

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

FORMULACIÓN A NIVEL DE PRE FACTIBILIDAD DEL MEJORAMIENTO DEL TRAMO DE CARRETERA EMPALME LOS CERRITOS – EMPALME DE CHILAMATILLO (7.36KM), EN EL MUNICIPIO DE ESTELÍ.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. César Esaú
Márquez García
Carnet: 2015-0366U

Tutor:

Br. Juan Bosco
Urbina Collado
Carnet: 2015-0922U

MSC. Silvia Lindo
O'connors.

24 de Mayo de 2024
Managua, Nicaragua

Agradecimiento.

Damos gracias a Dios todo poderoso por permitirnos llegar a este punto importante en nuestra vida, por la salud que nos ha brindado y que través de su inmenso amor nos ha dado la fortaleza para seguir adelante y cumplir una de las metas más anheladas, el cual nos ha dado mucho aprendizaje y experiencias personales, que necesitó de mucho trabajo, paciencia y perseverancia donde aún en los momentos que sentimos complicados, logramos salir adelante en nombre de Él.

Con mucho aprecio agradecemos a nuestra tutora Msc. Silvia Lindo O'connors, quien con plena vocación nos compartió sus conocimientos y puntos de vista a lo largo de nuestro proyecto monográfico. Nos llevamos de esta hermosa experiencia una gran mentora, el cual siempre la veremos como una de los mejores maestros de la carrera y de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Le damos gracias a todos nuestros docentes, por irnos preparando a lo largo de este camino y dejar su semilla en nuestras vidas, al brindarnos sus conocimientos y motivarnos a salir adelante.

Damos gracias a nuestra Alma Mater, quien nos abrió sus puertas y así tener el privilegio de estudiar, por prepararnos para la vida y ser profesionales de buena ética y de calidad.

Gracias a nuestros padres y demás familiares que son y serán todo para nosotros, porque este logro no es solo propio, sino que es mas de ellos, fruto de todo el sacrificio que hicieron, llegar a este momento de nuestras vidas nunca hubiera sido posible, de no ser de las manos de ellos. A todos les damos las ¡Gracias!

Contenido

CAPITULO I. GENERALIDADES DE ESTUDIO	0
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos	4
1.5 Marco Teórico.....	5
1.5.1 Definiciones Generales	5
1.6 Diseño Metodológico	17
1.6.1 Tipo de Investigación.	17
1.6.2 Área de estudio	18
1.6.3 Población y Muestra.....	20
1.6.4 Fuentes de Investigación	22
• Estudio de mercado	23
• Estudio técnico	25
• Estudio Económico.....	27
• Evaluación social.....	27
CAPITULO II. ESTUDIO DE MERCADO	30
2.1 Caracterización del mercado	31
2.2 Descripción de la población objetivo	31
2.3 Definición del bien o servicio	31
2.3.1 caracterización del bien o servicio.....	32
Análisis de la demanda	32
• Demanda Actual.....	32
• Demanda Futura	44
Análisis de la Oferta	49
• Oferta Actual	49
• Optimización de la oferta.....	49
CAPITULO III. ESTUDIO TECNICO.....	53
3.1 Tamaño Óptimo.....	54

3.2 Ingeniería de Proyecto	54
3.3 Tecnología e Ingeniería de Proyecto	68
3.3.1 Selección del Equipamiento	68
3.3.2 Balance de Equipamiento	70
3.3.3 Proceso de Mantenimiento.....	75
3.3.4 Selección del Personal.....	75
3.3.5 Balance de Personal	76
3.3.6 Distribución Espacial de las Instalaciones.....	78
3.3.7 Balance de Obras Físicas	81
3.4 Análisis Técnico de las Propuestas de Carpetas de Rodamiento	85
3.5 Aspectos Legales.	86
3.6 Aspectos Organizacionales	88
CAPITULO IV. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO	90
4.1 Inversión Fija	91
4.2 Inversión Diferida.....	91
4.3 Costos de Operación.....	92
4.4 Transformación a Precio Social.....	94
4.4.1 Precio Social de Volumen de Obras Físicas	94
4.4.2 Precio Social de Mano de Obra.....	95
4.4.3 Precio Social de Maquinaria.....	96
4.4.4 Inversión Inicial Social.....	98
4.4.5 Precio Social de Mantenimiento de Obras Físicas.....	99
4.5 Beneficio Social	100
4.5.1 Ahorro por costos vehiculares.....	101
4.5.2 Ahorro por disminución de enfermedades.....	101
4.5.3 Aumento del valor de propiedades.....	102
4.5.4 Aumento por Excedente del Productor.....	102
4.5.5 Flujo de Beneficio Social	104
4.6 Flujo Financiero	106
4.7 Criterios de Evaluación Económica	109
4.7.1 Valor Actual Neto Económico (VANE).....	109
4.7.2 Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)	109

4.7.3 Tiempo Óptimo de Ejecución	110
Conclusiones	111
Recomendaciones.....	113
Bibliografía.....	114
ANEXOS	117

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Determinación de Población y Muestra de acuerdo a la comunidad de San Juan.	I
Anexo 2. Tabla resumen del tránsito por día.	I
2.1 Tabla de resumen tránsito por día. Estación #2 Empalme Chilamatillo. Flujo: Estelí – Miraflores.....	I
2.2 Tabla de resumen tránsito por día. Estación #2 Empalme Chilamatillo. Flujo: Miraflores – Estelí.....	II
2.3 Tabla de resumen tránsito por día. Estación #2 Empalme Chilamatillo. Flujo: Estelí – La Concordia.	III
2.4 Tabla de resumen tránsito por día. Estación #2 Empalme Chilamatillo. Flujo: La Concordia – Estelí.	IV
Anexo 3. Velocidad Actual.....	IV
Anexo 4. Factores de Expansión del TPDA.	V
Anexo 4.1 Factores de expansión del 3er cuatrimestre de la EMC 1802 San Marcos –Masatepe. Anuario de Trafico 2017.....	V
Anexo 4.2 Estación 3502, tramo Estelí – Empalme de Chilamatillo.....	V
Anexo 5. Tasa de Crecimiento de Estación de Mayor Cobertura EMC 1802.	VI
Anexo 6. Tasas de Crecimiento Poblacional.	VI
Anexo 6.1 Tasas de Crecimiento Poblacional Proyectado periodo del departamento de Estelí 2005 – 2020.	VI
Anexo 6.2 Tasas de Crecimiento Poblacional Intercensales para el departamento de Estelí 1995 – 2005.	VII
Anexo 7. Tasa de Crecimiento del Producto Interno Bruto de Nicaragua.	VII
Anexo 7.1 Variación Interanual del PIB. 2010 – 2020.....	VII
Anexo 7.2 Producto Interno Bruto de Nicaragua año 2021.	VIII
Anexo 8. Clasificación del tramo de carretera.	VIII
Anexo 9. Oferta Actual.	IX

Anexo 9.1 Ancho de Carretera, punto seleccionado 1.	IX
Anexo 9.2 Ancho de Carretera, punto seleccionado 2.	IX
Anexo 9.3 Ancho de Carretera, punto seleccionado 3.	IX
Anexo 10. Porcentaje según tipo de suelo.	X
Anexo 10.1 Contenido de suelo y clasificación, Est. 0+000 – Est. 3+600.....	X
Anexo 10.2 Contenido de suelo y clasificación, Est. 3+700 – Est. 7+300.....	XI
Anexo 10.3 Porcentaje según tipo de suelo para bancos de material.....	XII
Anexo 11. Volumen de Corte y Relleno.....	XIII
Anexo 11.1 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.....	XIII
Anexo 11.2 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.....	XIV
Anexo 11.3 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.....	XV
Anexo 11.4 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.....	XVI
Anexo 11.5 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.....	XVII
Anexo 12. Determinación de Factor de Carga Equivalente (LEF).	XVIII
Anexo 12.1 Pesos Máximos Permisibles por Tipo de Vehículo	XVIII
Anexo 12.2 Factor de Equivalencia de Carga (LEF).	XIX
Anexo 13. Determinación de Espesor de Losa para Pavimento de Concreto Hidráulico.....	XX
Anexo 14. Mapa de Precipitación Media Anual de Nicaragua.	XXI
Anexo 15. Plano de Detalle Drenaje Menor	XXII
Anexo 16. Balance de Personal	XXIII
Anexo 16.1. Tabla de Salario Mínimo	XXIII
Anexo 16.2. Tabla de Tarifa Progresiva de Impuestos sobre la Renta	XXIII
Anexo 17 Balance de Obras Físicas.	XXIV
Anexo 17.1. Cantidades de Obras para Pavimento Asfáltico.....	XXIV
Anexo 17.2. Cantidades de Obras para Pavimento de Concreto Hidráulico.....	XXV
Anexo 17.3. Cantidades de Obras para Pavimento de Adoquines	XXVI
Anexo 18. Costo de Mano de Obra Para Mantenimiento	XXVII
Anexo 18.1 Costo de Mano de Obra por Mantenimiento Periódico Para Pavimento Asfáltico.....	XXVII
Anexo 18.2 Costo de Mano de Obra por Mantenimiento Periódico Para Pavimento Concreto Hidráulico.....	XXVII

