áreas Contaminadas y Emergencias Ambientales, entre otros aspectos.

5.2.2. Constitución Política de Nicaragua y sus reformas.

La Constitución establece como un derecho de los nicaragüenses poder gozar de un ambiente sano, y el deber del Estado de garantizar la preservación, conservación y de rescate del medio ambiente y de los recursos naturales (Artículo 60). También establece que los recursos naturales son patrimonio nacional y que corresponde al Estado, su preservación y conservación, desarrollo y explotación racional, estableciendo que el Estado podrá celebrar contratos de explotación racional de estos Recursos, cuando el interés nacional así lo requiera (Artículo 102).

5.2.3. Sistema de Evaluación Ambiental, Decreto No. 76-2006.

La Evaluación Ambiental de obras, proyectos, industrias y actividades está compuesta por categorías ambientales, resultados de un tamizado o cribado donde se incluye:

a) **Categoría Ambiental I:** Proyectos, obras, actividades e industrias que son considerados como Proyectos Especiales. Esta categoría es manejada por el MARENA Central en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales.

b) **Categoría Ambiental II:** Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Alto Impacto Ambiental Potencial. Esta categoría, al igual que la Categoría I, es manejada por el MARENA Central.

c) **Categoría Ambiental III**: Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se

consideran como de Moderado Impacto Ambiental Potencial. Esta categoría de proyectos, es manejada por las Delegaciones Territoriales del MARENA, en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales y los Gobiernos Locales.

d) **Los proyectos no considerados en las categorías I, II y III** son proyectos que pueden causar bajos impactos ambientales potenciales, por lo que no están sujeto a un Estudio de Impacto Ambiental.

   De conformidad con el arto.25 de la Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, los proponentes deberán presentar el formulario ambiental ante la autoridad municipal correspondiente para la tramitación de la solicitud de su permiso, según los procedimientos establecidos.

5.2.4. Ley para el Uso de Bancos de Materiales Selectos Ley No. 730.

Este Decreto tiene por objeto establecer las disposiciones reglamentarias para la aplicación de la Ley 730, “Ley Especial para el Uso de Bancos de Materiales Selectos para el Aprovechamiento en la Infraestructura”, publicada en La Gaceta, Diario Oficial No. 152 del 11 de agosto de 2011.

5.2.5. Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras Viales. (SIECA 2002).

Este Manual articula las normas ambientales para las diferentes etapas en el desarrollo de carreteras, de tal manera que los proyectos viales sean ambientalmente sostenibles y económicamente sustentables. El Manual se basa en el análisis de los aspectos institucionales y legales relacionados con las Unidades de Gestión Ambiental dentro de los Ministerios de Transporte de Centroamérica.

Tiene como finalidad fortalecer los aspectos normativos ambientales de diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, incluyendo puentes, de la red vial regional por la cual transita la mayor parte del transporte de Centroamérica.

5.3. Área de influencia del proyecto.

5.3.1. Suelos (Topografía y Relieve).

El área del proyecto posee una topografía ondulada a una altura media de 840 metros sobre el nivel del mar., con montañas y algunas mesetas de elevada altura (Tisey tiene 1.550 msnm y Tomabú 1.445). Sus suelos, por lo general oxisoles, lo ocupan

5.3.2. Temperatura y Clima.

El clima de Estelí es de tipo templado, influenciado por los vientos que soplan del Océano Pacífico y del Atlántico, la altitud también juega un papel importante, al estar a una altura media de 840 metros sobre el nivel del mar. Después de Jinotega es la cabecera departamental que presenta las temperaturas más agradables en Nicaragua, con una media de 21 grados centígrados. , oscilando por encima de los 20 grados por las noches hasta los 35 durante el día según los registros históricos las temperaturas más bajas registradas en el municipio fue de 5 grados en 1982 y de 10 grados en el año 2010.

5.3.3. Flora y Fauna.

La vegetación del municipio es escasa, sabanera y achaparrada con algunas manchas de bosques de coníferas (Pinusoocarpas).Las formaciones vegetales son tres: húmedo, fresco húmedo y pluvi selva (Miraflor).

La fauna de la zona del proyecto ha disminuido en las últimas décadas por el mal manejo de los habitantes, en las montañas. Alejadas de la zonas urbanas todavía se encuentran como cusucos(armadillos), garrobos, zorros, perezosos, variedad de reptiles; aves, entre ellas las casi extintas lapas y loras.

5.3.4. Medio Socioeconómico.

En el área de influencia directa e indirecta presenta una variada actividad agrícola y comercial, la agricultura consiste principalmente de granos básicos. Entre los cultivos se destacan las hortalizas como papa, tomate, repollo chiltoma, ajo, así como plantaciones de frijol, maíz, y en menor porcentaje el plátano y cítricos; siendo de todos estos el rubro de mayor importancia la ganadería.

5.4. Área de influencia del proyecto.

Para poder llevar a cabo la EIA, es importante delimitar y describir el emplazamiento. Este involucra la descripción del área de influencia directa e indirecta, distinguiéndolas una de otra. De esta manera, para tener una mayor comprensión y facilidad de análisis de la situación ambiental de la zona, el área de influencia se ha subdividido en directa e indirecta.

5.4.1. Área de Influencia Directa.

El Área de Influencia Directa **(AID)**, corresponde al área, aledaña a la infraestructura vial, donde los impactos generales en las etapas de construcción y operación de la vía son directos, inmediatos y de mayor intensidad; y donde el entorno natural y antrópico se pueden ver afectados.

El área de influencia directa en el tramo carretera empalme Los Jobos (Estación 0+000) - comunidad La Estanzuela (Estación 3+000), puede definirse al delimitar a lo largo de su eje un ancho de **200 metros** a cada lado de la carretera. Por lo tanto, contando con la longitud de la carretera 3.00 kilómetros, y el ancho total de la franja que es **400 metros**, se puede obtener un área de influencia directa de **1.2 km^2** que equivale a **120 hectáreas**.

A continuacion, en la **imagen-8** de la pagina 65, se muestra el Area de Influencia Directa (AID).

Imagen – 8: Área de Influencia Directa (AID).



Fuente: Google Maps.

Inicio: Empalme Los Jobos (Est. 0+000).

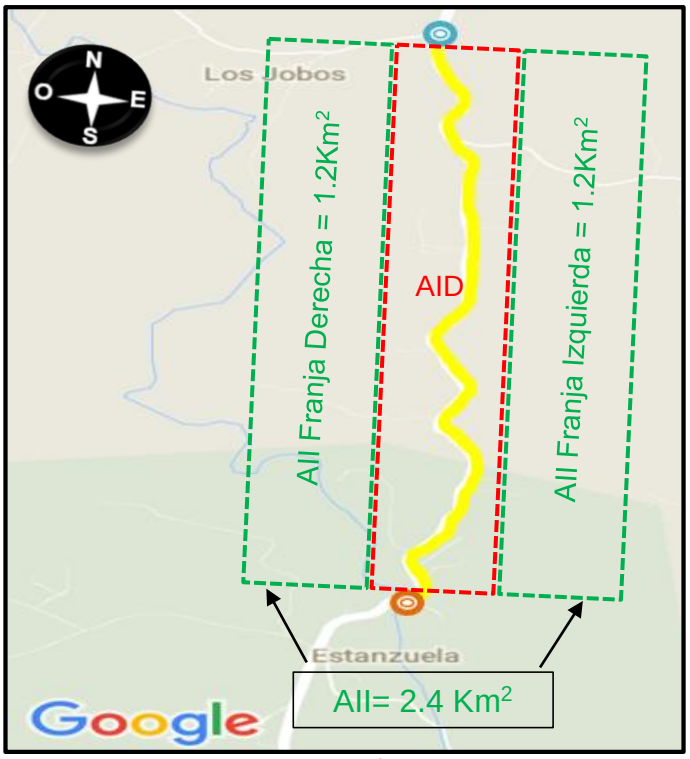
Final: Comunidad La Estanzuela (Est. 3+000).

5.4.2. Área de Influencia Indirecta.

El Área de Influencia Indirecta **(AII)** se define como la extensión geográfica donde los impactos del proyecto se manifiestan de forma indirecta, ya sea forma positiva o negativa, con una intensidad diversa en los medios físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales

La determinación del área de influencia indirecta en una carretera puede definirse al delimitar a lo largo de su eje un ancho de **400 metros** a cada lado del AID. De esta manera, contando con la longitud de la carretera de 3.00 kilómetros y el ancho de la franja, se puede obtener un área de influencia Indirecta de **2.4 km^2** que equivale a **240 hectáreas**.

Imagen – 9: Área de Influencia Indirecta (AII).



Fuente: Google Maps.

Inicio: Empalme Los Jobos (Est. 0+000).

Final: Comunidad La Estanzuela (Est. 3+000).

5.5. Identificación y valoración de los impactos ambientales.

Para Valorar los impactos ambientales se hará de una forma cualitativa y cuantitativa, para la valoración Cualitativa del Proyecto se debe tener una visión genérica del Proyecto en el cual se desarrollan las características y datos básicos de interés para el estudio, en este caso solo se está estudiando la etapa de construcción, en la cual las actividades se miran en forma de Esquema.

En la tabla se especifican cada una de las etapas a abordar en la evaluación ambiental de este proyecto vial:

Tabla – 34: Etapas del Proyecto.

ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	Análisis de la ruta
	Normas Ambientales Generales que deben aplicarse
	Normas Ambientales Especificas para el manejo de Recursos Naturales
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	Implementación
	Supervisión Ambiental
	Abra y Destranque
	Instalación y Operación de campamento y patio de maquinas
	Remoción de Estructuras
	Excavación, Corte y Movimiento de Tierra
	Explotación de Bancos de Materiales
	Explotación de Fuentes de Agua
	Construcción de Paquete Estructural y colocación de Adoquín
	Depósito de Material Excedente (Botaderos)
	Construcción de Obras de Drenaje
	Etapa de Operación

Fuente: Elaboración Propia a partir del Manual SIECA.

5.5.1. Etapa de planificación y diseño.

Se realiza con el objetivo de obtener la cobertura y alcance de un EIA (Estudio de Impacto Ambiental). Desde los inicios del proceso, se debe contemplar la incorporación de los aspectos ambientales para tomar las decisiones correspondientes en el diseño de construcción y la localización del proyecto. De este modo, se pueden evitar los impactos ambientales significativos relacionados a localizaciones ambientalmente sensibles y realizar diseños que reduzcan los efectos ambientales.

Luego de estar determinada la forma y localización de la propuesta, se procede con los elementos más formales del proceso de EIA, los cuales son el "screening" y el "scoping".

El screening o selección hace referencia a la deliberación de si se necesita o no una EIA para la realización de la propuesta. Estas decisiones están influenciadas por el tipo y tamaño del proyecto, o también, la preocupación del proponente del proyecto por los posibles impactos ambientales. Por otra parte, el scoping o alcance se basa en la identificación de los impactos con más probabilidad de ser significativos; con la finalidad de enfocar el tiempo y recursos a tareas más importantes.

- Deberá inspeccionar el sitio de la obra propuesta, estudiar las características de la misma y su relación con el entorno natural y inotrópico, sus dificultades, desafíos y magnitud de los problemas en el ambiente y recursos naturales.

- En el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), deben inspeccionarse los impactos o alteraciones sobre el ambiente humano y social, además debe incluirse en la etapa de diseño del proyecto y especificaciones técnicas ambientales.

- Se definirá la ubicación de los bancos de materiales y su estrategia de explotación, con el fin de evitar el impacto visual directo.
- Evitar la remoción de capas superficiales de tierra encima de acuíferos, para así proteger el nivel friático de una contaminación eventual.

- Se deberá hacer un análisis de los recursos hídricos, suelos, bosques, aspectos climáticos y aspectos paisajísticos.

- En sitios de humedales es necesario considerar desagües para evitar la erosión y permitir libre circulación.

5.5.2. Principales impactos ambientales a considerar en la Etapa de construcción.

Los posibles impactos ambientales que pudieran producirse a través de las acciones necesarias a desarrollar para la construcción se destacan los siguientes:

1) **Ruidos y vibraciones**: El proceso de movimiento de tierra, acopio de materiales y construcciones anexas, implican un movimiento de maquinarias que trae aparejado, de no preverse las condiciones y horarios adecuados, niveles de ruidos y vibraciones que pueden sobrepasar las tolerancias previstas en la normativa vigente.

2) **Emisión de material particulado**: Las operaciones de excavaciones (cimientos, etc.) y los movimientos de tierra, así como los eventuales movimientos y/o acopio temporario de material, provocan la emisión de partículas al aire, emisión que es variable en función de las condiciones de trabajo.

3) **Contaminación atmosférica**: Las condiciones relacionadas con la emisión de este ítem son de efectos similares al anterior, debiéndose considerar fundamentalmente las emisiones producidas por las fuentes móviles (vehículos automotores), pinturas, solventes, etc.

4) **Caudal pluvial evacuado**: Dado que el sistema de desagües pluviales se resolverá mediante la canalización de los mismos hacia el cordón cuneta y, por este medio, al sistema general existente en el sector, es necesario prever las condiciones de desagüe durante la etapa de construcción para evitar anegamientos.

5) **Condiciones higiénico-sanitarias**: durante la etapa de construcción se generarán material particulado y VOCs, que pueden afectar con baja incidencia la salud de los vecinos al área de trabajo, razón por la cual se deberán tomar las precauciones para minimizar este efecto.

6) **Generación de empleo**: durante esta etapa, y para la realización de las obras, se ocupará una importante cantidad de mano de obra, la cual redundará en un impacto positivo.

7) **Accesibilidad**: Dada la magnitud de la obra planteada, y la característica de la zona donde se ejecutará la obra, la accesibilidad al sector durante la etapa de construcción no se verá altamente modificada, focalizándose fundamentalmente durante la ejecución de cordones cunetas y modificaciones eventuales de readecuación en las conexiones de servicios domiciliarios, razón por la cual deberán considerarse las medidas necesarias a implementar para minimizar los efectos negativos que pudiere ocasionar la misma.

8) **Destrucción de suelo y erosión**: Los movimientos de tierra necesarios para la ejecución de la obra, el movimiento de maquinarias, y las construcciones anexas, sumado a las características de los suelos del sector, provocan en mayor o menor grado destrucción del suelo superficial y erosión incipiente en épocas de lluvia. Deberán tomarse las medidas adecuadas para disminuir en lo posible estos efectos.

9) **Arbolado urbano y alteración de la cubierta vegetal**: Durante la ejecución del proyecto habrá necesariamente que remover cubierta vegetal y extraer algún ejemplar de arbolado urbano, lo que incidirá negativamente en las condiciones visuales y en la presencia de fauna del sector.