Anexo 18.3 Costo de Mano de Obra por Mantenimiento Periódico Para Pavimento Adoquinado	XXVII
Anexo 19. Factor de Precio Social	XXVII
Anexo 20. Encuesta de Beneficio Social.....	XXVIII
Anexo 21. Aumento por Excedente del Productor.....	XXIX
Anexo 21.1 Áreas Explotadas en el Área de Estudio.....	XXIX
Anexo 21.2 Áreas Explotadas en Maíz y Frijol en el Municipio de Estelí	XXX
Anexo 21. Aumento por Excedente del Productor.....	XXX
Anexo 21.3 Precios de Venta al por Mayor de Granos Básicos.....	XXX
Anexo 22. Tabla de Flujo Financiero	XXXI
Anexo 22.1. Tabla De Flujo Financiero Para Alternativa De Concreto Hidráulico	XXXI
Anexo 22.2 Tabla de Flujo Financiero Para Alternativa De Pavimento Asfáltico	XXXII
Anexo 23. Tabla de Flujo Social.....	XXXIII
Anexo 23.1 Tabla De Flujo Social Para Alternativa De Concreto Hidráulico	XXXIII
Anexo 23.2 Tasa de Flujo Social Para Alternativa De Pavimento Asfáltico	XXXIV
Anexo 24. Fotografías Recopiladas en Sondeo Visual.....	XXXV
Anexo 24.1 Fotografía de Empalme Los Cerritos, Inicio del Tramo.	XXXV
Anexo 24.2 Estructura Actual del Tramo de Carretera, Estructura de Macadán.	XXXV
Anexo 24.3 Movilización de Vehículos de Carga y Livianos, Demanda Actual.	XXXVI
Anexo 24.4 Obstaculización en la Carretera, Condiciones Actuales de la Vía.	XXXVI
Anexo 24.5 Daño en la Estructura del Camino, Condiciones Actuales de la Vía.	XXXVII
Anexo 24.6. Fotografía de Empalme de Chilamatillo, Fin del Tramo.	XXXVII

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Determinación del Tránsito Promedio Diario Anual, flujo Estelí – Miraflores.....	37
Tabla 2. Determinación del Tránsito Promedio Diario Anual, flujo Miraflores – Estelí	38
Tabla 3. Determinación del Tránsito Promedio Diario Anual, flujo Estelí – La Concordia.	39
Tabla 4. Determinación del Tránsito Promedio Diario Anual, flujo La Concordia - Estelí	40
Tabla 5. Resumen de TPDA por flujos de tránsito correspondiente al año 2018.	41
Tabla 6. Transito Promedio Diario Anual, demanda Actual.	43
Tabla 7. Tabla resumen de Productos Internos Brutos de Nicaragua (PIB).	46
Tabla 8. Tabla Resumen de Tasas de Crecimiento Para Demanda Futura.	47
Tabla 9. Tabla de TPDA del tramo en estudio proyectado a 20 años.	48
Tabla 10. Porcentaje de Suelo Según Clasificación	50
Tabla 11. Tabla de Comparación de los Criterios de Diseño y los Criterios Reales.	51
Tabla 12. Tabla Balance Oferta – Demanda.	52
Tabla 13. Tabla de Factores de Equivalencia de Carga por tipo de vehículos...	57
Tabla 14. Tabla de Ejes Equivalente de Diseño (ESAL's).....	58
Tabla 15. Espesores Mínimos Sugeridos para Pavimento Asfáltico.....	58
Tabla 16. Pruebas de CBR al 100% de compactación.....	60
Tabla 17. Calidad del drenaje de la estructura de pavimento.....	61
Tabla 18. Tabla de Coeficiente de Drenaje Cd.....	61
Tabla 19. Tabla de Coeficiente de transmisión de Carga J.	62
Tabla 20. Tabla de Niveles de Confiabilidad R.....	62
Tabla 21. Tabla de Error Estándar Combinado en función de R y Zr.	63
Tabla 22. Tabla Resumen de las Variables para Diseño de Espesor de Losa...	63
Tabla 23. Tabla de Composición del Pavimento de Adoquín	64
Tabla 24. Tabla de Balance de Equipamiento de Pavimento Asfáltico.....	71
Tabla 25. Tabla de Balance de Equipamiento de Pavimento de Concreto Hidráulico	72
Tabla 26. Tabla de Balance de Equipamiento de Pavimento de Adoquín.....	73

Tabla 27. Costo Total de Alquiler para Pavimento Asfáltico	74
Tabla 28. Costo Total de Alquiler para Pavimento de Concreto Hidráulico	74
Tabla 29. Costo Total de Alquiler para Pavimento de Adoquines.....	75
Tabla 30. Pago Total de Personal para Pavimento Asfáltico.....	77
Tabla 31. Pago Total de Personal para Pavimento de Concreto Hidráulico	77
Tabla 32. Pago Total de Personal para Pavimento de Adoquinado	78
Tabla 33. Tabla de Dimensiones de Calzada.	79
Tabla 34. Cantidades de Obras para Propuesta de Pavimento Asfáltico.	82
Tabla 35. Cantidades de Obras Propuesta de Pavimento de Concreto Hidráulico.	83
Tabla 36. Cantidades de Obras para Propuesta de Pavimento Adoquinado.	84
Tabla 37. Tabla de Comparación de Balance de Obras Físicas.	85
Tabla 38. Capital Inicial Para Propuestas de Pavimento.	91
Tabla 39. Inversión Diferida de las Alternativas.....	92
Tabla 40. Inversión Total de las Alternativas.....	92
Tabla 41. Costos de Mantenimiento de Obras Físicas.	93
Tabla 42. Costo de Mano de Obra por Mantenimiento.....	93
Tabla 43. Costo Total de Mantenimiento.....	94
Tabla 44. Precio Social de Cantidades de Obras Físicas.....	94
Tabla 45. Precio Social de Mano de Obra para Pavimento Asfáltico	95
Tabla 46. Precio Social de Mano de Obra para Pavimento Concreto Hidráulico	95
Tabla 47. Precio Social de Mano de Obra para Pavimento Adoquinado.....	96
Tabla 48. Precio Social de Maquinaria Para Pavimento Asfáltico	96
Tabla 49. Precio Social de Maquinaria Para Pavimento de Concreto Hidráulico	97
Tabla 50. Precio Social de Maquinaria Para Pavimento Adoquinado.....	97
Tabla 51. Tabla de Inversión Fija Social.....	98
Tabla 52. Tabla de Inversión Diferida Social.	98
Tabla 53. Tabla de Inversión Inicial Social.	98
Tabla 54. Tabla de Costo Social de Mantenimiento en Obras Físicas	99
Tabla 55. Tabla de Costo Social de Mano de Obra para Mantenimiento.	99
Tabla 56. Tabla de Costo Total Social en Mantenimiento de Carretera	100
Tabla 57. Tabla de Ahorro Total por Costos Vehiculares.	101
Tabla 58. Tabla de Ahorro Total por Atención Médica.	101

Tabla 59. Tabla de Aumento de Valor de las Viviendas.	102
Tabla 60. Tabla de superficies explotadas en área de estudio.....	103
Tabla 61. Tabla de Incremento de Producción.....	103
Tabla 62. Tabla de Ahorro en Transporte de Producción.....	104
Tabla 63. Tabla de Flujo de Beneficios Sociales.....	105
Tabla 64. Tabla de Flujo Financiero Para Alternativa De Pavimento De Adoquinado.	107
Tabla 65. Tabla de Flujo Social Para Alternativa De Pavimento De Adoquinado.	108
Tabla 66. Tabla de Evaluación del Valor Actual Neto Económico (VANE).	109
Tabla 67. Tabla de Evaluación de Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE).	109
Tabla 68. Tiempo Óptimo de Ejecución del Proyecto.....	110

INDICE DE FORMULAS

Fórmula 1. Fórmula de proyección, método geométrico.	20
Fórmula 2. Fórmula de determinación del tamaño de muestra finita.....	21
Fórmula 3. Volumen de Tránsito.	23
Fórmula 4. Tránsito promedio diario anual (TPDA).	23
Fórmula 5. Tránsito promedio diario mensual (TPDM).....	23
Fórmula 6. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)	24
Fórmula 7. Fórmula de Tasa de Crecimiento Ponderado.....	24
Fórmula 8. Proyección del TPDA	24
Fórmula 9. Cálculo balance Oferta – Demanda	24
Fórmula 10. Cálculo del Factor de aumento del Flujo de Vehículos.....	25
Fórmula 11. Cálculo del Tránsito de Diseño.....	25
Fórmula 12. Fórmula para determinar el ESAL de Diseño por tipo de Vehículo	25
Fórmula 13. Índice de Cambio de Serviciabilidad Δ PSI	26
Fórmula 14. Determinación del Módulo de Elasticidad E_c	26
Fórmula 15. Determinación del Módulo de Rotura del Concreto MR	26
Fórmula 16. Módulo de Reacción de la Subrasante K	26
Fórmula 17. Valor Actual Neto Económico (VANE).....	28
Fórmula 18. Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)	28

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Micro localización de tramo de carretera Empalme los Cerritos – Empalme de Chilamatillo.	19
Figura 2. Macro localización, Empalme los cerritos – Empalme de Chilamatillo. Estelí.	20
Figura 3. Puntos de Aforo por Número de Flujos.	34
Figura 4. Pesos Máximo por Ejes de camión tipo C2.	57
Figura 5. Interpolación de pesos por eje, para determinación de LEF.	57
Figura 6. Sección Típica del Tramo de Carretera de Pavimento Asfáltico	79
Figura 7. Sección Típica del Tramo de Carretera de Concreto Hidráulico	80
Figura 8. Sección Típica del Tramo de Carretera de Pavimento Adoquinado	80
Figura 9. Organigrama de Estructura de la Unidad Ejecutora.	88

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Gráfica de la demanda vehicular vs tiempo	35
Gráfica 2. Composición del Tránsito Promedio Diario Anual	42
Gráfica 3. Organigrama de Trabajo	76

CAPITULO I. GENERALIDADES DE ESTUDIO

1.1 Introducción

Con el fin de obtener la metodología inequívoca a seguir para la realización del estudio del tema monográfico "FORMULACIÓN A NIVEL DE PRE FACTIBILIDAD DEL MEJORAMIENTO DEL TRAMO DE CARRETERA EMPALME LOS CERRITOS – EMPALME DE CHILAMATILLO (7.36KM), EN EL MUNICIPIO DE ESTELÍ ". Se han detallado todas las actividades que formarán parte de la metodología para llegar a evaluar dicho proyecto.

Se han desarrollado objetivos que se deberán cumplir acorde a un cronograma de trabajo, realizando cada una de las actividades de investigación y análisis, desde el punto de vista teórico, técnico y financiero para culminar con una evaluación de proyecto de dicho tramo de carretera en estudio, desde un punto de vista social.

Este proyecto propone analizar cada una de las alternativas de mejoramiento de la estructura de pavimento, según la demanda a futuro del flujo vehicular y se tomará la alternativa más óptima, a partir de los criterios de evaluación económica (VANE y TIRE) y el impacto social que traería a los sectores de producción, turismo y salud, así como a las instituciones públicas, privadas y población en general, quienes hacen uso del tramo de carretera en estudio.

1.2 Antecedentes

Por mucho tiempo, los pobladores de la comunidad de San Juan, ubicado en el municipio de Estelí, han tenido dificultades para movilizarse hacia la cabecera departamental. La condición actual del tramo de carretera que las conecta está conformada por un revestimiento de macadam, quedando muy susceptible a deterioros que van de moderado a severos, ocasionados en la temporada de invierno, dificultando así el transporte de los pobladores de la zona antes mencionada, principalmente a los productores. El camino presenta a lo largo de su trayectoria una irregularidad en el ancho de calzada o ancho de camino.

En octubre del 2018 las altas lluvias dejaron muchas afectaciones en los caminos de las comunidades aledañas al municipio de Estelí, donde los productores temían pérdidas en sus cosechas debido al mal estado de los caminos, arriesgando sus vehículos de doble tracción a vuelcos y aumentando tanto los costos de viajes como los costos de mantenimiento.

En noviembre de 2018 se inauguró la construcción de 2 kilómetros de carretera, abarcando de Estelí al Empalme Los Cerritos, quedando todavía comunidades sin beneficiar con un tramo de carretera.

En Nicaragua se han realizado muchos proyectos de construcción o mejoramientos de carreteras, a base de tres tipos de pavimento: asfalto, concreto hidráulico y de adoquines.

Estas tres propuestas pueden ser tomadas para hacer un estudio a nivel de pre factibilidad que determine si se puede o no llevar a cabo al menos una de las alternativas, y de ser así, conocer cuál es la más adecuada para su ejecución.

1.3 Justificación

Nicaragua es un país altamente agrícola y productor, en vías de desarrollo, es por eso que el departamento de Estelí siendo la tercera ciudad más grande de Nicaragua y también conocida como el diamante de las Segovias, necesita de carreteras que puedan brindar un mayor crecimiento y desarrollo socioeconómico al país especialmente la zona del norte.

El camino actualmente clasificado como Colectora secundaria, es un camino de gran importancia ya que abarca la intersección que conecta al Municipio de Estelí tanto con el municipio de La Concordia como con la carretera NIC_35B de San Sebastián de Yalí.

Las comunidades que abarcan el tramo de carretera no son muy pobladas a lo largo de su trayecto, pero si son de importancia porque forman parte del sector productor, el cual abarca 14 productores como son el caso de: Sr. Hugo René Altamirano Moncada, Sr. Eduardo Rodríguez, Sr. Ulises Castil Blanco. Los cuales necesitan comercializar sus cosechas y ser atendidos en Estelí.

Las personas que viven en esta zona necesitan de un camino que pueda asegurar el ágil traslado a los centros médicos de la cabecera departamental, evitando pérdidas humanas en casos de accidentes laborales o afectaciones de salud por diversas enfermedades, tales como el dengue, diarrea e infecciones respiratorias agudas, el cual el Sistema Local de Atención Integral en Salud en el municipio de Estelí (SILAIS – Estelí) reflejó 1027 casos, 829 casos y 499 casos respectivamente en el año 2022, llegando a ser uno de los 3 municipios más afectados por dengue en el año 2019 con 882 casos.

De realizarse un mejoramiento de carretera se reducirían los tiempos y costos de movilización además de costos por mantenimiento de los medios de transportes, por estas razones se valora la opción de un estudio a nivel de pre factibilidad, así conocer si es conveniente el llevar a cabo la ejecución del proyecto en la actualidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar un estudio a nivel de pre factibilidad del mejoramiento de 7.360km del tramo de carretera que va del empalme Los Cerritos al empalme de Chilamatillo, ubicado en el municipio de Estelí.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de mercado haciendo un análisis de demanda-oferta para las comunidades de San Juan, Las Pilas y Sabana Redonda en el municipio de Estelí.
- Realizar el estudio técnico, tomando en cuenta las distintas alternativas de pavimentos con que se puede llevar a cabo un mejoramiento del tramo de carretera.
- Evaluar la rentabilidad de la ejecución del proyecto, respecto al impacto socioeconómico en las comunidades en estudio y determinar la alternativa óptima.

1.5 Marco Teórico

Se han incluido definiciones de términos y conceptos relacionados al tema en estudio, para afianzar conocimientos y de esta manera, tener un panorama más amplio de la temática del proyecto.

1.5.1 Definiciones Generales

- **Proyecto de Construcción**

“Un proyecto de inversión es una propuesta técnica y económica para resolver un problema de la sociedad utilizando los recursos humanos, materiales y tecnológicos disponibles, mediante un documento escrito que comprende una serie de estudios que permiten al inversionista saber si es viable su realización.” (Córdoba, M. Formulación y evaluación de proyectos, 2a. ed, Bogotá, Ecoe Ediciones, 2011, p. XV).

- **Mejoramiento**

“Acción que tiene como objetivo aumentar la calidad de un servicio existente” (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, división general de Obras Públicas. Metodología General Para la Preparación y Evaluación de Proyecto de Inversión Pública, p. 24).

- **Proyecto social**

“El objetivo de los proyectos sociales es crear un cambio positivo en un problema existente. Para encontrar la mejor solución suele ser aconsejable involucrar a los miembros de la comunidad y las partes interesadas en su implementación, educar y motivar a otros para que también actúen y no desviarse de las causas fundamentales”.

(N.d. Obsbusiness.School. Retrieved May 14, 2023, from <http://https://www.obsbusiness.school/blog/proyectos-socialesejemplosdefinicion-y-tipos>)

- **Tramo de carretera**

“Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes cuyas características geométricas, tales como pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de las misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del ministerio de transporte y comunidades.” (Ministerio de transportes y comunicaciones, Dirección general de caminos y ferrocarriles, *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG, 2018, P. 10*).

- **Empalme**

“Dispositivo vial que permite el intercambio de vehículos entre dos o más vías a nivel.” (Manual de Señalización de tránsito. Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito CONASET. Ministerio de transporte y telecomunicaciones. Chile <https://www.conaset.cl/manualesenalizacion/default.html#glosario>)

- **Carpeta de Rodamiento o Pavimento**

“La estructura integral de las capas de subrasante, subbase, base y carpeta colocada encima de la rasante y destinada a sostener las cargas vehiculares. (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Secretaría de Integración Económica Centroamericana, 2002, Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, p. XVII).

- **Pavimento Flexible o Asfalto**

Son estructuras formadas por tres estratos o capas (pavimento, base y subbase) que se extienden y compactan sobre la subrasante existente y que a su vez pueden tener subcapas.