10) **Proliferación de insectos, roedores, etc.**: Como consecuencia de los trabajos a realizar durante la construcción de la obra, es esperable que se agudice este problema tanto en el área de ejecución como en aledaños.

11) **Alteración del entorno**: dado que el área en la que se construirá la obra es de predominancia rural, las tareas inherentes a la construcción, generarán un cambio negativo moderado y transitorio de las condiciones originales del entorno.

5.5.3. Principales impactos ambientales a considerar en la Etapa de de operación.

Esta etapa contempla la identificación de impactos ambientales potenciales que pudieran producirse en la etapa de operación de la carretera. La identificación de los impactos ambientales se basó en la evaluación de las principales actividades que se realizan al iniciar el funcionamiento de la carretera, como son el transporte de vehículo y el mantenimiento de la vía:

1) **Ruidos:** Estando en funcionamiento el sistema y dadas las características del mismo, es previsible que las emisiones de ruidos en el entorno, provenientes de fuentes móviles, se verán ligeramente aumentadas respecto a las condiciones originales.

2) **Caudal pluvial evacuado y modificación de la red de drenaje:** El sistema adecuado para el drenaje de las aguas de origen pluvial provenientes de la obra en cuestión, mediante la ejecución y conexión de la red de drenaje al sistema colector.

3) **Condiciones higiénico-sanitarias:** Estas condiciones se verán notoriamente favorecidas fundamentalmente, por el tipo de servicio que prestará la obra debido a la eliminación de acumulaciones de agua en las calles y, con ello, la desaparición de los eventuales focos de proliferación de insectos (mosquitos, etc.).

4) **El desarrollo sectorial y bienestar social de grupos familiares del sector:** se verán beneficiados por la realización y operación de estas obras, generando condiciones favorables para el desarrollo urbano de la zona gracias a las mejores condiciones de accesibilidad generadas, mejorando incluso la situación residencial global de la zona.

5) **Valor de bienes inmuebles aledaños:** al contar el sector con un nuevo servicio médico asistencial, los inmuebles del área se verán revalorizados.

6) **Erosión:** La ejecución del proyecto propuesto conjuntamente con funcionamiento de la obra complementaria de desagües traerá aparejada una disminución de la erosión en el sector.

7) **Arbolado urbano y ajardinamiento:** la conclusión de la obra prevé la reposición y mantenimiento de arbolado urbano.

8) **Modificación del entorno e incorporación de otros componentes al paisaje:** dado que el sector de emplazamiento de la obra está extensamente urbanizado, la conclusión y operación de las obras de pavimentación del sistema vial de la zona, mejorará las condiciones paisajísticas del entorno.

Para realizar lo antes descrito se utilizó una matriz de Impacto del tipo Causa-Efecto que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las Filas los Factores Medio Ambientales susceptibles a recibir impacto.

Esta matriz permitió identificar, prevenir y comunicar los efectos del Proyecto en el Medio para posteriormente valorarlos. Una vez identificadas la acciones y Factores del Medio que serán afectados se realiza la Matriz de importancia la cual nos permitirá obtener una valoración al nivel requerido. Esta valoración se efectuará a partir de una matriz de impacto y lo que se tomara en cuenta es:

- Naturaleza del impacto: positiva o negativa.
- Intensidad: grado de daño o beneficio del impacto.
- Extensión: superficie del impacto sobre el territorio
- Momento: plazo de manifestación del impacto en el tiempo
- Persistencia: permanencia del impacto
- Reversibilidad: Posibilidad de volver a la situación pre impacto.
- Sinergia: regularidad de la Manifestación.
- Acumulación: niveles de incremento progresivo del impacto.

- Efecto: nivel de la relación del impacto con otras situaciones impactantes.
- Periodicidad: regularidad de la manifestación).
- Recuperabilidad: Reconstrucción por Medios Humanos.

Simultáneamente las matrices de Causa-Efecto y de Importancia permitieran describir las principales características del proyecto estudiado, analizando las actividades que potencialmente pueden generar impactos sobre el medio ambiente del área de Influencia del mismo. Las matrices permitieron posteriormente cruzar la información anterior entre proyecto y estado inicial del medio, obteniendo como resultado la identificación de los cambios de las cualidades o atributos de los componentes del medio ambiente local (efectos ambientales, positivos o negativos), sobre la base de relaciones causa-efecto. A partir de allí se procedió a valorar los impactos ambientales.

Para la evaluación de los impactos se estructuró una matriz que permitió asignar valores a cada situación según sus atributos o características, tales como intensidad o grado de beneficio o daño, extensión o superficie física de expresión de la afectación, momento de su manifestación y niveles de reversibilidad del mismo, entre otras. Para obtener un valor cuantitativo de la importancia del impacto se hizo uso de la siguiente Fórmula:

$$\boldsymbol{I = +/-(3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)}$$

Ec–19.

Dónde:

I: Intensidad	**SI: Sinergia**
EX: Extensión	**AC: Acumulación**
MO: Momento	**EF: Efecto**
PE: Persistencia	**PR: Periodicidad**
RV: Reversibilidad	**MC: Recuperabilidad**

El signo positivo (+): representa un impacto beneficioso y cuya influencia en el ambiente contribuye a aumentar la calidad ambiental.

El signo negativo (-): representa un impacto que disminuye la calidad ambiental.

Tabla – 35: Características cualitativas de los efectos.

Naturaleza		***Intensidad (I) (Grado de Destrucción)***	
Impacto beneficioso	*(+)*	*Baja*	*1*
Impacto perjudicial	*(-)*	*Media*	*2*
		Alta	*4*
		Muy alta	*8*
		Total	*12*
Extensión (EX) (Área de influencia)		***Momento (MO) (Plazo de manifestación)***	
Puntual	*1*	*Largo plazo*	*1*
Parcial	*2*	*Medio plazo*	*2*
Extenso	*4*	*Inmediato*	*4*
Total	*8*	*Critico*	*(+4)*
Critica	*(+4)*		
Persistencia (PE) (Permanencia del Efecto)		***Reversibilidad (RV)***	
Fugaz	*1*	*Corto Plazo*	*1*
Temporal	*2*	*Medio Plazo*	*2*
Permanente	*4*	*Irreversible*	*4*
Sinergia (SI) (Regularidad de la Manifestación)		***Acumulación (AC) (Incremento Progresivo)***	
Sin sinergismo (simple)	*1*	*Simple*	*1*
Sinérgico	*2*	*Acumulativo*	*4*
Muy Sinérgico	*4*		
Efecto (EF) (Relación Causa - Efecto)		***Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)***	
Indirecto (secundario)	*1*	*Irregularidad o aperiodico y discontinuo*	*1*
Directo	*4*	*Periódico*	*2*
		Continuo	*4*
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por Medios Humanos)		***Importancia (I)***	
Recuperabilidad de manera inmediata	*1*	*I = +-(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)*	
Recuperable a medio plazo	*2*		
Mitigable	*4*		
Irrecuperable	*8*		

Fuente: Conesa Fdez, 2010.

Tabla – 36: Identificación de Impactos durante la etapa de construcción del proyecto.

Factores del Medio/ Indicadores			Etapa									
			Abra y Destronque	Instalacion y Operación de Campamento y Patio de Maquinas	Remocion de Estructuras	Excavación, corte y movimiento de tierra	Explotación de Bancos de materiales	Explotación de Fuentes de Agua	Construcción de Paquete Estructural y colocación de Adoquin	Depósito de Materiales Excedentes (Botaderos)	Construcción Obras de Drenaje	Fase de Operación
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Aire	Microclima	M1	X					X				X
	Ruido	M2		X	X	X	X		X			
	Vibraciones	M3		X		X			X			
	Contaminación del aire	M4		X	X	X	X		X			
	Contaminación por partículas	M5			X	X	X		X	X		
Suelo	Erosión	M6					X				X	X
	Contaminación del suelo	M7		X					X			
Agua	Escorrentía y Drenaje	M8					X				X	X
	Cuerpo de Agua Superficial	M9					X	X				
Salud	Calidad sanitaria del ambiente local	M10		X								X
	Salud de los Pobladores	M11						X				X
	Bienestar Social	M12							X			X
	Cubierta Vegetal	M13					X			X		
Medio Perceptual	Paisaje	M14	X				X	X	X	X	X	X
	Estética	M15	X						X		X	X
Medio Socio-Económico	Vías de Acceso	M16							X		X	X
	Empleos Temporales	M17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Comercio y Exportaciones, Compra y Venta de Terrenos	M18		X					X		X	X
	Producción Industrial y Agrícola	M19							X		X	X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla – 37: Matriz de Importancia.

Matriz de Importancia													
IMPACTOS	ETAPAS:												
	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	*Valor Maximo de Importancia
	SIGNO	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	SUMA	
C1M1	-1	1	2	2	2	1	2	1	4	1	1	-21	100
C1M14	1	2	2	4	2	1	2	1	4	1	2	27	100
C1M15	1	2	2	4	2	1	2	1	4	1	2	27	100
C1M17	1	2	2	4	2	2	4	1	4	1	2	30	100
C2M2	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C2M3	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C2M4	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C2M7	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C2M10	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C2M17	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
C2M18	1	8	4	4	2	2	4	1	4	1	2	52	100
C3M2	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C3M4	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C3M5	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C3M17	1	4	2	4	2	2	4	1	4	1	2	36	100
C4M2	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C4M3	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C4M4	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C4M5	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C4M17	1	8	4	4	2	2	4	1	4	1	2	52	100
C5M2	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C5M4	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C5M5	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C5M6	-1	1	1	1	2	2	1	1	4	1	2	-19	100
C5M8	-1	1	1	1	2	2	1	1	4	1	2	-19	100
C5M9	-1	1	1	1	2	2	2	1	4	1	2	-20	100
C5M13	-1	2	2	2	2	2	2	1	4	1	2	-26	100
C5M14	-1	2	2	2	2	2	2	1	4	1	2	-26	100
C5M17	1	4	2	4	2	2	4	1	4	1	2	36	100
C6M1	-1	1	2	2	2	1	2	1	4	1	1	-21	100
C6M9	-1	1	1	1	2	2	2	1	4	1	2	-20	100
C6M11	-1	1	2	2	2	2	2	1	4	1	2	-23	100
C6M14	-1	1	2	2	2	2	2	1	4	1	2	-23	100
C6M17	1	4	2	4	2	2	4	1	4	1	2	36	100
C7M2	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C7M3	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C7M4	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100

Fuente: Elaboración propia.

Tabla – 38: Matriz de Importancia.

Matriz de Importancia													
IMPACTOS	ETAPAS:												
	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	*Valor Maximo de Importancia
	SIGNO	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	SUMA	
C7M5	-1	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	100
C7M7	-1	1	2	2	1	1	2	1	4	1	1	-20	100
C7M12	1	8	8	4	2	2	4	4	4	2	2	64	100
C7M14	1	4	4	4	2	2	2	1	4	2	2	39	100
C7M15	1	4	4	4	2	2	2	1	4	2	2	39	100
C7M16	1	8	8	4	2	2	4	4	4	2	2	64	100
C7M17	1	4	4	2	2	2	4	1	4	2	2	39	100
C7M18	1	4	8	4	2	2	4	4	4	2	2	52	100
C7M19	1	8	8	4	2	2	4	4	4	2	2	64	100
C8M5	-1	1	1	2	2	1	2	1	4	1	1	-19	100
C8M13	-1	1	1	2	2	1	1	1	4	1	2	-19	100
C8M14	-1	1	1	2	2	1	1	1	4	1	2	-19	100
C8M17	1	4	2	4	2	1	4	1	4	1	2	35	100
C9M6	1	4	4	4	2	2	4	1	4	1	2	40	100
C9M8	1	4	4	4	2	2	4	1	4	2	2	41	100
C9M14	1	8	8	4	2	2	4	1	4	2	2	61	100
C9M15	1	8	8	4	2	2	4	1	4	2	2	61	100
C9M16	1	12	8	4	2	2	4	1	4	2	2	73	100
C9M17	1	8	8	4	2	2	4	1	4	1	2	60	100
C9M18	1	12	8	4	2	2	4	1	4	2	2	73	100
C9M19	1	12	8	4	2	2	4	1	4	2	2	73	100
C10M1	-1	1	2	2	2	1	2	1	4	1	1	-21	100
C10M6	1	8	4	2	2	2	4	1	4	2	2	51	100
C10M8	1	8	4	4	2	2	4	1	4	2	2	53	100
C10M10	1	12	8	4	2	2	4	4	4	4	2	78	100
C10M11	1	12	8	4	2	2	4	4	4	4	2	78	100
C10M12	1	12	8	4	2	2	4	4	4	4	2	78	100
C10M14	1	8	8	4	2	2	4	1	4	2	2	61	100
C10M15	1	8	8	4	2	2	4	1	4	2	2	61	100
C10M16	1	12	8	4	2	2	4	1	4	4	2	75	100
C10M18	1	12	8	4	2	2	4	1	4	4	2	75	100
C10M19	1	12	8	4	2	2	4	1	4	4	2	75	100

Fuente: Elaboración propia.

***Valor Máximo de la Importancia: Tomando los valores de la tabla anterior**

I = +-(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

I= (3(12)+2(12)+8+4+4+4+4+4+4+8)

I= 100

Tabla – 39: Matriz Superpuesta (Causa-Efecto).

Factores del Medio/Indicadores			Etapa												
			Abra y Destronque	Instalación y Operación de Campamento y Patio de Maquinas	Remoción de Estructuras	Excavación, corte y movimiento de tierra	Explotación de Bancos de materiales	Explotación de Fuentes de Agua	Construcción de Paquete Estructural y colocación de Adoquin	Depósito de Materiales Excedentes (Botaderos)	Construcción Obras de Drenaje	Fase de Operación	Valor de la Alteración	Máximo Valor de la Alteración	Grado de la Alteración
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10			
Aire	Microclima	M1	-21					-21				-21	-63	300	-21
	Ruido	M2		-22	-22	-22	-22		-22				-110	500	-22
	Vibraciones	M3		-22		-22			-22				-66	300	-22
	Contaminación del aire	M4		-20	-20	-20	-20		-20				-100	500	-20
	Contaminación por partículas	M5			-20	-20	-20		-22	-19			-101	500	-20.2
Suelo	Erosión	M6					-19				40	51	72	300	24
	Contaminación del suelo	M7		-20					-20				-40	200	-20
Agua	Escorrentía y Drenaje	M8					-19				41	53	75	300	25
	Cuerpo de Agua Superficial	M9					-20	-20					-40	200	-20
Salud	Calidad sanitaria del ambiente local	M10		-20								78	58	200	29
	Salud de los Pobladores	M11						-23				78	55	200	27.5
	Bienestar Social	M12							64			78	142	200	71
	Cubierta Vegetal	M13					-26						-26	100	-26
Medio Perceptual	Paisaje	M14	27				-26	-26	39	-19	61	61	117	700	16.71
	Estética	M15	27						39	-19	61	61	169	500	33.8
Medio Socio-Económico	Vías de Acceso	M16							64		73	75	212	300	70.67
	Empleos Temporales	M17	30	40	36	52	36	36	39	35	60		364	900	40.44
	Comercio y Exportaciones, Compra y Venta de Terrenos	M18		52					52		73	75	252	400	63
	Producción Industrial y Agrícola	M19							64		73	75	212	300	
Promedio			15.75	-1.71	-6.5	-6.4	-15.11	-10.8	17.36	-5.5	60.25	60.36			
Desviación Estándar			24.54	32.79	28.35	32.66	19.36	26.26	38.6	27	13.47	28.88	1182		
Valor de la Alteración			63	-12	-26	-32	-136	-54	255	-22	482	664	1182	6900	
Máxima Alteración			400	700	400	500	900	500	1200	400	800	1100		6900	17
Grado de Alteración			15.75	-1.71	-6.5	-6.4	-15.11	-10.8	21.25	-5.5	60.25	60.36			17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla – 40: Cuantificación de Efectos por Factores del Medio.