El pavimento está formado por una mezcla de material granular (grava y/o arena) y material bituminoso (asfalto), esta mezcla puede ser dosificada y diseñada por diferentes métodos. Tiene como función principal soportar las cargas, tanto horizontales como verticales del tránsito. Si su espesor supera los 10 centímetros se suele dividir en una capa de rodadura y una intermedia.

La siguiente capa es la base, un material granular que se compone por partículas de diferentes tamaños (triturados, arenas y materiales finos) los cuales deben cumplir con una granulometría y distribución específica de las mismas según la especificación técnica. Su misión es la de absorber la mayor parte de los esfuerzos verticales.

El estrato más profundo es la subbase, la cual posee características similares a la de la base y sus componentes son prácticamente los mismos (triturados, arenas y materiales finos), pero con granulometría y distribución de tamaños de las partículas diferentes. Su función, al igual que la base, es absorber la carga restante generada por los esfuerzos verticales que sobrepasa las capas anteriores, además proporciona un cimiento uniforme para estas.

- **Pavimento articulado o Adoquinado**

Están compuestos por una capa de rodadura, construida con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta, puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre la capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de su calidad, además de la magnitud y frecuencia de las cargas en dicho pavimento.

- **Pavimento Rígido**

Los pavimentos rígidos suelen estar conformados por una capa de concreto y una de base, aunque en determinadas circunstancias y dependiendo de la capacidad de soporte de la subrasante existente puede haber una tercera capa de subbase.

La alta rigidez del concreto hidráulico y su elevado coeficiente de elasticidad, hacen que la forma de trabajo de los pavimentos rígidos sea por medio de la distribución de esfuerzos que se genera sobre esta primera capa, obteniendo así que las cargas y esfuerzos que llegan a la capa base sean considerablemente menores. (Tipos de pavimento. Conoce sus características y clasificación. Ingeniería y Construcción Colombia. Gustavo M. 2020, <https://www.ingenieriaconstruccioncolombia.com/tipos-de-pavimento/>)

- **Formulación de un proyecto**

“Es el conjunto de actividades orientadas a levantar y procesar información sobre los diferentes aspectos que tengan relación con un proyecto, para luego producir un documento donde se plasme de manera sistemática sus principales características, definiendo clara y coherentemente sus objetivos en relación con la generación de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de una comunidad sobre la base de optimización de recursos.” (Córdoba, M. Formulación y evaluación de proyectos, 2ª. ed, Bogotá, Ecoe Ediciones, 2011, p. 4).

- **Estudio de pre factibilidad**

“Conocida como anteproyecto, es un análisis que profundiza la investigación en las fuentes secundarias y primarias en el estudio de mercado, detalla la tecnología que se empleará, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto. Es la base en que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión”. (Córdoba, M. Formulación y evaluación de proyectos, 2ª. ed, Bogotá, Ecoe Ediciones, 2011, p. 11).

“En el nivel de pre factibilidad se proyectan costos y beneficios con base a criterios cuantitativos, pero sirviéndose mayoritariamente de información secundaria.” (Sapag, N. Proyectos de inversión, Formulación y evaluación, 2ª ed. Chile, Pearson Educación, 2011, p. 33).

- **Proceso de la Formulación de un Proyecto**

Para llevar a cabo la formulación de un proyecto, deben tomarse en cuenta ciertos estudios que al comparar su grado de influencia o impacto en la sociedad se puede determinar la rentabilidad de dicho proyecto.

- **Estudio de Mercado**

“Se traduce en una estimación de la demanda y las características de la oferta existente de los bienes y/o servicios vinculados a la solución del problema.”

(Cohen, E. Martinez, R. Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales, Chile, No ha sido a revisión editorial, 2003, p. 25).

Este estudio es generalmente el punto de partida para la evaluación de proyectos, ya que, detecta situaciones que condicionan los demás estudios. Estas condiciones son:

- **Análisis de la Demanda**

“En esta sección se caracterizará a los usuarios del/los tramo/s en interés o estudio, que serán intervenidos con el proyecto. Como se ha dicho, los usuarios son los vehículos de carga y pasajeros, que tienen un origen y un destino.” (Portocarrero, I. Vega, R. Prado, M. Metodología para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial. de Dirección General de Inversiones Públicas, del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2012, p. 26).

- **Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)**

El TPDA es uno de los elementos primarios para el diseño geométrico de carreteras, tanto por constituir una medida característica de la circulación de vehículos, como por su facilidad de obtención.

- **Aforo Vehicular**

En ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el aforo, el cual es la medición de la demanda existente ya sea de: vehículos, ciclistas, pasajeros y/o peatones. Los conteos se realizan para obtener estimaciones de: Tasa de flujo, Demanda, Capacidad y Volumen.

- **Demanda**

Es el número de vehículos que pasan por una estación en un tiempo determinado. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas.

- **Capacidad**

La capacidad es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial, y se representa su oferta. En un punto, el volumen no debe ser mayor que su capacidad real, esto se puede llevar a cabo debido a un diseño vial en el cual la capacidad es estimada o calculada.

- **Tasa de Flujo**

Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos (o personas) durante un tiempo específico, menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.

- **Volumen de Tránsito**

El Volumen es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dado, de un carril o de una calzada, durante un tiempo determinado y se pueden calcular.

- **Volúmenes de Tránsito Absoluto o Totales**

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso determinado dependiendo de la duración definida. Se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

- **Tránsito anual (TA):** Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $T = 1$ año.
- **Tránsito mensual (TM):** Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T = 1$ mes.
- **Tránsito semanal (TS):** Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso $T = 1$ semana.
- **Tránsito diario (TD):** Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso $T = 1$ día.
- **Tránsito horario (TH):** Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $T = 1$ hora.

- **Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios (TPD)**

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un período dado igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período.

De acuerdo al número de días del período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dados en vehículos por día:

- **Volúmenes de Tránsito Horarios**

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes:

- **Volumen horario máximo anual (VHMA)**

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado.

- **Volumen horario de máxima demanda (VHMD)**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos.

- **Volumen horario de proyecto (VHP)**

El volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vialidad. (Rafael C. Mayor R. James G. Ingeniería de tránsito, Fundamentos y aplicaciones. 8va Edición. México, 2007).

Análisis de la Oferta

“El análisis de la oferta en un proyecto de infraestructura vial consiste en la descripción de las condiciones de transitabilidad ofrecida por el/los tramo/s en estudio, y de forma más general de la red vial relevante.”

- **Balance Oferta – Demanda**

“El balance oferta-demanda tiene el propósito de establecer la situación de equilibrio, entre los vehículos que transitan por el tramo en estudio y las

condiciones de transitabilidad de dicho tramo.” (Portocarrero, I. Vega, R. Prado, M. Metodología para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial. de Dirección General de Inversiones Públicas, del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2012, p. 31).

Con la información sobre la oferta y la demanda se puede dimensionar el déficit actual. El cual, es la diferencia entre la demanda y la oferta de acuerdo a un periodo de vida útil de un proyecto.

- a) Si la diferencia es cero, la oferta cubre al cien por ciento la demanda.
- b) Si la diferencia es mayor que cero, hay exceso de oferta.
- c) Si la diferencia es menor que cero, hay un déficit de oferta y de cobertura.

(J. A. M. Relación oferta-demanda de las instalaciones acuáticas cubiertas: bases para un programa motor de actividades acuáticas educativas. Tesis doctorales. Universidad de Murcia, España, 2008).

- **Estudio Técnico**

Luego de definir en el estudio de mercado si una demanda es suficiente y su tamaño, se planteará la oferta con un estudio técnico, el cual determina el capital, la mano de obra y la tecnología necesaria para obtener un producto o servicio.

“Las informaciones técnicas y físicas se transforman en unidades monetarias para el cálculo de las inversiones y la minimización y optimización de los costos.” (Córdoba, M. Formulación y evaluación de proyectos, 2^a. ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2011, p. 107).

“El estudio técnico tiene por objeto proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área.

Una de las conclusiones de este estudio es que se deberá definir la función de producción que optimice el empleo de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. De aquí podrá obtenerse la información de las

necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto.

En particular, con el estudio técnico se determinarán los requerimientos de equipos de fábrica para la operación y el monto de la inversión correspondiente.

El análisis de estos mismos antecedentes hará posible cuantificar las necesidades de mano de obra por especialización, y asignarles un nivel de remuneración para el cálculo de los costos de operación.” (Sapag, Nassir - Sapag, Reinaldo. Preparación y evaluación de proyectos. 5ta edición, 2008, p. 24-25).

- **Localización del Proyecto**

El fin de la localización del proyecto es analizar y proporcionar información de este para considerar todas las ventajas desventajas de su ubicación.