Factores del Medio	*Orden de Categorías*	*Valor de la Alteración*	*Áreas*
Ruido	1	*-110*	-105.5
Contaminación por partículas	2	*-101*	-100.5
Contaminación del aire	3	*-100*	-83
Vibraciones	4	*-66*	-64.5
Microclima	5	*-63*	-51.5
Contaminación del suelo	6	*-40*	-40
Cuerpo de Agua Superficial	7	*-40*	-33
Cubierta Vegetal	8	*-26*	14.5
Salud de los Pobladores	9	*55*	56.5
Calidad sanitaria del ambiente local	10	*58*	65
Erosión	11	*72*	73.5
Escorrentía y Drenaje	12	*75*	96
Paisaje	13	*117*	129.5
Bienestar Social	14	*142*	155.5
Estética	15	*169*	190.5
Producción Industrial y Agrícola	16	*212*	212
Vías de Acceso	17	*212*	232
Comercio y Exportaciones, Compra y Venta de Terrenos	18	*252*	308
Empleos Temporales	19	*364*	
Suma de Efectos Positivos			***1533***
Suma de Efectos Negativos			***-478***
Suma de Efectos Totales			2011
Porcentaje de efectos positivos			***76%***

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla de efectos por factores del medio, el proyecto generará impactos Positivos en el 76.0% de los Efectos totales, en donde el 24.0% son impactos Negativos.

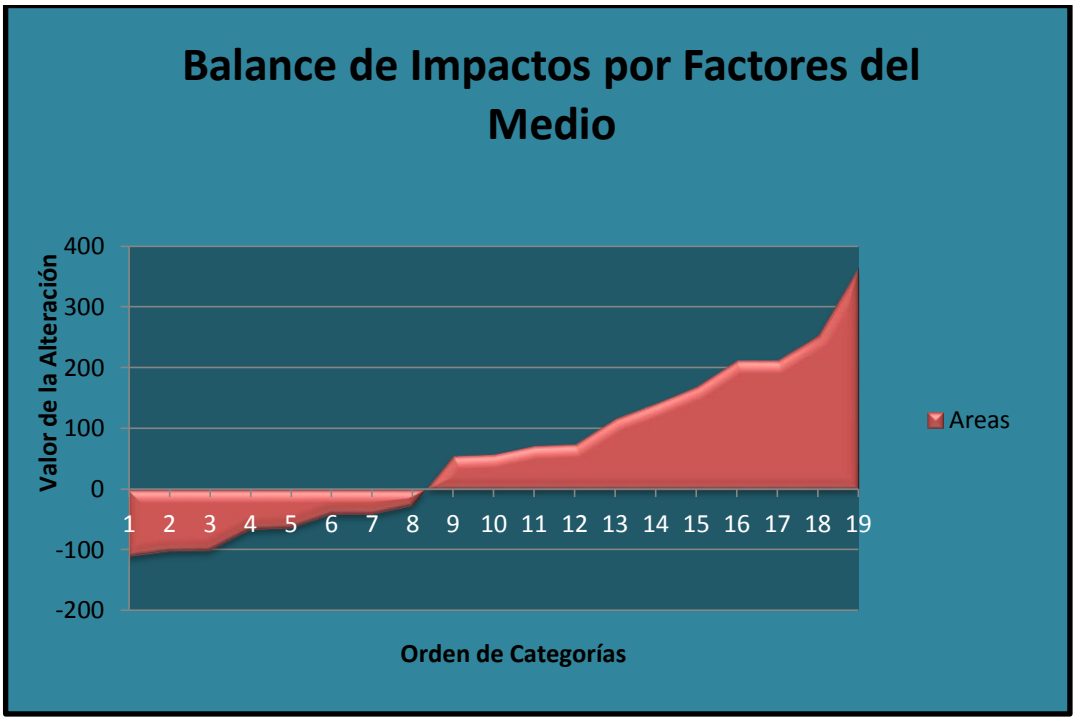
Tabla – 41: Cuantificación de Efectos por Etapas de Construcción.

Etapas	*Orden de Categoría*	*Valor de la Alteración*	*Áreas*
Explotación de Bancos de materiales	*1*	-136	-95
Explotación de Fuentes de Agua	*2*	-54	-43
Excavación, corte y movimiento de tierra	*3*	-32	-29
Remoción de Estructuras	*4*	-26	-24
Depósito de Materiales Excedentes (Botaderos)	*5*	-22	-17
Instalación y Operación de Campamento y Patio de Maquinas	*6*	-12	25.5
Abra y Destronque	*7*	63	159
Construcción de Paquete Estructural y colocación de Carpeta Asfáltica	*8*	255	368.5
Construcción Obras de Drenaje	*9*	482	573
Fase de Operación	*10*	664	
Suma de Efectos Positivos			***1126***
Suma de Efectos Negativos			***-208***
Suma de Efectos Totales			*1334*
Porcentaje de efectos positivos			***84%***

Fuente: Elaboración propia.

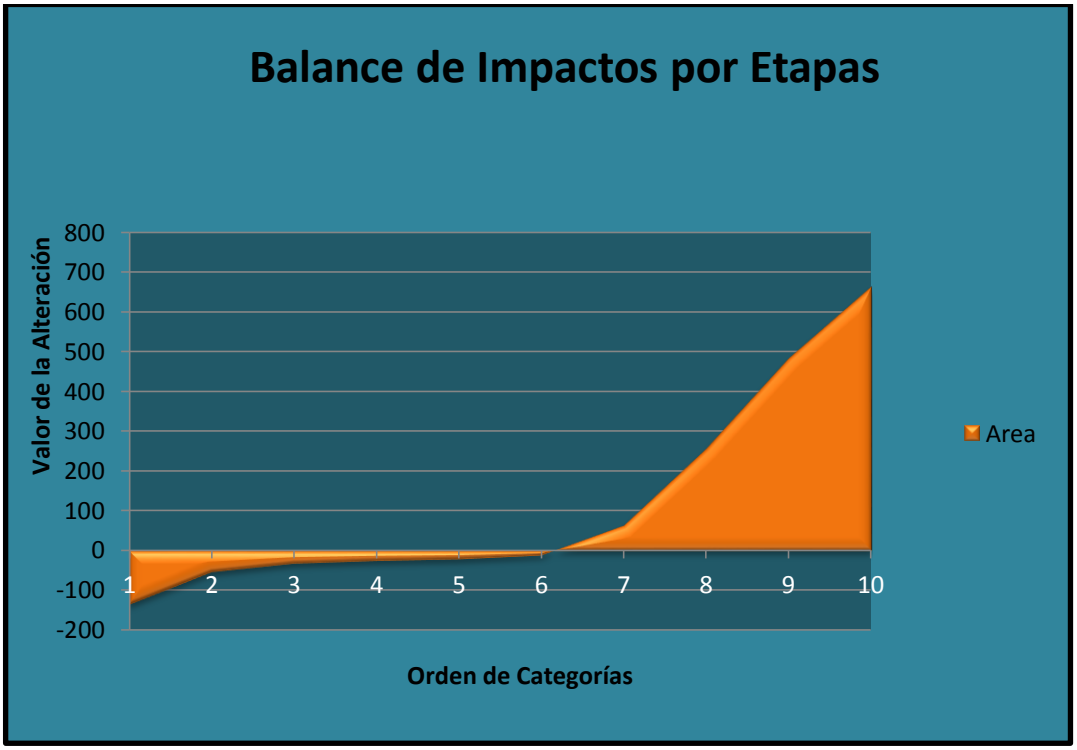
Según la tabla de efectos por Etapas de construcción, el proyecto generará impactos Positivos en el 84.0% de los Efectos totales, en donde el 16.0% son impactos Negativos.

Gráfico – 14: Gráfico de Balance de impactos por Factores del Medio.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico – 15: Gráfico de Balance de impactos por Etapas de Construcción.



Fuente: Elaboración propia.

5.6 Medida Preventivas y Correctivas.

Se cree conveniente la elaboración de las medidas correctoras que deben utilizarse para cada una de las acciones del proyecto asociada a un impacto:

Tabla – 42: Medidas Etapa de Construcción.

MEDIO	ACTIVIDAD	MEDIDAS
SUELO	Instalación y Operación de campamento y patio de maquinas	1) Señalizar los límites de la superficie. 2) Delimitar e impermeabilizar las zonas de limpieza de camiones y maquinaria. 3) Control sobre el orden en ésta superficie. 3) Designación de zonas delimitadas dentro de la obra para el almacenamiento de cada residuo. 4) Restauración de la zona delimitada especialmente la utilizada para la limpieza de camiones y maquinaria. (Punto Sucio)
	Excavación, Corte y Movimiento de Tierra	1) Se deberá cumplir con las regulaciones nacionales en lo que se refiere a carga, descarga, transporte de agregados sueltos de construcción, capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. 2) La emisión de motores de combustible interna están normalizadas en las leyes sectoriales y al finalizar la obra, se deberá restablecer los caminos y vías de acceso que hayan sido destruidas por el transporte y maquinaria.
	Depósito de Material Excedente (Botaderos)	1) Debe tenerse cuidado en la identificacion de sitios adecuados, alejados de cursos o reservorios de aguas naturales, humedales y zonas de fragilidad ecologica, ademas con afectacion minima de paisaje y que no interrumpan los corredores naturales de la fauna silverstre.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla – 43: Medidas Etapa de Construcción.

MEDIO	ACTIVIDAD	MEDIDAS
SUELO	Explotación de Fuentes de Materiales	1) Promover la regeneración natural de vegetación, o revegetar las áreas afectadas, especialmente en campamentos y plantas industriales.
AGUA	Explotación de Fuentes de Agua	1) El uso del agua tanto para la ejecución de obra como para el uso sanitario vendrá limitado por el proyecto. 2) El riego de caminos para la minoración de formación de polvo será el estrictamente necesario. 3) Establecer zonas de almacenamiento de materiales peligrosos alejados de los cursos de ríos a una distancia mínima de 100 m. 4) Se concienciará a los trabajadores para que utilicen sólo el agua necesaria y que cierren grifos y mangueras cuando no se utilicen.
AIRE	Excavación, Corte y Movimiento de Tierra	1) En caso de detectar que una maquina o vehículo emite humos oscuros, se parará inmediatamente y se llevará a revisar. 2) Utilización de la maquinaria sólo cuando sea necesaria. 3) Se limitará la velocidad de circulación durante las obras a 30 km/h. 4) Se taparán las cajas de los camiones de transporte de tierras para reducir la emisión de polvo. 5) Minimizar las emisiones de polvo de las zonas de acopio, mediante riego o incluso lonas si fuera necesario.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla – 44: Medidas Etapa de Construcción.

MEDIO	ACTIVIDAD	MEDIDAS
AIRE	Excavación, Corte y Movimiento de Tierra	6) Realización de las unidades de obra en horario diurno. 7) Mantenimiento adecuado de la maquinaria para evitar ruidos procedentes de elementos desajustados o desgastados. 8) En ningún caso podrán superarse los niveles sonoros establecidos según por la Ley de Protección contra la Contaminación Acústica.
	Remoción de Estructuras	1) Realización de las unidades de obra en horario diurno. 2) Mantenimiento adecuado de la maquinaria para evitar ruidos procedentes de elementos desajustados o desgastados.
FLORA Y FAUNA	Abra y Destranque	1) Se deberán implementar medidas como la protección de árboles de alto valor significativo (paisajístico, endémicos o amenazados en peligro de extinción). 2) La tala será preferiblemente manual y en dirección a la brecha ya despeada, se debe limitar el área a afectar mediante levantamientos topográficos para evitar errores en el alineamiento. 3) Minimizar la tala de árboles, especialmente los contemplados en el estudio de alternativas. 4) Evitar la tala de árboles con nidos y especialmente en época de cría.
	Excavación, Corte y Movimiento de Tierra	1) Realizar las obras en horas de luz para evitar el Efecto Abarrera y atropello de animales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla – 45: Medidas Etapa de Construcción.

MEDIO	ACTIVIDAD	MEDIDAS
FLORA Y FAUNA	Excavación, Corte y Movimiento de Tierra	2) Señalizar los límites de la superficie. 3) Se evitará que los vehículos y la maquinaria pisen los amontonamientos de tierra vegetal. 4) Prohibición de la circulación de personas y maquinaria fuera de la zona de obras mediante señalización adecuada que restringirá el acceso a personas ajenas a las actividades que se están desarrollando. 5) Acopiar las tierras en las zonas de menor vulnerabilidad y restauración de esas superficies posteriormente.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos planteados inicialmente se ha concluido que:

En el Capítulo II: Estudio de Tráfico.

A partir de Conteos vehiculares realizados durante 7 días consecutivos (una semana), en períodos de 12 horas diurnas se obtuvo un TPDA de 383 vehículo/día.

Para la proyección del tráfico se utilizó una tasa de crecimiento del 4.53 %, obtenida mediante las correlaciones del TDPA– PIB, TPDA– Población y utilizando las variables de las tasas de crecimiento históricas.

Se obtuvo el número de repeticiones por eje equivalente (ESAL's) o W18= 690,469.00.

En el Capítulo III: Estudio Geotécnico.

Se analizaron un total de 16 sondeos manuales con profundidades máximas de 1.5 metros los cuales evidencian que superficialmente existe una capa de rodamiento de 12 a 30 cm de espesor, sus suelos están compuestos en su mayoría de grava limosa con arena y de arenas limosas con arcilla tipo A– 2– 5, A– 2– 7 y A– 7– 5, son tipos de suelo de regular calidad a deficiente calidad para ser utilizados como base.

Se utilizará como fuente de materiales para capa de base el Banco Los Jobos, debido a que su resistencia (CBR) no se ajusta a lo establecido en la sección II del Artículo– 1003.23 de la NIC– 2000, en donde se plantean los requisitos que debe cumplir un material utilizado como base granular, debido a eso será estabilizado con cemento portland para ser utilizado en la estructura de pavimento diseñada.

En el Capítulo IV: Diseño de pavimento.

En el tramo de estudio el diseño de la estructura de pavimento, se utilizó el método AASHTO 93, obteniendo como resultado un ESAL's de diseño de 690, 469.00 y un CBR de diseño de 9.4 %. Los coeficientes de capa obtenidos fueron los valores siguientes: Un $\mathbf{a_1}$ de **0.45,** este coeficiente estructural ya está definido para la capa de rodamiento (Adoquín) y un $\mathbf{a_2}$ de **0.142** el que se obtuvo haciendo uso del nomograma para base granular estabilizada con cemento.

Los espesores resultantes fueron, de: 4" para la carpeta de rodamiento (En nuestro caso adoquín) y 6" para la base.

En el Capítulo V: Evaluación de Impacto Ambiental.

Para tramo de estudio Empalme los Jobos- Comunidad Estanzuela, después de hacer la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto, se concluye que la mayoría de los impactos negativos se darán especialmente en la etapa de construcción. Los impactos negativos son en su gran mayoría de baja a moderada intensidad, donde los factores de los medio más perjudicados serán el aire, suelo y flora y fauna. Para los cuales se proponen soluciones preventivas o correctivas para disminuir o eliminar las afectaciones a nivel biótico, abiótico y social.

En la etapa de operación se darán la mayoría de los impactos positivos principalmente los cuales están relacionados con el fortalecimiento del comercio y el turismo de la región. Los impactos positivos son en su gran mayoría de elevada intensidad.

RECOMENDACIONES.

- Se deberá de realizar un corte de corte de 30 centímetros de profundidad (Espesor de la estructura de pavimento diseñada), este debe ser constante a lo largo de los 3 kilómetros del tramo.

- El material cortado deberá ser desalojado en su totalidad y reemplazado por el material del banco de préstamo N°1 (Los Jobos).

- En la elaboración de la capa base, se debe constatar que el material no esté contaminado, que esté libre de cualquier otro material, ya sea bolsas, trozos de árboles o rocas muy grandes, ya que esto disminuirá la resistencia de la estructura y provocaría hundimientos en la estructura de rodamiento.

- El material de base de Suelo-Cemento deberá compactarse al 95% de su densidad máxima Proctor Modificado.

- Realizar pruebas de densidad en compactación cada 20 metros para una mejor estabilización.

- Con los datos ensayados se llegó a la conclusión que para el tipo de material del banco de préstamo (Los Jobos) se deberá utilizar una dosificación del 5% de cemento portland que equivale a 2.5 bolsas de cemento por cada metro cubico de material selecto.

- Los Adoquines de concreto deberán cumplir con las especificaciones de la norma NTON 12009-10 para Adoquines de concreto para pavimento.

- El Adoquín a usarse es el tipo "TRAFICO", de concreto de 3500 Psi, sin rajaduras ni defectos en las aristas, sin orificios en sus partes planas y de buena contextura, el cual será procedente de la capital Managua.

- Es obligación del Contratista adquirir adoquines de la calidad especificada y que sean a entera satisfacción del dueño. La superficie adoquinada, una vez terminada deberá tener un bombeo del 3% lateral para facilitar el escurrimiento del agua.

- Las primeras filas de adoquines deberán ser colocadas con mucho cuidado para evitar el desalojo de los bloques que ya están colocados. Una vez que se han colocado las primeras filas, se asentarán las demás firmemente, debiendo estar todas las unidades en contacto con las que las rodean.

- Se recomienda cumplir con los espesores de diseño que en este caso son 6 pulgadas de base granular y una capa de 2 pulgadas de Arena y por último colocar el adoquín de 4 pulgadas, para garantizar una estructura adecuada y de buena calidad.

- La arena que se utilizará deberá ser pasada el 100% por la malla No. 4 y deberá estar libre de terrones de arcilla, basura o cualquier otro material inadecuado, libre de material orgánico o material de pómez.

- Respetar las pendientes de escorrentía para este tipo de superficies ya que al tratarse de adoquín y pendiente muy elevada podría desencajonarlos.

- Efectuar una debida supervisión durante el período de construcción, y en el cumplimiento de los espesores de diseño de las capas estructurales.

BIBLIOGRAFIAS.

- ✓ AASHTO, e. a. (93). Diseño de Pavimentos AASHTO 93 (5ta edición). San Juan: Instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos.

- ✓ BCN Informe anual (2014) .

- ✓ Conesa Fdez, V. (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

- ✓ Fonseca, A. M. (2011). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras 2da.

- ✓ Infraestructura, M. d. (2014). Anuario de Tráfico. Managua: División de Administración Vial.

- ✓ Infraestructura, M. d. (2000). Espeificadiones Técnicas NIC 2000. Managua: Ministerio de Transporte e Infraestructura.

- ✓ SIECA. (2002). Manual Centro Americano de Normas 2da. Guatemala: Secretaria de la Integración Económica Centroamericana.

OTROS DOCUMENTOS.

- ✓ Hernandez, M. I. (2011). Ingeneria de Tráfico. Esteli: Universidad Nacional de Ingeniria (UNI– RUACS).

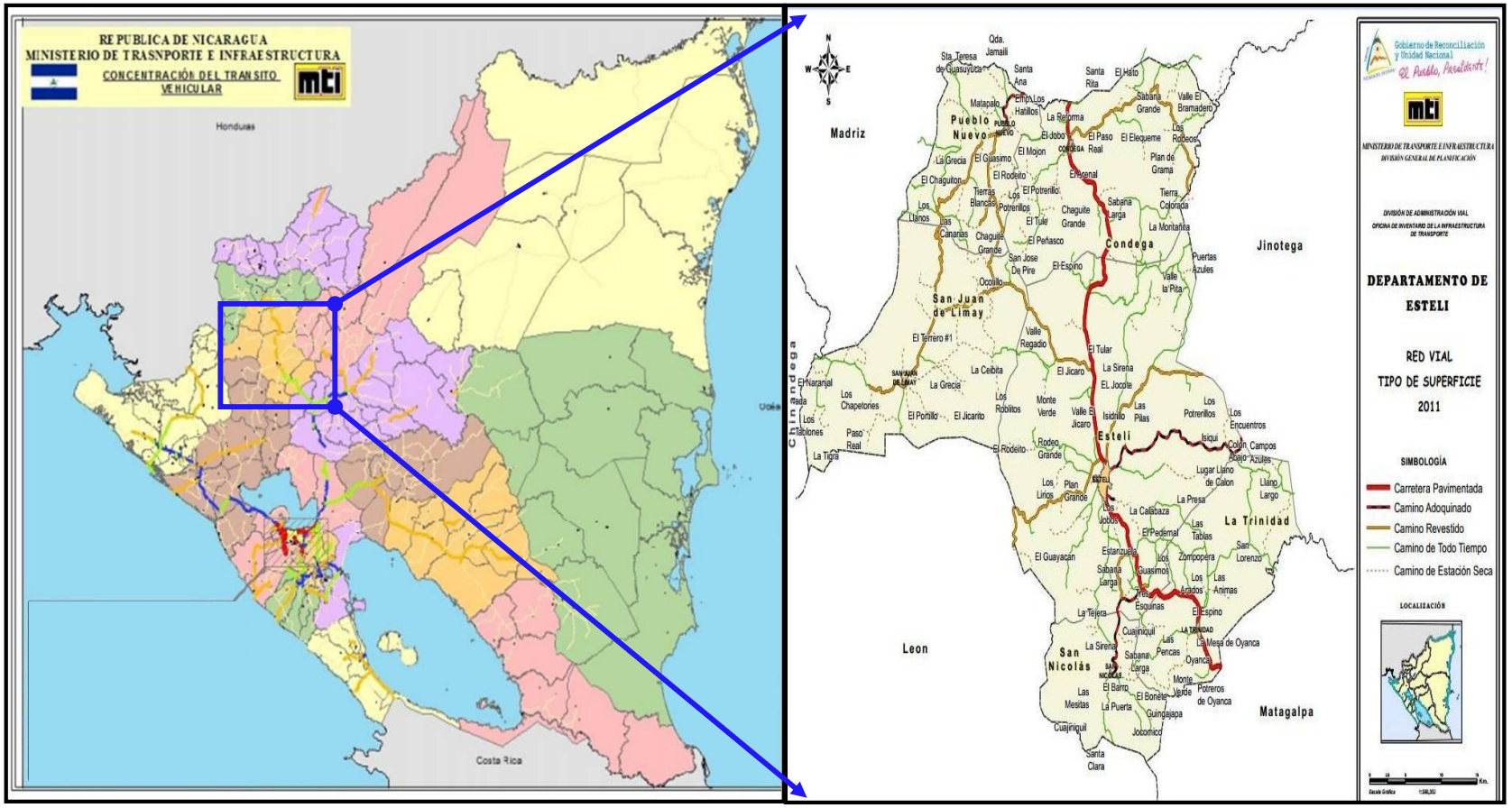
- ✓ Ing Navarro. (2014). Ingeneria de Tráfico. curso Titulacion Esteli: Universidad Nacional de Ingeniria (UNI– RUACS).

- ✓ Ing Bustamante pavimento flexible curso Titulacion (2014) . Esteli: Universidad Nacional de Ingeniria (UNI– RUACS).

- ✓ Msc. Arles Soriano Molina. Disciplina de ingeniería de Suelos en Carreteras.

Anexos

Imagen – 10: Macro-Localización



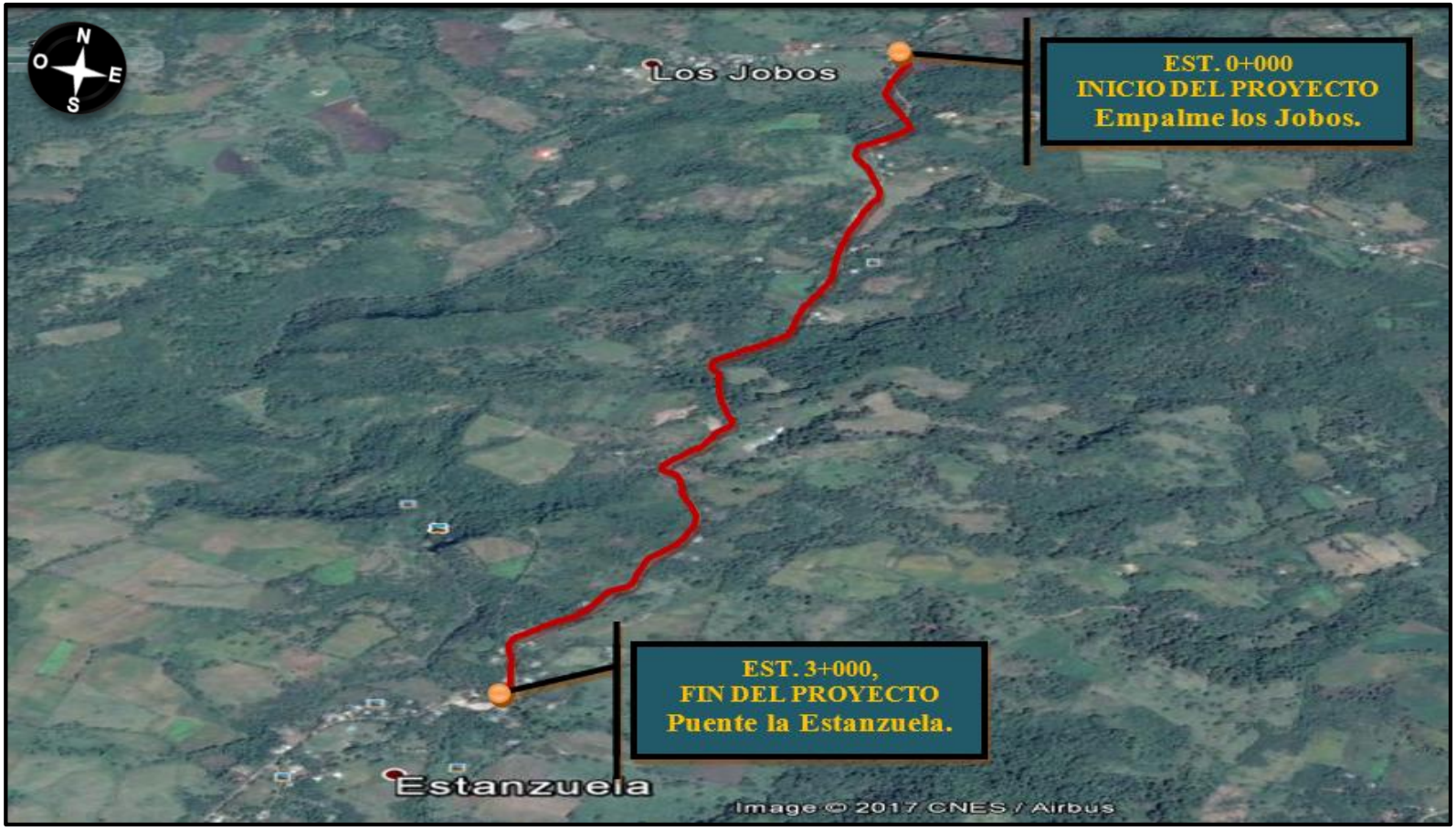
Fuente: Alcaldía Municipal de Estelí.

Imagen – 11: Micro-Localización.



Fuente: Alcaldía Municipal de Estelí (Plano Geodésico Sin Escala).

Imagen – 12: Micro Localización.



Fuente: Google Earth.

Fotos: Estado Actual del Tramo en Estudio.

Foto – 1: Estado actual de la carpeta de rodamiento, no posee cunetas. (Empalme los Jobos, Estación 0+000).



Fuente: Sustentantes.

Foto – 2: Deterioro por erosión de la carpeta de rodamiento. (Estación 0+800).



Fuente: Sustentantes.

Foto – 3: Drenaje Inexistente en la vía.

(Estación 2+200).



Fuente: Sustentantes.

Foto – 4: Mal estado de la carpeta de rodamiento.

(Estación 2+400).



Fuente: Sustentantes.

Foto – 5: Mal estado de la carpeta de rodamiento. (Estación 2+800).



Fuente: Sustentantes.

Foto – 6: Fin de la trama, puente la Estanzuela.

(Estación 3+000).