Localizar y describir la ubicación comprendiendo aspectos como impacto ecológico, ambiental, sus infraestructuras, condición de caminos. El resultado de la ubicación del proyecto será donde se logre la máxima utilidad o el mínimo costos unitarios. (Portocarrero, I. Vega, R. Prado, M. Metodología para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial, de Dirección General de Inversiones Públicas, del Ministerio de Hacienda y Crédito Público. 2012)

- **Macro – localización**

Se evalúa las condiciones del sitio que ofrezca las mejores características, basándose en la oferta, demanda y en la estructura existente. También influyen otros factores en la localización como:

- Medios y costo de transporte

- Disponibilidad y mano de obra

- Cercanías de las fuentes de abastecimiento

- Factores ambientales

- Cercanía del mercado

- Costo y disponibilidad del terreno

Topografía de suelos
Estructura impositiva y legal
Disponibilidad de agua, energía y otros insumos
Comunicaciones

- **Micro – localización**

Se define la ubicación del proyecto con mayor precisión dentro de la macro zona elegida. (Córdoba, M. Formulación y evaluación de proyectos, 2ª. ed. Bogotá: Ecoe Ediciones. 2011)

- **Tamaño Óptimo e Ingeniería del Proyecto**

La ingeniería del proyecto es el conjunto de conocimientos de carácter científico y técnico que permita determinar el proceso constructivo para cada alternativa.

Aquí se incluye tanto la mano de obra, la maquinaria, los operadores y la relación entre ellos, además de todos los estudios de laboratorios o de campo necesarios que, sin formar parte del proceso constructivo, permiten el análisis y ahorro de los recursos necesario para la construcción.

“La tecnología se refiere al cómo y con qué: los procedimientos y materiales para ejecutar el proyecto. En esta sección se explicarán los elementos de normatividad de diseño, de materiales, de procesos, y de arreglos institucionales para llevar a cabo el proyecto con éxito.” (Portocarrero, I. Vega, R. Prado, M. Metodología para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial. 2012, de Dirección General de Inversiones Públicas, del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2012, p. 36).

“La importancia de definir el tamaño que tendrá el proyecto se manifiesta principalmente en su incidencia sobre el nivel de las inversiones y los costos que se calculen y, por tanto, sobre la estimación de la rentabilidad que podría generar su implementación.”

Variables que condicionan el tamaño e ingeniería del proyecto

“La determinación del tamaño responde a un análisis interrelacionado de una gran cantidad de variables de un proyecto: demanda, disponibilidad de insumos, localización y plan estratégico”.

Demanda: Cantidad de demanda proyectada a futuro con el objetivo de que el tamaño no sólo responda a una situación de corto plazo, sino que se optimice frente al dinamismo de la demanda.

Localización: Ubicar el área estratégica, donde se encuentre la mayor demanda.

Plan Estratégico: Ajustarlo a la estrategia que se defina como la más rentable o más segura. (Sapag, Nassir - Sapag, Reinaldo. Preparación y evaluación de proyectos. 5ta edición, 2008, p. 181).

- **Estudio Económico**

Tiene como objetivo ordenar y sistematizar la información de carácter monetario y elaborar un análisis que sirva de base para la evaluación económica. Comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial a partir de los estudios de ingeniería, ya que estos costos dependen de la tecnología seleccionada. El cálculo del capital de trabajo, que, aunque también es parte de la inversión inicial, no está sujeto a depreciación ni a amortización, dada su naturaleza líquida.

Los aspectos que sirven de base para la siguiente etapa, que es la evaluación económica, son la determinación de la tasa de rendimiento mínima aceptable y el cálculo de los flujos netos de efectivo. (Baca Urbina. Evaluación de proyectos. Editorial Mc Graw Hill, Sexta Edición, 2010).

- **Proceso de Evaluación de un Proyecto**

El proceso de preparación y evaluación de un proyecto individual, integra la formulación a nivel de pre factibilidad. Con esto se pretende contestar la pregunta el interrogante de que si es o no conveniente realizar determinada inversión. Esta

recomendación solo será posible si se dispone de todos los elementos de juicio necesario para tomar la decisión. (Sapag, N. Preparación y evaluación de proyectos, 5ta. ed, Colombia, McGraw Hill Interamericana. 2008).

- **Evaluación Socioeconómico**

“La evaluación socioeconómica de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; es decir, consiste en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.”

Thomas, M. Vidal, R. Chacur, A. Evaluación Socioeconómica de Proyectos con el Método de Opciones Reales, Universidad de Concepción, Chile, 2008, p. 51).

Los beneficios sociales brutos del proyecto estarán medidos por el aumento que éste provoca en la economía de la sociedad beneficiada.

Además de los costos por la inversión con el hecho de haber efectuado este proyecto en lugar de otro, es decir, determinar la mejor alternativa del proyecto.

- **Evaluación Final de un Proyecto Socio Económico**

Para hacer un análisis económico-social se deben tomar en cuenta los precios sociales, el cual representa un costo de oportunidad de bienes para la sociedad, de esta manera poder relacionar los costos de ejecución con el beneficio que ejerce el proyecto en la sociedad y compararlos con los criterios de evaluación económica. (Falla, L. Gonzáles, G. Castro, V. Salas, J. Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública Costa Rica. San José, Costa Rica, mideplan. 2010).

Criterios de Evaluación en el análisis socioeconómico

- **Valor Actual Neto Económico (VANE)**

Es la diferencia económica entre los aportes significativos para la sociedad menos el valor actualizado de los costos, descontados a una tasa social de descuento (TSD).

- **Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)**

Se define como la más alta tasa social de descuento (TSD), que hace igual a cero el valor actual de un flujo económico neto (VANE), es decir, los aportes significativos para la sociedad iguales al valor actualizado de los costos. (Falla, L. Gonzáles, G. Castro, V. Salas, J. Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública Costa Rica. San José, Costa Rica, mideplan, 2010).

1.6 Diseño Metodológico

1.6.1 Tipo de Investigación.

- **Tipo de investigación por tipo de enfoque**

Desde el punto de vista cualitativo, se buscará información directa, por medio documentos técnicos, la observación y de encuestas, que describan las desventajas que tienen los habitantes de las comunidades en estudio debido al estado actual del tramo de carretera.

Desde el punto de vista cuantitativo, se recopilarán datos estadísticos, por medio encuestas y de datos técnicos del tránsito promedio diario, de su economía, además de las tasas de natalidad y mortalidad, que servirán para conocer datos o porcentajes, como el crecimiento de la población y del comercio, de esta manera comprender la demanda que tienen de movilizarse.

- **Tipos de investigación por el periodo de tiempo**

Tomando en cuenta el tiempo, es una investigación diacrónica, es decir, estudiará los distintos beneficios sociales proyectados en un periodo largo de tiempo, con el fin de comprobar si se puede ejecutar el proyecto o si conviene aplazarle.

- **Tipo de investigación según el objetivo perseguido**

La investigación en estudio es del tipo aplicativo, a razón de buscar resolver un problema que afecta a las comunidades que abarca el tema, siendo la problemática, las condiciones actuales del camino y mediante una solución, hacer.

- **Tipo de investigación según el nivel de profundización**

La presente investigación es tanto del tipo descriptiva como documental, en el primer caso, es debido a que se describirán las condiciones actuales del tramo de carretera y de las comunidades en estudio, así como la etapa construcción para cada alternativa de pavimento y el nuevo estilo de vida que traería el proyecto.

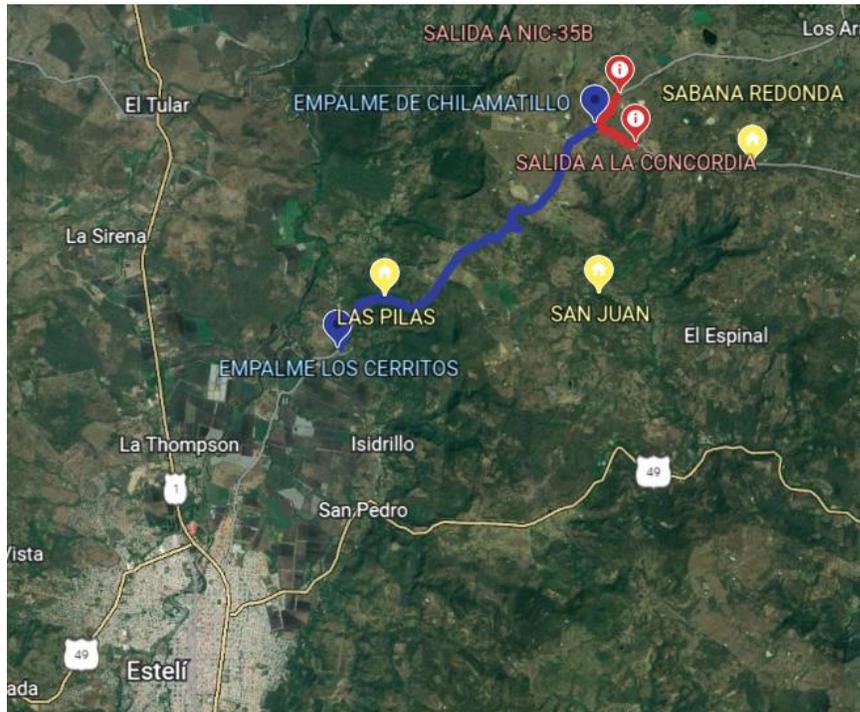
Se considera documental, por la recopilación de documentos del INIDE como del estudio geotécnico del camino, que servirán para analizar las condiciones actuales del tramo y cómo este influye en las distintas actividades de las comunidades.