Fuente: Sustentantes.

Tabla – 46: Formato de Conteo Vehicular.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Sede Regional Del Norte - Recnto Augusto C. Sandino

FORMATO DE CONTEOS DE TRÁFICO

TRAMO CARRETERO: *FECHA CONTEO:*
ESTACION: *SENTIDO:* *AFORADOR:*

Hora	Bicic	Moto	Vehículos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga										Veh. Pesados		Veh. Trac. Animal
			Autos	Jeep	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB > 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C4	C2R2	C2R3	TxSx<5	T3S2	T3S3	Otros	Veh. Const	Veh. Agríc	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Fuente: Facilitador. Ing. Jimmy Sierra.

Tabla – 47: Conteo Vehicular día Lunes 08 – Mayo – 2017:

HORA		FECHA DE CONTEO: LUNES 8 DE MAYO 2017				SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS						UBICACIÓN: EMPALEME LOS JOBOS EST. 0+000								
		Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros			Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.	Otros	
						<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.				
06:00	07:00	42	5	0	26	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	75
07:00	08:00	35	2	0	30	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	70
08:00	09:00	25	3	0	14	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	45
09:00	10:00	11	2	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	24
10:00	11:00	8	4	1	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
11:00	12:00	16	0	3	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	28
12:00	13:00	16	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	21
13:00	14:00	4	1	0	5	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16
14:00	15:00	25	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	35
15:00	16:00	14	2	0	4	0	1	1	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	27
16:00	17:00	22	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	26
17:00	18:00	12	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17
		230	**23**	**8**	**118**	**0**	**1**	**3**	**7**	**9**	**6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**411**

Fuente: Sustentantes.

Tabla – 48: Conteo Vehicular día Martes 09 – Mayo – 2017:

HORA		FECHA DE CONTEO: MARTES 9 DE MAYO 2017				SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS						UBICACIÓN: EMPALEME LOS JOBOS EST. 0+000								
		Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros			Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.	Otros	
						<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.				
06:00	07:00	51	6	1	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	75
07:00	08:00	44	5	0	7	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	58
08:00	09:00	33	2	1	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	44
09:00	10:00	18	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
10:00	11:00	10	6	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	21
11:00	12:00	8	3	1	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
12:00	13:00	6	8	1	3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	21
13:00	14:00	5	3	2	2	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16
14:00	15:00	4	8	2	7	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	24
15:00	16:00	1	4	0	5	0	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17
16:00	17:00	21	2	1	6	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	34
17:00	18:00	4	4	3	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
		205	**55**	**12**	**75**	**1**	**5**	**3**	**11**	**8**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**381**

Fuente: Sustentantes.

Tabla – 49: Conteo Vehicular día Miércoles 10 – Mayo – 2017:

HORA		FECHA DE CONTEO: MIERCOLES 10 DE MAYO 2017				SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS						UBICACIÓN: EMPALEME LOS JOBOS EST. 0+000								
		Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros			Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.	Otros	
						<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.				
06:00	07:00	32	7	1	13	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	57
07:00	08:00	27	6	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40
08:00	09:00	14	5	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	28
09:00	10:00	12	3	0	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21
10:00	11:00	8	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
11:00	12:00	3	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	11
12:00	13:00	21	1	1	4	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
13:00	14:00	16	0	2	6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	26
14:00	15:00	7	2	2	1	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	17
15:00	16:00	18	0	2	7	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	30
16:00	17:00	21	10	1	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	44
17:00	18:00	5	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	12
		184	**42**	**10**	**65**	**0**	**1**	**4**	**5**	**7**	**7**	**0**	**0**	**0**	**0**	**5**	**0**	**0**	**330**

Fuente: Sustentantes.

Tabla – 50: Conteo Vehicular día Jueves 11 – Mayo – 2017:

HORA		FECHA DE CONTEO: JUEVES 11 DE MAYO 2017				SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS						UBICACIÓN: EMPALEME LOS JOBOS EST. 0+000								
		Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros			Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.	Otros	
						<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.				
06:00	07:00	45	5	3	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	70
07:00	08:00	21	7	0	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
08:00	09:00	14	2	1	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22
09:00	10:00	18	2	0	5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	27
10:00	11:00	9	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
11:00	12:00	7	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13
12:00	13:00	32	1	1	11	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	48
13:00	14:00	11	2	0	5	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	22
14:00	15:00	2	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
15:00	16:00	3	2	0	1	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
16:00	17:00	12	9	0	9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	33
17:00	18:00	5	2	1	3	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	15
		179	**38**	**6**	**63**	**2**	**4**	**3**	**6**	**11**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**317**

Fuente: Sustentantes.

Tabla – 51: Conteo Vehicular día Viernes 12 – Mayo – 2017:

HORA		FECHA DE CONTEO: VIERNES 12 DE MAYO 2017				SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS						UBICACIÓN: EMPALEME LOS JOBOS EST. 0+000							
		Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros			Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.	Otros	
						<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.				
06:00	07:00	37	9	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
07:00	08:00	11	7	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	24
08:00	09:00	7	5	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
09:00	10:00	4	11	0	5	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25
10:00	11:00	1	5	0	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
11:00	12:00	3	0	0	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
12:00	13:00	2	1	1	11	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
13:00	14:00	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
14:00	15:00	5	1	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
15:00	16:00	1	4	3	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
16:00	17:00	16	14	2	20	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	56
17:00	18:00	4	1	3	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
		93	**61**	**11**	**88**	**1**	**1**	**4**	**6**	**5**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**275**

Fuente: Sustentantes.

Tabla – 52: Conteo Vehicular día Sábado 13 – Mayo – 2017:

HORA		FECHA DE CONTEO: SABADO 13 DE MAYO 2017				SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS						UBICACIÓN: EMPALEME LOS JOBOS EST. 0+000							
		Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros			Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.	Otros	
						<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.				
06:00	07:00	43	6	0	21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
07:00	08:00	8	4	0	11	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	28
08:00	09:00	2	2	1	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
09:00	10:00	7	2	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
10:00	11:00	3	3	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	11
11:00	12:00	1	1	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	11
12:00	13:00	14	4	1	17	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
13:00	14:00	7	1	0	4	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	17
14:00	15:00	5	1	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
15:00	16:00	7	0	2	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
16:00	17:00	32	5	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
17:00	18:00	3	3	1	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	13
		132	**32**	**9**	**97**	**2**	**2**	**3**	**5**	**4**	**8**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**296**

Fuente: Sustentantes.

Tabla – 53: Conteo Vehicular día Domingo 14 – Mayo – 2017:

HORA		FECHA DE CONTEO: DOMINGO 14 DE MAYO 2017				SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS						UBICACIÓN: EMPALEME LOS JOBOS EST. 0+000								
		Vehículos de Livianos				Veh. Pasajeros			Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx-Rx	Cx-Rx	V.A.	V.C.	Otros	
						<15 s.	15-30 s.	30+ s.	2-5 t.	5+ t.		<=4 e.	>=5 e.	<=4 e.	>=5 e.				
06:00	07:00	14	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
07:00	08:00	12	2	0	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		0	0	24
08:00	09:00	2	4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
09:00	10:00	7	1	0	12	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22
10:00	11:00	3	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
11:00	12:00	4	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
12:00	13:00	10	0	1	2	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18
13:00	14:00	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
14:00	15:00	11	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16
15:00	16:00	7	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
16:00	17:00	11	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
17:00	18:00	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
		91	21	5	47	1	2	2	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	178

Fuente: Sustentantes.

Tabla – 54: Factores de la Estación de Mayor Cobertura Nº 107.

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx=>5	Cx-Rx=<4	Cx-Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.25	1.30	1.29	1.29	1.29	1.49	1.19	1.36	1.44	1.42	1.00	1.61	1.00	1.00	1.14	2.00	1.19
Factor Semana	1.06	1.05	1.01	0.95	0.98	1.12	0.99	0.89	0.90	0.84	1.00	0.91	1.00	1.00	0.99	1.00	0.95
Factor Fin de Semana	0.87	0.89	0.97	1.15	1.04	0.79	1.04	1.47	1.39	1.89	1.00	1.31	1.00	1.00	1.04	1.00	1.15
Factor Expansión a TPDA	0.94	0.90	0.83	0.90	0.84	0.97	0.96	1.03	0.85	0.95	7.00	0.95	1.00	1.00	2.13	1.33	1.20

Fuente: Revista Anuario de Aforo 2015, Pag. 37, Ministerio de Transporte e Infraestructura.

Tabla – 55: Indicadores Macro-Económicos.

Conceptos - Concept	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PIB (a precios constantes)[1/] - Real GDP[1/]	119,235.2	125,540.1	129,120.1	125,557.4	129,564.3	137,638.3	145,333.0	151,921.3	158,856.8	166,686.8
PIB (córdobas corrientes) - Nominal GDP	119,235.2	137,590.8	164,494.3	170,459.9	186,683.0	218,762.9	245,800.3	268,853.9	306,061.2	345,958.6
PIB (en millones US$) - GDP (million of US$)	6,786.3	7,458.1	8,491.4	8,380.7	8,741.3	9,755.6	10,439.4	10,874.7	11,790.2	12,692.5
Población (miles de habitantes)[7/] - Population (thousands)[7/]	5,638.0	5,707.9	5,778.8	5,850.5	5,923.1	5,996.6	6,071.0	6,134.3	6,198.2	6,262.7
Base monetaria - Monetary base	8,121.8	9,847.8	10,369.5	12,425.7	14,549.8	18,278.0	19,174.4	20,466.9	23,502.5	29,661.4
Depósitos totales[8/] - Total deposits[8/]	38,792.8	45,454.7	48,776.4	56,489.1	70,400.3	82,043.5	86,550.1	98,591.8	117,345.7	133,636.1
Cartera de crédito bruta[9/] - Gross credit portfolio[9/]	31,941.8	42,026.3	47,198.6	44,241.7	45,289.1	53,852.4	69,457.2	84,281.8	100,712.1	123,839.2
Balance del SPNF a/d - Balance of NFPS (before grants)	(3,464.2)	(2,905.7)	(4,875.2)	(6,576.7)	(4,121.9)	(3,457.4)	(4,144.5)	(5,803.4)	(7,957.3)	(9,892.9)
Balance del SPNF d/d - Balance of NFPS (after grants)	578.6	1,311.1	(1,027.8)	(2,195.7)	(1,101.6)	354.2	(626.5)	(3,024.2)	(4,541.5)	(5,580.2)

Fuente: Informe Anual del BCN -2015.

Tabla – 56: Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Trafico de la oficina de Diagnostico, Evaluación de pavimentos y puentes.

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

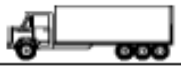
Fuente: Anuario de aforos de tráfico. MTI, Año 2015.

Tabla –57: Diagrama de cargas permisibles para Vehículos Liviano y Pasajeros.

Tipo de Vehículo	Peso por eje (TON)	Peso por eje (LBS)
AUTOMOVIL	1/1	2200/2200
JEEP	1/1	2200/2200
CAMIONETA	1/2	2200/4400
MC-15	2/4	4400/8800
MC-15-30	4/8	8800/17600
C-2 LIV	4/8	8800/17600
BUS=C2	5/10	11000/22000

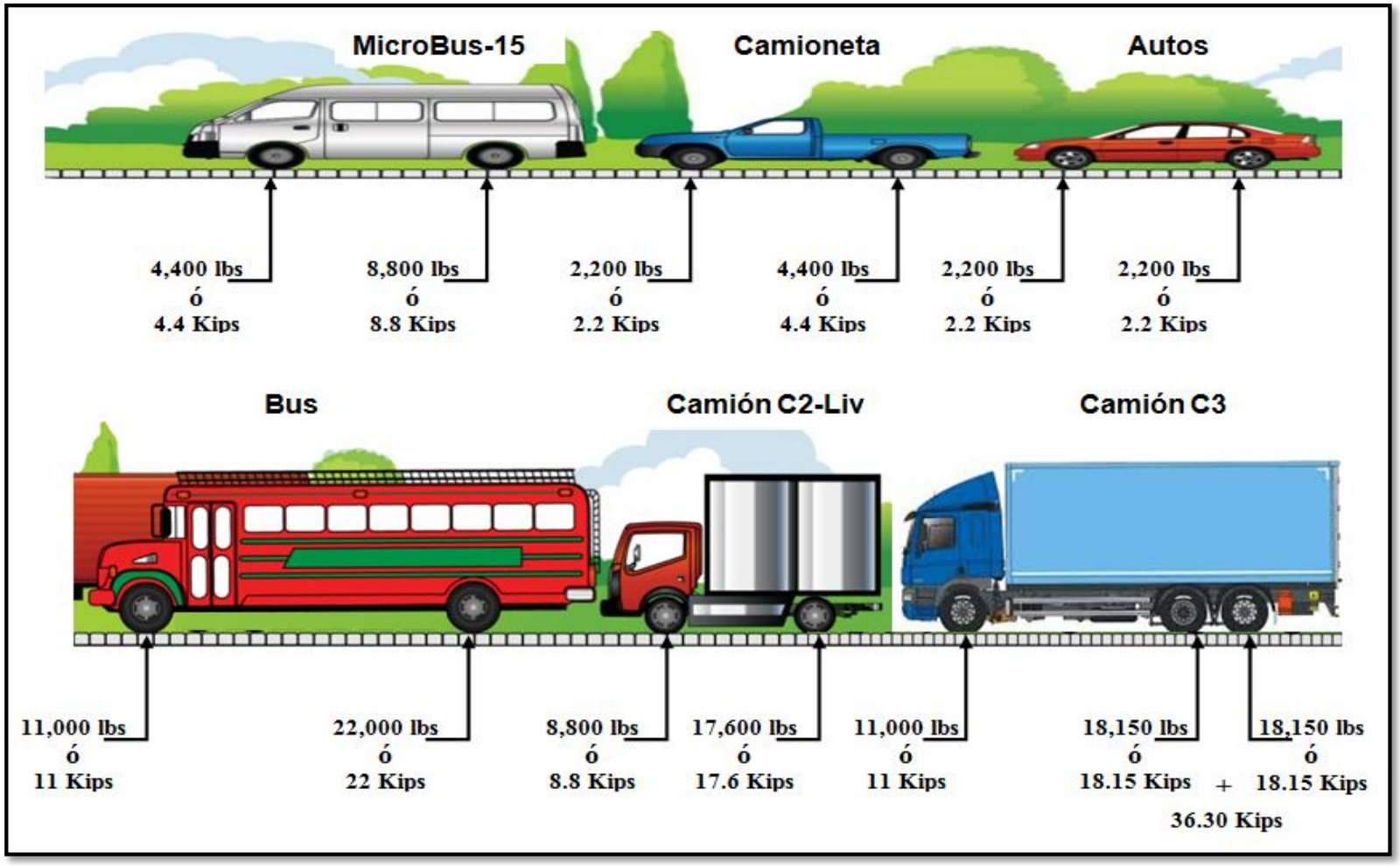
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Tabla –58: Diagrama de cargas permisibles para Vehículos Pesados.

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	Peso Máximo Total (1) Ton - Met.
C2		5.00	10.00					15.00
C3		5.00	16.50					21.50
			8.25	8.25				
C4		5.00	20.00					25.00
			6.67	6.66	6.66			
T2-S1		5.00	9.00	9.00				23.00
T2-S2		5.00	9.00	16.00				30.00
				8.00	8.00			
T2-S3		5.00	9.00	20.00				34.00
				6.67	6.66	6.66		
T3-S1		5.00	16.00		9.00			30.00
			8.00	8.00				
T3-S2		5.00	16.00		16.00			37.00
			8.00	8.00	8.00	8.00		
T3-S3		5.00	16.00		20.00			41.00
			8.00	8.00	6.67	6.66	6.66	
C2-R2		4.50	9.00	4.0 a	4.0 a			21.50
		4.50	9.00	6.5 b	6.5 b			26.50
C3-R2		5.00	16.00		4.0 a	4.0 a		29.00
		5.00	8.00	8.00	6.5 b	6.5 b		34.00
C3-R3		5.00	16.00		4.0 a	5.0 a	5.0 a	35.00
		5.00	8.0 b	8.0 b	6.5 b	5.0 b	5.0 b	37.50

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura vial (MTI).

Imagen 13: Representación de cargas por eje (Kips) permisibles.



Fuente: Sustentantes.

Tabla – 59: Factores de Carga para Pavimentos, ejes simples.

Tabla 3.1. Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $p_t = 2.0$

Carga por eje (kips)	(KN)	SN 1.0 (25.4)	pulg 2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	(mm) 4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)
2	8.9	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	17.8	.002	.003	.002	0.002	.002	.002
6	26.7	.009	.012	.011	0.10	.009	.009
8	35.6	.030	.035	.036	.033	.031	.029
10	44.5	.075	.085	.090	.085	0.79	.076
12	53.4	.165	.177	.189	.183	.174	.168
14	62.3	.325	.338	.354	.350	.338	.331
16	71.2	.589	.598	.613	.612	.603	.596
18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	97.9	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	106.8	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	115.7	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	124.6	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	133.5	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	142.4	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	151.3	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	160.0	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	169.1	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	178.0	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	186.9	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	195.8	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	204.7	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	213.6	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	222.5	113	108	97	86	81	82

2.2
4.4
8.8,
11
14.3
17.6

Fuente: (Manual AASHTO– 93 Design Requirements).

Tabla – 60: Factores de Carga para Pavimentos, ejes tándem.

Tabla 3.2. Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tándem, $p_t = 2.0$

Carga por eje		SN pulg (mm)					
(kips)	(KN)	1.0 (25.4)	2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)
2	8.9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	17.8	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002
6	26.7	.001	.001	.001	.001	.001	.001
8	35.6	.003	.003	.003	.003	.003	.002
10	44.5	.007	.008	.008	.007	.006	.006
12	53.4	.013	.016	.016	.014	.013	.012
14	62.3	.024	.029	.029	.026	.024	.023
16	71.2	.041	.048	.050	.046	.042	.040
18	80.0	.066	.077	.081	.075	.069	.066
20	89.0	.103	.117	.124	.117	.109	.105
22	97.9	.156	.171	.183	.174	.164	.158
24	106.8	.227	.244	.260	.252	.239	.231
26	115.7	.322	.340	.360	.353	.338	.329
28	124.6	.447	.465	.487	.481	.466	.455
30	133.5	.607	.623	.646	.643	.627	.617
32	142.4	.810	.823	.843	.842	.829	.819
34	151.3	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	160.0	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	169.1	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	178.0	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	186.9	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	195.8	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	204.7	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	213.6	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	222.5	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	231.4	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	240.3	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	249.2	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	258.1	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	267.0	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	275.9	16.6	16.0	14,7	13.7	13.8	14.5
64	284.7	19.3	18.6	17,0	15.8	15.8	16.6
66	293.6	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	302.5	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	311.4	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	320.3	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	329.2	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	338.1	42.8	41,2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	347.0	48.4	46.5	42.0.	38.0	37.0	38.6
80	355.9	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	364.8	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	373.7	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0

36.

Fuente: (Manual AASHTO– 93 Design Requirements).

Tabla – 61: Clasificación de suelos, según AASHTO.

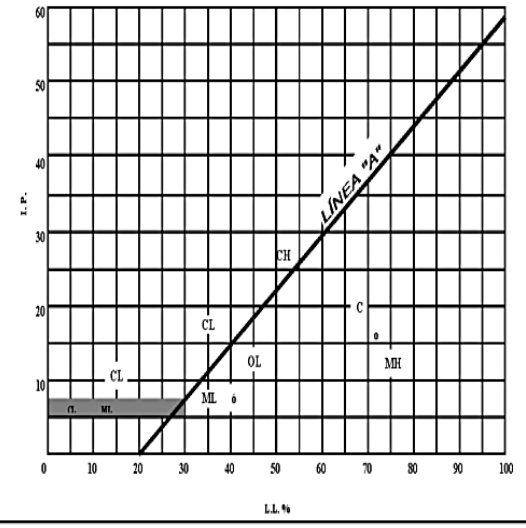
CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (igual o menor del 35% pasa el tamiz Nº 200)							Materiales Limo - Arcillosos (más del35% que pasa el tamiz Nº 200)			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 / A-7-6
% que pasa el Tamiz:											
Nº 10	50 máx.										
Nº 40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
Nº 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del Material que pasa el tamiz Nº 40											
Límite Líquido			NO PLÁSTICO	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 máx.
Índice de Plasticidad	6máx	6 máx.		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava, arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a Bueno					Regular a Deficiente					

NOTA: El índice de plasticidad de los suelos A-7-5 es igual o menor que su Límite Líquido 30, el de los A-7-6 mayor que su Límite Líquido (fig. 1) se halla indicada la relación ente lo LL e IP de los materiales finos. Dicho de otro modo, el grupo A-7 es subdividido en A-7-5 ó A-7-6 dependiendo del Límite Plástico (L.P.)
Si el LP ≥ 30, la clasificación es A-7-6
Si el LP < 30, la clasificación es A-7-5

Fuente: Libro de diseño de pavimentos, AASHTO 93.

Tabla – 62: Clasificación unificada de suelos, según SUCS.

DIVISIÓN MAYOR					SIMBOLO		NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕	Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GRAVAS LIMPIA Poco o nada de partículas finas	GW		Gravas bien graduadas,mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	DETERMÍNESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Menos del 5%:GW,GP,SW,SP; más del 12%: GM,GC,SM,SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles **	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. $Cu = D_{60} / D_{10}$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$
					GP		Gravas mal graduadas,mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.
				GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* GM	d	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. / Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
						u			LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.
					GC		Gravas arcillosas,mezclas de gravas,arena y arcilla		
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4		ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW		Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		$Cu = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3.
					SP		Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
				ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* SM	d	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. / Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
						u			LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.
					SC		Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.		
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕		LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50			ML		Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad	
					CL		Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)	
					OL		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
		LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50			MH		Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.		
					CH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		
					OH		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.		
		SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			P		Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		



Fuente: Ing. de Pavimentos para Carreteras, 2 da Edición, Alfonso Montejo, pág 53.

Resultados de Ensayes de Laboratorio.

Tabla – 63: Sondeo –1, Sondeo –2, Sondeo –3 y Sondeo –4.

EMPRESA CONSTRUCTORA DE LAS SEGOVIAS

EMCOSE

Tramo: *Emplame los Jobos –Estanzuela.* ***Sondeos:*** *Sondeos manuales del 1 al 4* ***Fecha.:*** *12 -04-2017*

RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELO

SONDEO No.	1	1	2	2	3	3	4	4	4
ESTACION	0+000	0+000	0+200	0+200	0+400	0+400	0+600	0+600	0+600
UBICACIÓN	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo
MUESTRA No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PROF. (m)	0.00 - 0.28	0.28 - 1.50	0.00 - 0.30	0.30 - 0.52	0.00 - 0.25	0.25 - 1.50	0.00 - 0.28	0.28 - 0.72	0.72 - 1.50
TAMIZ No.	PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ								
2"	100		100	100	100		100	100	
1 ½"	94		93	90	90	100	95	90	100
1"	81		82	67	78	99	81	67	100
3/4"	73		74	54	72	98	74	54	97
1/2"	57	100	55	39	53	94	55	39	95
3/8"	48	98	49	32	44	89	46	32	88
No. 4	34	86	33	21	30	66	37	21	60
No. 10	27	67	26	17	25	64	23	17	54
No. 40	18	42	17	12	16	55	19	12	51
No. 200	13	31	11	9	13	48	11	9	48
LL %	40	43	39	41	40	65	38	42	62
IP %	13	13	12	10	12	25	12	9	22
CLASIF. SUCS	GM	SM	GM	GW-GM	GM	GM	GM	GW-GM	GM
CLASIF. HRB	A-2-6 (0)	A-2-7 (0)	A-2-6 (0)	A-2-5 (0)	A-2-6 (0)	A-7-5 (9)	A-2-6 (0)	A-2-5 (0)	A-7-5 (8)
NOTA: En los sondeos donde no se profundizo hasta 1.50 m, se encontró material muy denso ó manto rocoso.									

Fuente: Emcose-IDISA.

Tabla – 64: Sondeo –5, Sondeo –6 y Sondeo –7.

EMPRESA CONSTRUCTORA DE LAS SEGOVIAS

EMCOSE

Tramo: Emplame los Jobos –Estanzuela. **Sondeos:** Sondeos manuales del 5 al 7 **Fecha.:** 12 -04-2017

RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELO

SONDEO No.	5	5	5	6	6	7	7	7
ESTACION	0+800	0+800	0+800	1+000	1+000	1+200	1+200	1+200
UBICACIÓN	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo
MUESTRA No.	10	11	12	13	14	15	16	17
PROF. (m)	0.00 - 0.27	0.27 - 0.70	0.70 - 1.50	0.00 - 0.22	0.22 - 1.50	0.00 - 0.30	0.30 - 0.80	0.80 - 1.50
TAMIZ No.	PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ							
2"	100			100	92	100	90	
1 ½"	94			93	88	98	86	
1"	79		100	79	84	88	80	
3/4"	71		99	71	80	81	77	
1/2"	55		94	55	74	58	72	
3/8"	45		89	44	68	43	67	
No. 4	31	100	73	30	53	33	52	100
No. 10	25	79	56	24	47	22	45	73
No. 40	16	64	32	15	37	18	36	44
No. 200	10	56	24	12	31	15	32	32
LL %	37	55	45	39	49	40	51	46
IP %	14	12	16	12	17	14	19	12
CLASIF. SUCS	GM	MH	SM	GM	GM	GM	GM	SM
CLASIF. HRB	A-2-6 (0)	A-7-5 (6)	A-2-7 (0)	A-2-6 (0)	A-2-7 (1)	A-2-6 (0)	A-2-7 (2)	A-2-7 (0)
NOTA: En los sondeos donde no se profundizo hasta 1.50 m, se encontró material muy denso ó manto rocoso.								

Fuente: Emcose-IDISA.

Tabla – 65: Sondeo –8, Sondeo –9, Sondeo –10 y Sondeo –11.

EMPRESA CONSTRUCTORA DE LAS SEGOVIAS

EMCOSE

Tramo: *Emplame los Jobos –Estanzuela.* ***Sondeos:*** *Sondeos manuales del 8 al 11* ***Fecha.:*** *12 -04-2017*

RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELO

SONDEO No.	8	8	9	9	10	10	11	11	11
ESTACION	1+400	1+400	1+600	1+600	1+800	1+800	2+000	2+000	2+000
UBICACIÓN	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo
MUESTRA No.	18	19	20	21	22	23	24	25	26
PROF. (m)	0.00 - 0.22	0.22 - 0.95	0.00 - 0.30	0.30 - 0.80	0.00 - 0.25	0.25 - 0.75	0.00 - 0.28	0.28- 0.75	0.75 - 1.50
TAMIZ No.	PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ								
2"	100	81	100		100		100	90	
1 ½"	98	75	98		96		93	86	
1"	88	63	86		82		86	80	
¾"	77	58	78		72		79	77	100
½"	61	49	58		55		53	72	98
3/8"	51	45	49		47		44	67	93
No. 4	37	40	35	100	33	100	33	52	72
No. 10	29	22	28	88	25	91	25	45	67
No. 40	21	17	19	58	17	62	19	36	58
No. 200	16	15	14	44	11	45	13	32	48
LL %	38	59	39	52	39	50	39	51	65
IP %	12	27	14	17	13	15	13	19	24
CLASIF. SUCS	GM	GM	GM	SM	GM	SM	GM	GM	GM
CLASIF. HRB	A-2-6 (0)	A-2-7 (0)	A-2-6 (0)	A-7-5 (4)	A-2-6 (0)	A-7-5 (4)	A-2-6 (0)	A-2-7 (2)	A-7-5 (9)
NOTA: En los sondeos donde no se profundizo hasta 1.50 m, se encontró material muy denso ó manto rocoso.									

Fuente: Emcose-IDISA.

Tabla – 66: Sondeo –12, Sondeo –13, Sondeo –14, Sondeo –15 y Sondeo –16.

EMPRESA CONSTRUCTORA DE LAS SEGOVIAS

EMCOSE

Tramo: *Emplame los Jobos –Estanzuela.* ***Sondeos:*** *Sondeos manuales del 12 al 16* ***Fecha.:*** *12 -04-2017*

RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELO

SONDEO No.	12	12	13	13	14	14	15	15	15	16	16
ESTACION	2+200	2+200	2+400	2+400	2+600	2+600	2+800	2+800	2+800	3+000	3+000
UBICACIÓN	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Derecho	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo	Borde Izquierdo
MUESTRA No.	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
PROF. (m)	0.00 - 0.24	0.24 - 1.50	0.00 - 0.25	0.25 - 0.94	0.00 - 0.28	0.28 - 1.20	0.00 - 0.22	0.22- 0.55	0.35 - 1.10	0.00 - 0.30	0.30 - 1.50
TAMIZ No.	PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ										
2"	100	100	100		100		100	90	100	100	
1 ½"	94	89	90		90	100	98	86	94	94	
1"	81	78	81		78	99	88	80	84	81	
¾"	73	64	77		72	98	81	77	65	73	
½"	57	41	51		53	94	58	72	44	57	100
3/8"	48	35	44		44	89	43	67	37	48	98
No. 4	34	29	30	100	30	66	33	52	30	34	86
No. 10	27	18	27	87	25	65	22	45	14	27	67
No. 40	18	11	15	51	16	53	18	36	9	18	42
No. 200	13	7	8	43	13	44	15	32	6	13	31
LL %	40	41	39	55	40	62	40	51	41	40	43
IP %	13	9	12	18	12	22	14	19	10	13	13
CLASIF. SUCS	GM	GW-GM	GM	SM	GM	GM	GM	GM	GW-GM	GM	SM
CLASIF. HRB	A-2-6 (0)	A-2-5 (0)	A-2-6 (0)	A-7-5 (4)	A-2-6 (0)	A-7-5 (6)	A-2-6 (0)	A-2-7 (2)	A-2-5 (0)	A-2-6 (0)	A-2-7 (0)
NOTA: En los sondeos donde no se profundizo hasta 1.50 m, se encontró material muy denso ó manto rocoso.											