1.6.2 Área de estudio

- **Micro localización**

El tramo de carretera en estudio se encuentra ubicado a 5.2 kilómetros de la ciudad de Estelí, específicamente de la salida Noroeste, en la carretera Panamericana Norte NIC-1, Km 149+700 (gasolinera UNO Estelí), en dirección a la Reserva Natural Mirafior. El tramo tiene una longitud aproximada de 7.36 kilómetros y abarca desde el empalme Los Cerritos hasta el empalme de Chilamatillo. El cual conecta tanto con la carretera NIC-35B, como con La Concordia (municipio de Jinotega).

Figura 1. Micro localización de tramo de carretera Empalme los Cerritos – Empalme de Chilamatillo.

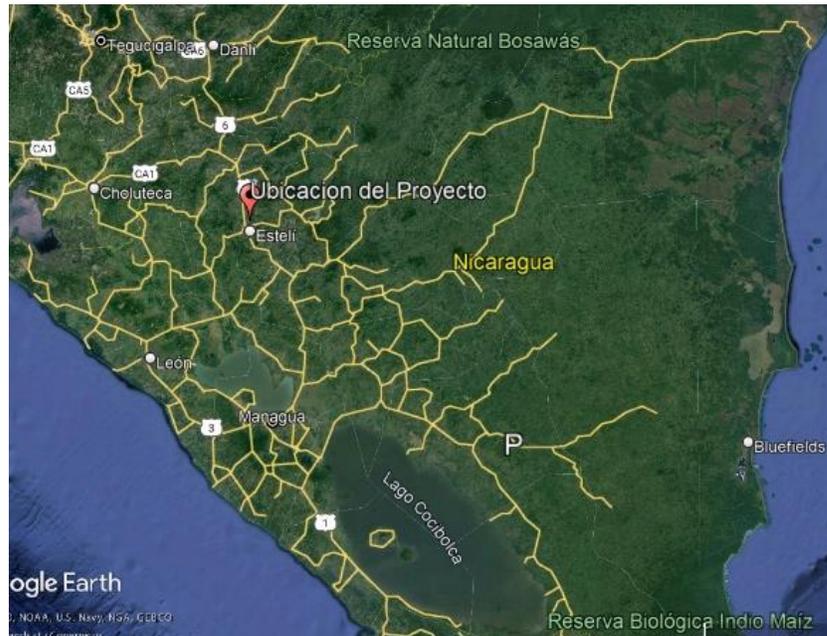


Fuente: Google Earth Pro.

- **Macro Localización**

El camino, está ubicado geográficamente en la región central del país, específicamente al Noreste de la ciudad de Estelí y al suroeste de la Reserva natural de Mirafior. Forma parte de la red vial de Nicaragua y es clasificada como colectora secundaria.

Figura 2. Macro localización, Empalme los cerritos – Empalme de Chilamatillo. Estelí.



Fuente: Google Earth Pro

1.6.3 Población y Muestra

Para poder recopilar datos concretos de los pobladores de la comunidad de San Juan, en un periodo de tiempo determinado, será necesario seleccionar una muestra por medio del muestreo aleatorio simple a partir de una población finita igual 241 habitantes en el año 2022 (Ver Anexo 1), de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Información de Desarrollo en el año 2008.

Fórmula 1. Fórmula de proyección, método geométrico.

$$P = p(1 + t)^n$$

Donde:

P = Proyección

p = Valor recopilado mediante fuentes secundarias

t = Tasa de crecimiento

n = Número de años proyectado

Cálculo de tamaño de población

$$P = 229(1 + 0.003)^{17} = 240.96 \text{ personas}$$

$$P = 241 \text{ personas}$$

Fórmula 2. Fórmula de determinación del tamaño de muestra finita.

Cálculo tamaño de muestra finita.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n: tamaño de muestra buscado

N: tamaño de la población.

Z: parámetro estadístico que depende el nivel de confianza, considerando un nivel de confianza de 80%, $Z_{\alpha} = 1.28$.

p: probabilidad de que se ejecute el proyecto.

q: probabilidad de que no se ejecute el proyecto.

e: error de estimación máxima aceptada.

Cálculo de población de muestra finita

$$n = \frac{241 * 1.28^2 * 0.5 * 0.5}{0.8^2 * (241 - 1) + 1.28 * 0.5 * 0.5} = 50.74 \text{ personas}$$

$$n=51 \text{ personas}$$

Dicha muestra será no probabilística, es decir, que no será seleccionada al azar, el cual estará conformada por las personas que sean la cabeza del hogar, basado principalmente en la capacidad de conducir un vehículo ya que conoce las dificultades de transitar por la zona y del mantenimiento que requiere su vehículo, además que comprende la demanda que tiene de movilizarse para poder sustentar económicamente su hogar.

1.6.4 Fuentes de Investigación

- **Fuentes de investigación primaria y secundaria**

Para realizar una investigación satisfactoria se considera recopilar información de fuentes primarias como la observación, recopilando a través de fotografías las condiciones actuales del tramo de carretera, también se emplearán encuestas y entrevistas que permite obtener la opinión directa de los habitantes de las comunidades en estudio.

Otras fuentes que se tomarán en cuenta serán las fuentes secundarias como el aforo vehicular realizado por el área técnica de Consultoría y Diseños, S.A. (CONDISA), en el año 2018 y avalado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). Con el fin de conocer el volumen de tránsito, origen-destino y velocidad promedio a la cual se movilizan en la zona. También se analizarán los Informes de Estudio Geotécnico y Estudio Topográficos en el año 2018 por CONDISA y avalado por el MTI para conocer el tipo de suelo y superficie en el tramo de carretera. Además, se recopilará información del censo presentado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) en el año 2008 para hacer en análisis del crecimiento poblacional y su calidad de vida.

Técnicas de recopilación de datos

Se recopilarán información de un grupo de 51 personas mediante entrevistas realizadas personalmente en donde se planteen preguntas relacionadas gastos por movilización, atención médica y calidad de vida.

Además, se tomarán en cuenta los documentos técnicos recopilados con anticipación para plantear como se llevarán a cabo las alternativas de mejoramientos del tramo de carretera, analizar todo lo que esto conlleva.

Descripción de desarrollo de estudios

Para una mejor comprensión de cómo se desarrollará la formulación y evaluación del proyecto en estudio, se describirán de forma general los puntos que se abordarán.

- **Estudio de mercado**
- **Análisis de demanda**

Se hará uso de fuentes secundarias que permitan realizar proyecciones de tránsito, para definir el volumen de tránsito actual y volumen de tránsito futuro. A continuación, se presentan las fórmulas de volúmenes de tránsito.

Fórmula 3. Volumen de Tránsito.

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

Donde:

Q= Vehículos que pasan por unidad de tiempo.

N = Número total de vehículos que pasan.

T= Periodo determinado (Unidad de tiempo).

Fórmula 4. Tránsito promedio diario anual (TPDA).

$$TPDA = \frac{\text{Tránsito Anual}}{365 \text{ días}}$$

Fórmula 5. Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{\text{Tránsito Mensual}}{30 \text{ días}}$$

Fórmula 6. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{\text{Tránsito Semanal}}{7 \text{ días}}$$

Fórmula 7. Fórmula de Tasa de Crecimiento Ponderado.

$$r = \frac{\sum \text{tasas de crecimiento}}{\# \text{tasas de crecimiento}}$$

Fórmula 8. Proyección del TPDA

$$TPDA_n = TPDA_0 * (1 + t)^n$$

Donde:

$TPDA_n$ = *Transito Promedio Diario Anual al año proyectado*

$TPDA_0$ = *Transito Promedio Diario Anual del año base*

t = *Tasa de crecimiento seleccionada (Tasa de crecimiento vehicular)*

n = *Número de años a proyecta*

- **Análisis de la oferta**

Se describirá el estado actual de la carretera, y se hará uso de fuentes secundarias que definirán las condiciones de dimensionamiento para las alternativas de pavimento.

- **Balance oferta-demanda**

Se definirá un volumen de tránsito de diseño, el cual permitirá a cada alternativa, las características adecuadas de la vía que sustenten el volumen de tránsito actual y futuro, durante un periodo determinado.

Fórmula 9. Cálculo balance Oferta – Demanda

$$B_{O/D} = \text{Oferta Actual} - \text{Oferta de diseño según SIECA}$$

- **Estudio técnico**

En el estudio técnico se tomarán en cuenta todos los cálculos necesarios para determinar el espesor de pavimento adecuado para cada tipo de carpeta, incluyendo la base y/o subbase.

Carpeta Asfáltica

Fórmula 10. Cálculo del Factor de aumento del Flujo de Vehículos.

$$FC = 365 * \frac{(1 + t)^n - 1}{t}$$

Donde:

t = Tasa de crecimiento previamente seleccionada, equivalente a 6.78%.

n = Periodo de diseño, equivalente a 20 años.