Fuente: Emcose-IDISA.

Tabla – 67: Valores de CBR, Resultantes de los Ensayes de Laboratorio.

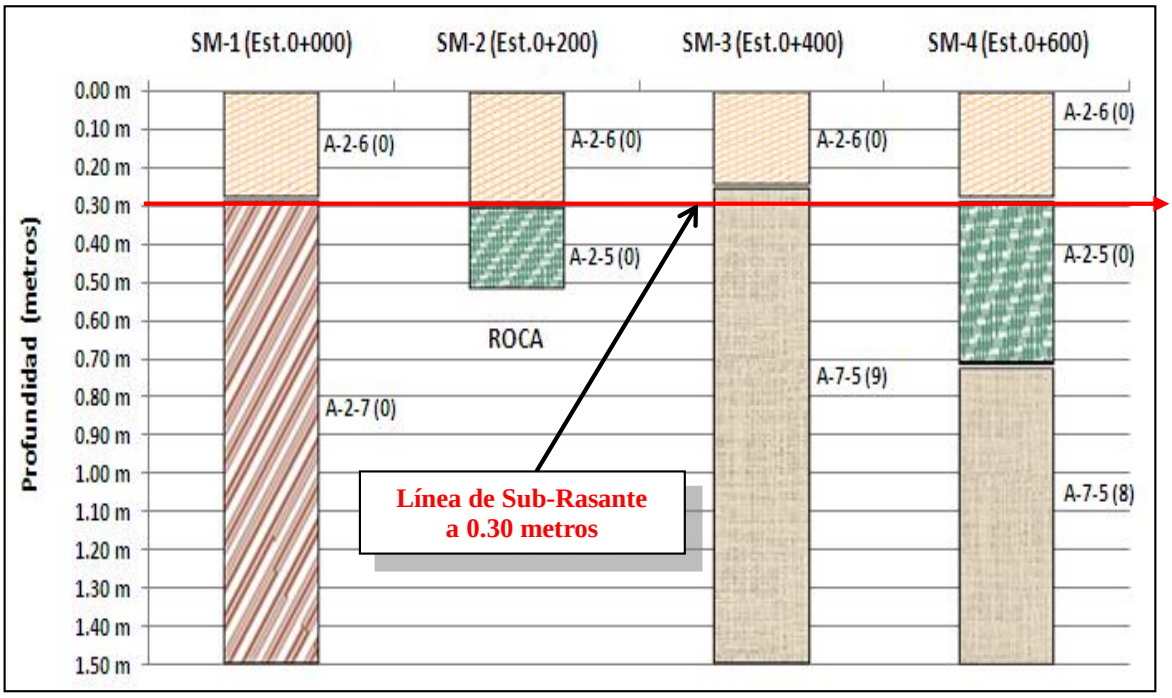
Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (metros)	Tipo de Suelo	Valor de CBR 95%
1 (0+000)	1	0.00 - 0.28	A-2-6 (0)	17
	2	0.28 - 1.50	A-2-7 (0)	**12**
2 (0+200)	3	0.00 - 0.30	A-2-6 (0)	16
	4	0.30 - 0.52	A-2-5 (0)	**23**
3 0+400)	5	0.00 - 0.25	A-2-6 (0)	18
	6	0.25 - 1.50	A-7-5 (9)	**7**
4 (0+600)	7	0.00 - 0.28	A-2-6 (0)	17
	8	0.28 - 0.72	A-2-5 (0)	**23**
	9	0.72 - 1.50	A-7-5 (8)	**8**
5 (0+800)	10	0.00 - 0.27	A-2-6 (0)	15
	11	0.27 - 0.70	A-7-5 (6)	**7**
	12	0.70 - 1.50	A-2-7 (0)	**12**
6 (1+000)	13	0.00 - 0.22	A-2-6 (0)	16
	14	0.22 - 1.50	A-2-7 (1)	**13**
7 (1+200)	15	0.00 - 0.30	A-2-6 (0)	17
	16	0.30 - 0.80	A-2-7 (2)	**13**
	17	0.80 - 1.50	A-2-7 (0)	**12**
8 (1+400)	18	0.00 - 0.22	A-2-6 (0)	16
	19	0.22 - 0.95	A-2-7 (0)	**12**
9 (1+600)	20	0.00 - 0.30	A-2-6 (0)	16
	21	0.30 - 0.80	A-7-5 (4)	**8**
10 (1+800)	22	0.00 - 0.25	A-2-6 (0)	18
	23	0.25 - 0.75	A-7-5 (4)	**8**
11 (2+000)	24	0.00 - 0.28	A-2-6 (0)	15
	25	0.28 - 0.75	A-2-7 (2)	**11**
	26	0.75 - 1.50	A-7-5 (9)	**8**
12 (2+200)	27	0.00 - 0.24	A-2-6 (0)	19
	28	0.24 - 1.50	A-2-5 (0)	**21**
13 (2+400)	29	0.00 - 0.25	A-2-6 (0)	20
	30	0.25 - 0.94	A-7-5 (4)	**8**
14 (2+600)	31	0.00 - 0.28	A-2-6 (0)	17
	32	0.28 - 1.20	A-7-5 (6)	**7**
15 (2+800)	33	0.00 - 0.22	A-2-6 (0)	15
	34	0.22 - 0.55	A-2-7 (2)	**13**
	35	0.55 - 1.10	A-2-5 (0)	**15**
16 (3+000)	36	0.00 - 0.30	A-2-6 (0)	18
	37	0.30 - 1.50	A-2-7 (0)	**12**

NOTA: Los valores de CBR coloreados son los utilizados en el diseño de la subrasante.

Fuente: Emcose.

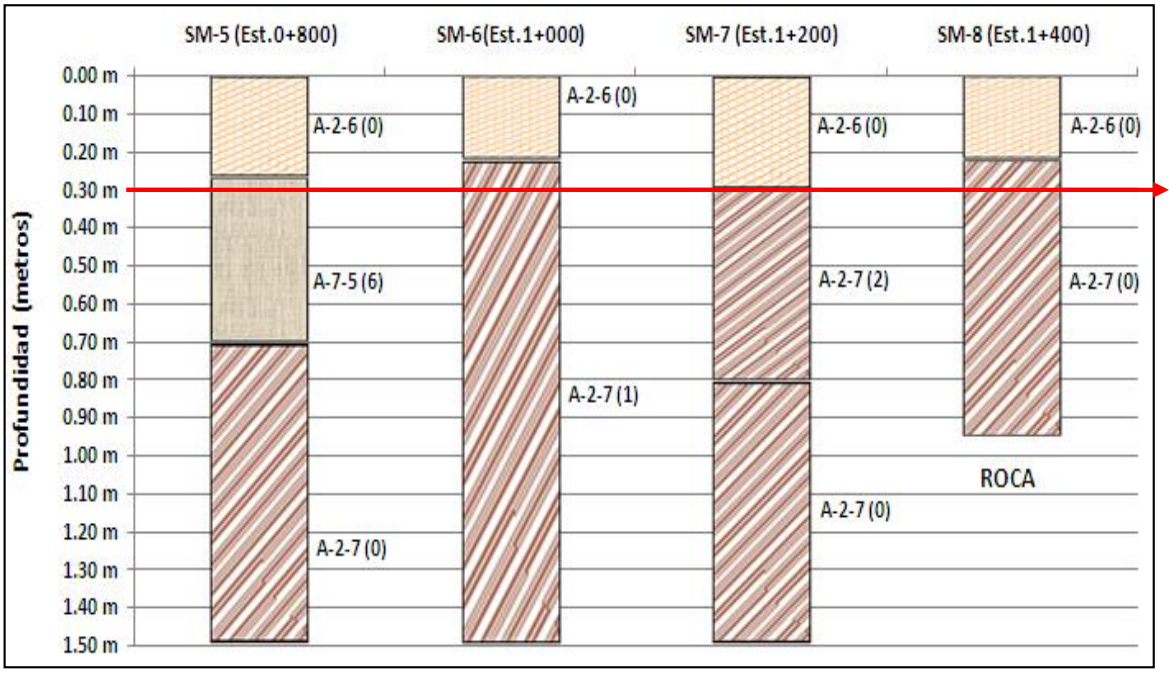
Perfiles Estratigráficos de la vía.

Gráfico – 16: Perfiles Estratigráficos de Est 0+000 a Est 0+600.



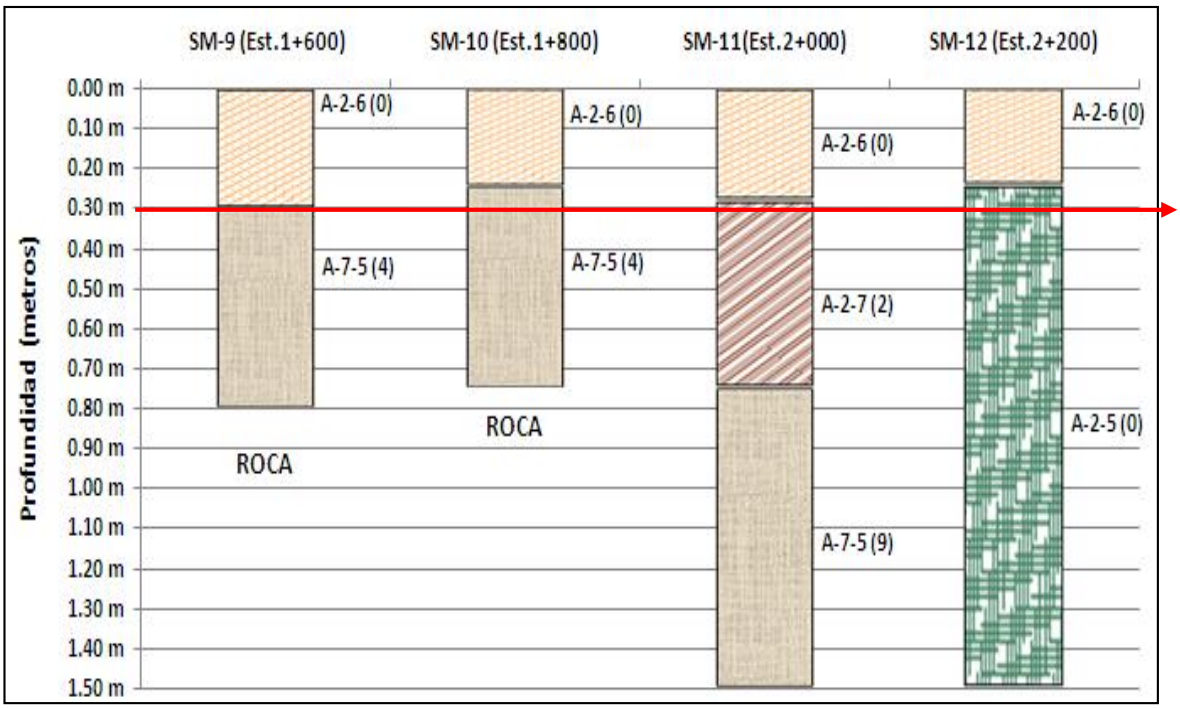
Fuente: Sustentantes.

Gráfico – 17: Perfiles Estratigráficos de Est 0+800 a Est 1+400.



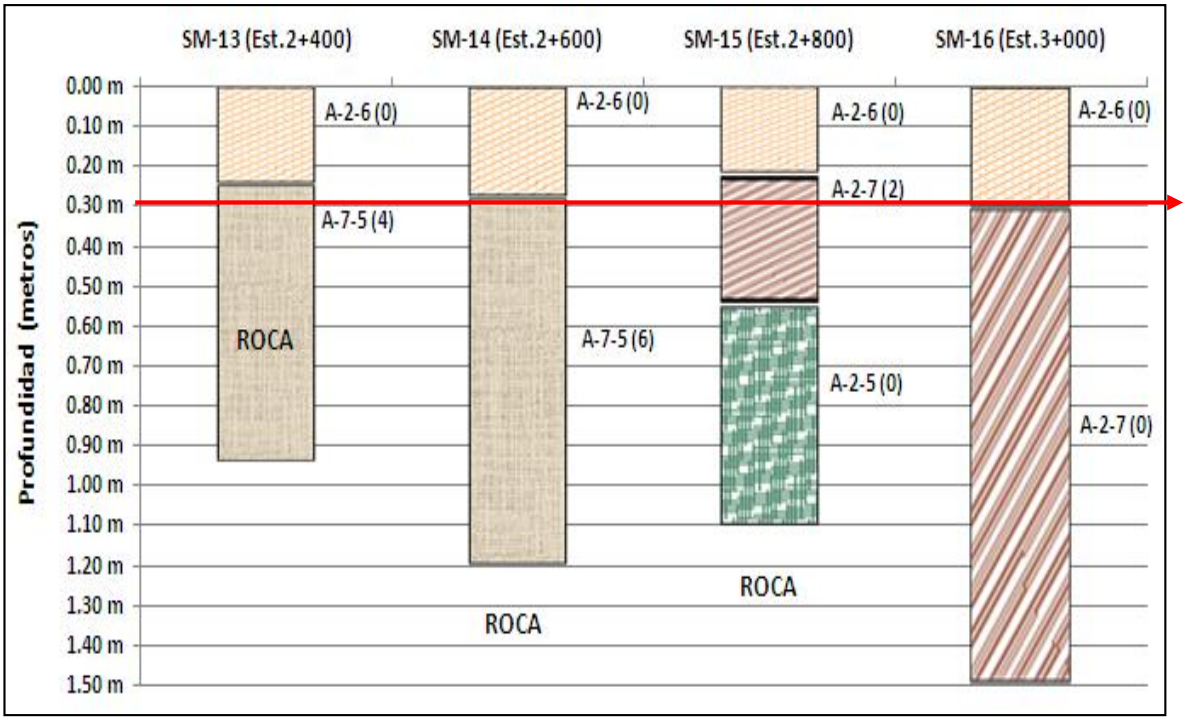
Fuente: Sustentantes.