Fórmula 11. Cálculo del Tránsito de Diseño

$$TD = TPDA_{año\ base} * FC * Fd * F'c$$

Donde:

TPDA_{año base} = Transito Promedio Diario Anual.

Fd = Factor de dirección, equivalente a 0.5 , Ya que se asume que los números de vehículos van la mitad en una dirección y la otra en otra dirección.

F'c = Factor de Distribución por Carril, equivalente a 1, Ya que el tramo de carretera contará con un carril por vía.

FC = Factor de aumento del Flujo de Vehiculos en el periodo de diseño.

Fórmula 12. Fórmula para determinar el ESAL de Diseño por tipo de Vehículo

$$ESAL's = TD * LEF$$

Donde:

TD = Transito de Diseño.

LEF = Factor Equivalente de Carga

Carpeta de Concreto Hidráulico.

Fórmula 13. Índice de Cambio de Serviciabilidad ΔPSI

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Donde:

P_o = Serviciabilidad Inicial

P_t = Serviciabilidad Final

Fórmula 14. Determinación del Módulo de Elasticidad E_c

$$E_c = 11500 * \sqrt{f'c}$$

Donde:

f'c = Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.

Fórmula 15. Determinación del Módulo de Rotura del Concreto MR

$$MR = 2.59 * \sqrt{f'c}$$

Fórmula 16. Módulo de Reacción de la Subrasante K

$$K = 46 + 9.08 * (\log(CBR))^{4.34} \rightarrow pci$$

Donde:

CBR = Ensayo de Relación de Soporte de California, promedio del suelo de subbase

- **Tamaño óptimo**

Se tomarán en consideración las condiciones del tránsito y las recomendaciones del SIECA para definir las características de la vía en cada alternativa de pavimento.

- **Tecnología e ingeniería de proyecto**

Se hará la selección de equipamiento, de personal y la distribución espacial de las propuestas de pavimento, también se plantearán las actividades de construcción para cada una de las alternativas de pavimento, tomando en cuenta todos los aspectos legales que involucra el proyecto.

- **Estudio Económico**

- **Inversión inicial en activos**

Se determinarán las inversiones iniciales para cada alternativa, en capital de trabajo como: equipos, personal y materiales. Así como sus respectivas reinversiones por mantenimiento.

- **Flujo de fondos económico**

Se determinará el flujo efectivo neto (FEN) en cada alternativa a partir de la diferencia entre los ingresos y utilidades, para cada año, tomando en cuenta la inversión inicial para el año de la inversión.

- **Evaluación social**

- **Beneficio social**

Se cuantificarán todos los beneficios que gozarían las comunidades a raíz de la ejecución del proyecto, en todos los sectores involucrados (transporte, salud, turismo, actividades económicas, entre otros).

- **Criterios de evaluación**

Se realizará el cálculo de los criterios de evaluación VANE y TIRE para cada una de las alternativas.

Fórmula 17. Valor Actual Neto Económico (VANE)

$$VANE = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t} = -I_o + \frac{F1}{(1+k)^1} + \frac{F2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Fn}{(1+k)^n}$$

Ft, son flujos económico-social en cada periodo t.

I_o, es la inversión realizada para ejecución del proyecto

n, es el número de periodos de tiempo

k, es la tasa social de descuento (TSD)

Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

- 1) VANE > 0: Los aportes significativos para la sociedad y el valor del costo a futuro de su ejecución, de acuerdo a la tasa social de descuento generará beneficios.
- 2) VANE = 0: La ejecución del proyecto no generará ni aportes ni afectaciones sociales, siendo su realización, indiferente.
- 3) VANE < 0: Los aportes significativos para la sociedad y el valor del costo a futuro de su ejecución, de acuerdo a la tasa social de descuento generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

Fórmula 18. Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)

$$0 = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t} = -I_o + \frac{F1}{(1+k)^1} + \frac{F2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Fn}{(1+k)^n} = 0$$

Ft, son los flujos económico-social en cada periodo t

I_o, es la inversión realizada para ejecución del proyecto

n, es el número de periodos de tiempo

k, Tasa interna de retorno económica (TIRE)

Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

El criterio de selección será el siguiente donde "TSD" es la tasa de descuento social del flujo económico elegida para el cálculo del VAN:

- 1) Si $TIRE > TSD$, La ejecución del proyecto será aceptada. En este caso, la tasa interna de retorno económico que obtenemos es superior a la tasa social mínima de descuento requerida para la ejecución.
- 2) Si $TIRE = TSD$, En esta situación, la ejecución del proyecto podrá llevarse a cabo sin mejorar los aportes sociales.
- 3) Si $TIRE < TSD$, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la tasa social mínima de descuento requerida para la ejecución.

- **Evaluación final**

Se realizará una matriz para la evaluación de alternativas acorde a la relación del beneficio social y el aspecto económico de cada una.

CAPITULO II. ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Caracterización del mercado

En el mercado se abarca la demanda que tiene una población por un bien o servicio y la oferta que se le brinda a la población para satisfacer dichas necesidades.

El proyecto en estudio está enfocado en mejorar la calidad de vida de los pobladores de la comunidad de San Juan, por medio de un servicio en donde no se reciba remuneración, es decir que no se cobrará por llevar a cabo el mejoramiento del tramo de carretera.

Por mercado, podemos determinar el mejoramiento de carretera como la oferta que se presenta por las instituciones que están involucrados en este tipo proyectos, como la alcaldía municipal, el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y empresas que realicen el mejoramiento. La demandada es el volumen de tránsito que circula por el tramo de carretera, de acuerdo a la actividad económica y social del municipio de Estelí, de la comunidad San Juan y sus alrededores que con el tiempo sigue creciendo.

2.2 Descripción de la población objetivo

Por motivo que las comunidades Las Pilas y Sabana Redonda no están presentes en los censos poblacionales anteriores, se tomara como población objetivo en estudio únicamente la comunidad de san Juan.

2.3 Definición del bien o servicio

El proyecto abarca el mejoramiento de un tramo de la carretera que conecta la ciudad de Estelí con la reserva natural Miraflores, el cual brindará a los pobladores tanto de la ciudad como de la comunidad San Juan, comodidad y seguridad durante su movilización sobre la carretera además de contribuir con el cuidado del vehículo.

Una carpeta de rodamiento aportaría: reducción de combustible, reducción de tiempo de movilización y reducción de mantenimiento de vehículos, lo que se traduce como un ahorro económico para los pobladores.

2.3.1 caracterización del bien o servicio

La construcción de la vía incluirá:

- Construcción de una carpeta de rodamiento que sea segura y cómoda de circular, donde los pobladores se movilicen con la confianza que ellos merecen.
- Conformación de cunetas y contracunetas de concreto simple de 3000PSI a un costado del tramo de carretera.
- Construcción de bordillos (prefabricados de concreto simple para pavimento de adoquín y pavimento asfáltico; concreto MR-36 para pavimento de concreto hidráulico) como parte del sistema de drenaje pluvial por bombeo, con pendiente del 3% para escurrimiento de las aguas por gravedad.
- Señalización vertical y horizontal que, por medio de rayas, letras o símbolos sobre el pavimento, se garantice la seguridad de los transeúntes.

Análisis de la demanda

- **Demanda Actual**

La comunidad de San Juan se encuentra ubicada a 12.8 kilómetros de la ciudad de Estelí, específicamente de la Gasolinera UNO. Se encuentra ubicada en las coordenadas 13.152907 longitud Norte y 86.289753 latitud Oeste. La comunidad de San Juan está limitada por:

Al Norte con el empalme de Chilamatillo

Al Sur con la comunidad La Campana

Al Este con la comunidad Las Pilas

Al Oeste con la comunidad El Espinal

La comunidad de San Juan se encuentra en un área apta para la siembra, los habitantes pueden cosechar tanto para su propio consumo como para el comercio, la zona también es apta para la ganadería, gracias a sus amplias llanuras.

Debido a la cercanía con la ciudad de Estelí los pobladores deben de movilizarse por del tramo de carretera en estudio, hacia la ciudad, para cumplir con sus actividades cotidianas, como lo es el trabajo, los estudios, y por salud.

Actualmente, el tramo está conformado por macadán, el cual implica daños en su estructura en temporadas lluviosas, obligando a los pobladores y turistas que pretenden visitar la reserva natural Miraflores, a tener que movilizarse de manera incómoda por los baches y con el miedo de que sus medios de transportes terminen estropeados, esto con el tiempo significa un aumento en la inspección de sus vehículos tanto de manera preventiva como correctivas.

Es importante señalar que en temporadas de verano es igual de complicado la movilización, debido a la resequedad del suelo, los pobladores tienen que lidiar con el polvo que se levanta debido a la velocidad de los vehículos, durante esta temporada los pobladores son quienes terminan afectado, principalmente la salud de los niños y personas de la tercera edad se pone en riesgo debido a problemas respiratorios a causa del polvo sobre la carretera.