Gráfico – 18: Perfiles Estratigráficos de Est 1+600 a Est 2+200.



Fuente: Sustentantes.

Gráfico – 19: Perfiles Estratigráficos de Est 2+400 a Est 3+000.



Fuente: Sustentantes.

Requerimiento mínimo NIC– 2000 (Banco Los Jobos).

Tabla – 68: Requisitos que debe cumplir el material, para ser utilizado como base.

Prueba	Requerimiento mínimo NIC– 2000	Banco de préstamo Los Jobos	Valoración
Graduación	**Cuadro 1003.10**	Cumple	**Cumple**
Desgaste, Los Ángeles	Máx. 50%	–	**–**
Índice de plasticidad	Máx. 10%	N.P	**Cumple**
CBR al 95% de AASHTO modificado (AASHTO T– 180) y 4 días de saturación	Min. 80%	74%	**No Cumple**

Fuente:Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes NIC 2000

Tabla – 69: Cuadro 1003.10 de NIC 2000, Requisitos graduación de agregados para el mejoramiento de la sub rasante (Banco Los Jobos).

Designación de tamiz (mm)	% que pasa por los tamices		Valoración
	NIC– 2000	Banco Préstamo Los Jobos	
75	100	100	**Cumple**
4.75	30– 70	48	**Cumple**
0.075	0– 15	6	**Cumple**

Fuente:Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes NIC 2000.

Requerimiento mínimo NIC– 2000 (Banco La Quiatilla).

Tabla – 70: Requisitos que debe cumplir el material, para ser utilizado como base.

Prueba	Requerimiento mínimo NIC– 2000	Banco de préstamo La Quiatilla	Valoración
Graduación	**Cuadro 1003.10**	No Cumple	**No Cumple**
Desgaste, Los Ángeles	Máx. 50%	–	**–**
Índice de plasticidad	Máx. 10%	27	**No Cumple**
CBR al 95% de AASHTO modificado (AASHTO T– 180) y 4 días de saturación	Min. 80%	52%	**No Cumple**

Fuente:Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes NIC 2000.

Tabla – 71: Cuadro 1003.10 de NIC 2000, Requisitos graduación de agregados para el mejoramiento de la sub rasante.

Designación de tamiz (mm)	% que pasa por los tamices		Valoración
	NIC– 2000	Banco La Quiatilla	
75	100	100	**Cumple**
4.75	30– 70	55	**No Cumple**
0.075	0– 15	9	**Cumple**

Fuente:Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes NIC 2000.

Tabla-72: Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 (Muestra al 90%).

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A.

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2 c. abajo

Telfs.: 2248-1180, 2248-1729, 2244-2095.

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

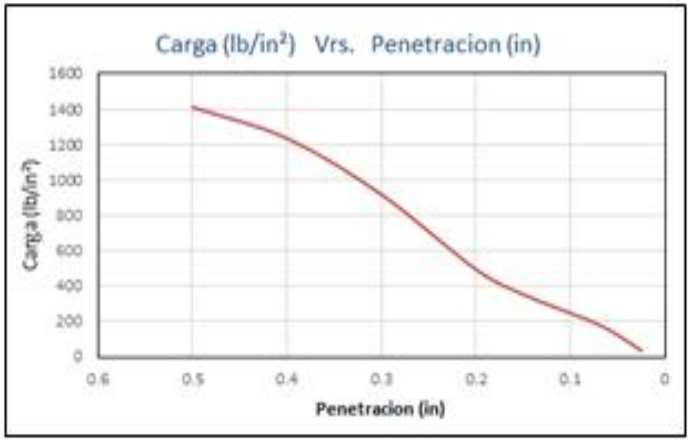
CLIENTE: EMCOSE-ESTELI FECHA: 08/04/2016

PROYECTO: EMPALME LOS JOBOS - LA ESTANZUELA

PROCEDENCIA: BANCO "LOS JOBOS" EST. 1+900

RESULTADOS DE ENSAYES (BANCO DE MATERIAL)

Ensaye de Valor Relativo Soporte o Relacion de Soporte de California (C.B.R)				AASHTO T 193 - 63 ASTM D1883 - 73 Muestra al 90%
Penetración		Sobrecarga		
mm	pulg	Lectura Carga	Carga lb/in²	CBR
0.64	0.025	2	35.3	
1.27	0.05	7	123.55	
1.91	0.075	11	194.15	
2.54	0.1	14	247.1	24.71
3.81	0.15	20	353	
5.08	0.2	28	494.2	32.95
7.62	0.3	52	917.8	48.31
10.16	0.4	70	1235.5	
12.7	0.5	80	1412	



Fuente: ***IDISA (Ingeniería, Desarrollo e Inversiones, S.A).***

Tabla-73: Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 (Muestra al 95%).

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A.

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2 c. abajo

Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095.

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

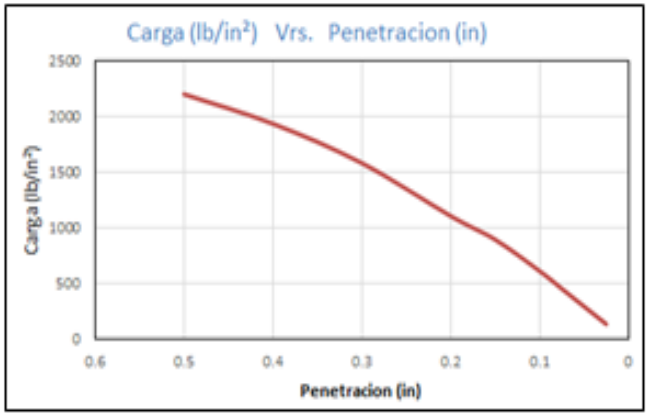
CLIENTE: EMCOSE-ESTELI FECHA: 08/04/2016

PROYECTO: EMPALME LOS JOBOS - LA ESTANZUELA

PROCEDENCIA: BANCO "LOS JOBOS" EST. 1+900

RESULTADOS DE ENSAYES (BANCO DE MATERIAL)

Ensaye de Valor Relativo Soporte o Relacion de Soporte de California (C.B.R)				AASHTO T 193 - 63 ASTM D1883 - 73 Muestra al 95%
Penetración		Sobrecarga		
mm	pulg	Lectura Carga	Carga lb/in²	CBR
0.64	0.025	8	141.2	
1.27	0.05	17	300.05	
1.91	0.075	26	458.9	
2.54	0.1	35	617.75	61.78
3.81	0.15	51	900.15	
5.08	0.2	63	1111.95	74.13
7.62	0.3	90	1588.5	83.61
10.16	0.4	110	1941.5	
12.7	0.5	125	2206.25	



Fuente: ***IDISA (Ingeniería, Desarrollo e Inversiones, S.A).***

Tabla-74: Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 (Muestra al 100%).

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A.

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2 c. abajo

Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonet.com.ni

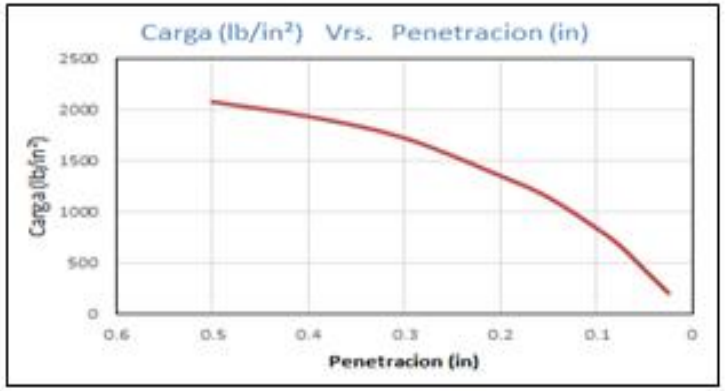
CLIENTE: EMCOSE-ESTELI FECHA: 08/04/2016

PROYECTO: EMPALME LOS JOBOS - LA ESTANZUELA

PROCEDENCIA: BANCO "LOS JOBOS" EST. 1+900

RESULTADOS DE ENSAYES (BANCO DE MATERIAL)

Ensaye de Valor Relativo Soporte o Relacion de Soporte de California (C.B.R)				AASHTO T 193 - 63 ASTM D1883 - 73 Muestra al 100%
Penetración		Sobrecarga	Carga lb/in²	CBR
mm	pulg	Lectura Carga		
0.64	0.025	12	211.8	
1.27	0.05	25	441.25	
1.91	0.075	38	670.7	
2.54	0.1	48	847.2	84.72
3.81	0.15	65	1147.25	
5.08	0.2	77	1359.05	90.60
7.62	0.3	98	1729.7	91.04
10.16	0.4	110	1941.5	
12.7	0.5	118	2082.7	



Fuente: ***IDISA (Ingeniería, Desarrollo e Inversiones, S.A).***

Tabla-75: Ensaye de CBR del Banco de Materiales No. 1 (Resultados Finales).

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A.

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2 c. abajo

Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095.

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

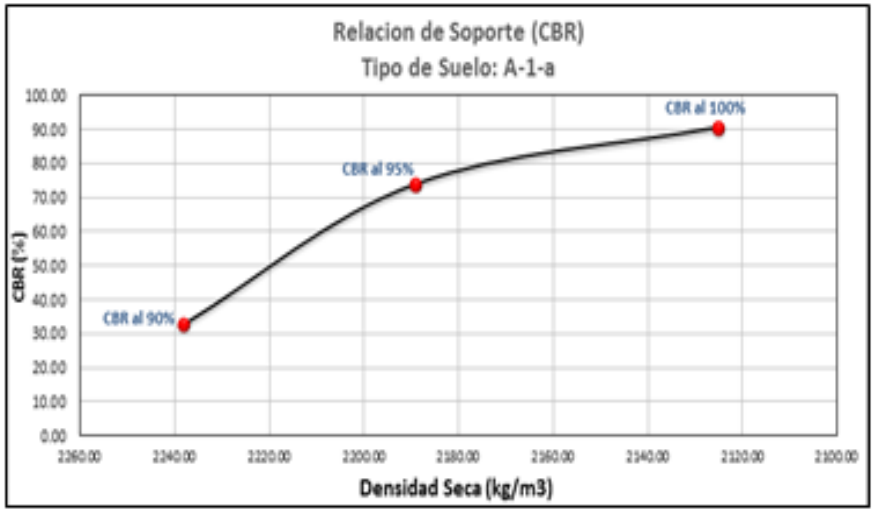
CLIENTE: EMCOSE-ESTELI FECHA: 08/04/2016

PROYECTO: EMPALME LOS JOBOS - LA ESTANZUELA

PROCEDENCIA: BANCO "LOS JOBOS" EST. 1+900

RESULTADOS DE ENSAYES (BANCO DE MATERIAL)

Relacion de Soporte de California (C.B.R)		
AASHTO T 193 - 63		ASTM D1883 - 73
Densidad Seca (Kg/m³)	% de CBR	Valor de CBR
2125.00	90%	32.95
2189.00	95%	74.13
2238.00	100%	90.60



Fuente: ***IDISA (Ingeniería, Desarrollo e Inversiones, S.A).***

Tabla-76: Estabilización con Cemento del Banco de Materiales No. 1.

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A.

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2 c. abajo

Telfs.: 2248-1180, 2248-1729, 2244-2095.

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

CLIENTE: EMCOSE-ESTELI FECHA: 08/04/2016

PROYECTO: EMPALME LOS JOBOS - LA ESTANZUELA

PROCEDENCIA: BANCO "LOS JOBOS" EST. 1+900

RESULTADOS DE ENSAYES (BANCO DE MATERIAL)

ESTABILIZACION CON CEMENTO ASTM D -1633-00													
N°	Dosificacion	fecha de fabriacion	fecha de ensayo	edad	diametro	altura	area	Masa	Volumen	carga	carga	esfuerzo	esfuerzo
				dias	(cm)	(cm)	(cm^2)	(kg)	(cm^3)	(lb)	(kg)	(psi)	(kg/cm^2)
1	4%	15/05/2016	22/05/2016	7	10	11.5	78.5	2.0278	903.2	2,749.70	1,247.50	204.85	14.4
2	5%	15/05/2016	22/05/2016	7	10	11.5	78.5	2.0087	903.2	4,416.20	2,003.60	342.84	24.1
3	8%	15/05/2016	22/05/2016	7	10	11.5	78.5	2.0045	903.2	5897.5	2,675.60	485.10	34.1
											promedio		24.2

Fuente: ***IDISA (Ingeniería, Desarrollo e Inversiones, S.A).***

Imagen 14: Ubicación del Banco de Materiales a utilizar (Banco Los Jobos).



Fuente: Google Earth.

Inicio del proyecto estación 0+000.

Fin del proyecto estación 3+000.

GLOSARIO.

- ✓ **Bombeo**: Es la inclinación que se da a 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.

- ✓ **Calicatas:** Son excavaciones de profundidad pequeña a media, permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa para conocer la estratigrafía del subsuelo y caracterizar geotécnicamente cada uno de sus estratos. La calicata permite la toma de muestras in situ.

- ✓ **CBR. (Relación de Carga California):** Relación entre la presión necesaria para penetrar los primeros 0.25 cm en un material de prueba y la presión necesaria para penetrar la misma profundidad en un material de características conocidas o patrón. Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para sub– rasante, sub base y base de pavimentos.

- ✓ **Humedad Óptima:** La humedad óptima es parte del ensayo de compactación, es la cantidad de agua a la cual se obtiene el mayor grado de compactación y se evalúa según la curva de compactación.

- ✓ **Índice de Plasticidad:** Es el rango de humedades en el que el suelo tiene un comportamiento plástico. Por definición es la diferencia entre límite líquido y el límite plástico.

- ✓ **Límites de Atterberg:** Es el procedimiento analítico que permite determinar el contenido de humedad en el cual se producen los cambios de estado de un suelo. Los límites definidos son sólido, semi– solido, plástico o semilíquido.

- ✓ **Limite líquido:** Es el contenido de humedad correspondiente al límite entre el estado semi– líquido y plástico. Se les practican estos ensayos a los materiales que pasen la malla No.40.

- ✓ **Limite plástico:** Es el contenido de humedad correspondiente al límite entre el estado plástico y semi– sólido.

- ✓ **Módulo Resilente**: Es una medida de la propiedad elástica de los suelos, fundamentalmente para caracterizar los materiales que constituyen la sección de un pavimento de una carretera.

- ✓ **PIB: El producto interno bruto** (**PIB**), es una medida macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país durante un período determinado de tiempo.

- ✓ **Posteadora:** Es una herramienta, manual muy simple que se usa para perforaciones o sondajes en suelos blandos hasta profundidades de 5m a 6m.