Debido al estado del camino el sector agrícola se ve obligado a movilizarse en mayor tiempo.

El sector producción procurando realizar el menor número de viajes, transportan sus cosechas en la máxima capacidad de sus vehículos de carga, obligando a movilizarse en mayor tiempo para prevenir accidentes o perdidas en su producción.

La demanda de tráfico actual, se determinó tomando en cuenta datos de fuentes secundarias, como lo es el estudio de tráfico llevado a cabo a partir del día miércoles 10 octubre al día martes 16 de octubre, en el año 2018. Realizado por la empresa consultora, Consultoría y Diseños S.A. (CONDISA) y abalado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). Para el estudio, “Estudio de Factibilidad y Diseño para el mejoramiento del camino Estelí – Empalme la Quiata en el municipio de Estelí. (37.24 km)”

Datos Recopilados del aforo vehicular realizado en la Zona

Se tomaron como datos de referencia las tablas resumen tránsito por día de conteo en la estación 2 (Ver Anexo 2.1, 2.2, 2.3, y 2.4) determinados de los conteos vehiculares en 4 de los 6 puntos de aforo en la estación 2, correspondiente al Empalme de Chilamatillo ubicada a 12.8 kilómetros de Estelí, realizados por la empresa consultora, Consultoría y Diseños S.A. en el año 2018.

El estudio de tráfico consistió de 7 días de conteos con duraciones de 12 horas diarias, en intervalos de 15 minutos, en los que se marcaba el tipo de vehículo que se movilizaba en cada intervalo.

Los datos se encuentran ordenados de acuerdo a los puntos de aforo vehicular 1 y 2 que van en dirección de flujo Estelí – Miraflores (ambos sentidos) y puntos de aforo vehicular 4 y 6 que van en dirección de flujo Estelí - Condega (ambos sentidos). Los puntos de aforo 3 y 5 no se tomaron cuenta, debido que dichos vehículos no circulan a lo largo del tramo en estudio. (Ver Figura No 3).

Figura No 3. Puntos de Aforo por Número de Flujos.



Fuente: Informe Final Estudio de Trafico. “Estudio de Factibilidad y Diseño para el mejoramiento del camino Estelí – Empalme la Quiata en el municipio de Estelí. (37.24 km)”. Consultoría y Diseños S.A. 2018.

Además, se tomaron en cuenta los datos de velocidad promedio que circulan en la estación 2 durante la temporada de invierno, de acuerdo al Resumen del Estudio de Velocidades (Ver Anexo no. 3)

Analizado el conteo vehicular, se pudo determinar las horas de mayores demandas del tramo, el cual corresponde a horarios (6:00 – 7:00 am), (08:00 – 10:00 am) y (4:00 – 5:00 pm). Horarios regulares, que los pobladores se movilizan por trabajo y compras.

Gráfica 1. Gráfica de la demanda vehicular vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

Determinación del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

De acuerdo a los datos recopilados en el aforo vehicular realizado en el año 2018, la empresa consultora CONDISA, determinó el número de vehículos total por hora para los 7 días de aforo en cada flujo de tránsito.

Considerando que el tramo en estudio se encuentra en la estación 3502 (Tramo Estelí – Empalme Chilamatillo), el cual pertenece a la estación de mayor cobertura EMC1802 (San Marcos – Masatepe), se pueden aplicar los factores de expansión para día de semana y fin de semana de la estación EMC1802, del tercer cuatrimestre del año, septiembre – diciembre, tomando en cuenta que el aforo vehicular fue realizado en el mes de octubre (Ver Anexo 4.1, 4.2).

Cálculo de Transito Promedio Diario Anual

Se determinó el tránsito diario haciendo uso del factor de expansión por día, al promedio de estos resultados (Transito Promedio Diario Semanal) se multiplicó por el factor de expansión a TPDA. En la tabla No. 1 a la No. 4, se presentan los resultados de los cálculos del tránsito promedio diario anual de cada flujo. Las tablas resumen tránsito por día, por cada flujo, se encuentran presente en Anexo No. 2.

Tabla 1. Determinación del Tránsito Promedio Diario Anual, flujo Estelí – Miraflores.

Día	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA							EQUIPO PESADO		OTROS	Total	
	MOTO	AUTO	JEEP	Pick Up	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	TXSX 4	TXSX 5	CXRX 4	CXRX 5	VA	VC			
10/10/2018	21	-	1	27	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53
11/10/2018	38	-	-	25	-	-	2	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72
12/10/2018	20	-	-	13	-	-	3	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
13/10/2018	31	-	3	33	-	-	5	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79
14/10/2018	23	-	1	16	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46
15/10/2018	19	-	2	13	-	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
16/10/2018	14	-	4	22	-	-	1	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47
TD (factor día)	1,39	1,46	1,32	1,31	1,35	1,24	1,32	1,21	1,23	1,18	1,00	1,27	1,00	1,00	1,00	1,00	1,43		
10/10/2018	29	-	1	35	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71
11/10/2018	53	-	-	33	-	-	3	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97
12/10/2018	28	-	-	17	-	-	4	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
13/10/2018	43	-	4	43	-	-	7	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105
14/10/2018	32	-	1	21	-	-	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62
15/10/2018	26	-	3	17	-	-	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
16/10/2018	19	-	5	29	-	-	1	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62
TPDS	33	-	2	28	-	-	3	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73
Factor TPDA	0,97	0,99	0,99	1,00	1,02	0,95	1,03	0,99	1,02	1,03	1,60	2,73	1,00	1,00	1,00	0,55	1,12		
TPDA	31,97	-	2,05	27,88	-	-	3,50	3,76	2,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72
TPDA	32	-	3	28	-	-	4	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74
% TPDA	43,24	-	4,05	37,84	-	-	5,41	5,41	4,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2. Determinación del Tránsito Promedio Diario Anual, flujo Miraflores – Estelí

Día	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA							EQUIPO PESADO		OTROS	Total
	MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	TXSX 4	TXSX 5	CXR 4	CXR 5	VA	VC		
10/10/2018	18	-	1	32	-	-	3	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	58
11/10/2018	32	-	3	22	1	-	2	3	3	-	-	-	-	-	1	-	-	67
12/10/2018	28	-	1	22	-	-	3	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	61
13/10/2018	23	-	1	25	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	55
14/10/2018	21	-	-	12	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	34
15/10/2018	19	-	-	18	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
16/10/2018	8	-	-	15	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	25
TD (factor día)	1,39	1,46	1,32	1,31	1,35	1,24	1,32	1,21	1,23	1,18	1	1,27	1	1	1	1	1,43	
10/10/2018	25	-	1	42	-	-	4	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	77
11/10/2018	44	-	4	29	1	-	3	4	4	-	-	-	-	-	1	-	-	90
12/10/2018	39	-	1	29	-	-	4	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	82
13/10/2018	32	-	1	33	-	-	3	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	73
14/10/2018	29	-	-	16	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	46
15/10/2018	26	-	-	24	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51
16/10/2018	11	-	-	20	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	33
TPDS	30	-	2	27	1	-	2	2	2	-	-	-	-	-	1	-	-	
Factor TPDA	0,97	0,99	0,99	1,00	1,02	0,95	1,03	0,99	1,02	1,03	1,60	2,73	1,00	1,00	1,00	0,55	1,12	
TPDA	29	-	2	27	1	-	2	2	2	-	-	-	-	-	1	-	-	67
TPDA	29	-	2	28	2	-	3	2	3	-	-	-	-	-	1	-	-	70
%TPDA	42	-	3	41	1	-	4	3	4	-	-	-	-	-	1	-	-	100

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3. Determinación del Tránsito Promedio Diario Anual, flujo Estelí – La Concordia.

Día	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA						EQUIPO PESADO		OTROS	Total	
	MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	TXSX 4	TXSX 5	CXR4 4	CXR4 5	VA			VC
10/10/2018	19	-	1	6	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	30
11/10/2018	14	-	-	7	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
12/10/2018	18	-	-	11	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
13/10/2018	18	-	3	9	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	35
14/10/2018	13	-	-	4	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
15/10/2018	12	-	-	6	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
16/10/2018	7	-	1	8	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
TD (factor día)	1,39	1,46	1,32	1,31	1,35	1,24	1,32	1,21	1,23	1,18	1	1,27	1	1	1	1	1,43	
10/10/2018	26	-	1	8	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	41
11/10/2018	19	-	-	9	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
12/10/2018	25	-	-	14	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
13/10/2018	25	-	4	12	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	47
14/10/2018	18	-	-	5	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
15/10/2018	17	-	-	8	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
16/10/2018	10	-	1	10	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
TPDS	20	-	1	10	-	-	2	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Factor TPDA	0,97	0,99	0,99	1,00	1,02	0,95	1,03	0,99	1,02	1,03	1,60	2,73	1,00	1,00	1,00	0,55	1,12	
TPDA	19,45	-	0,93	9,54	-	-	1,55	2,74	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	35
TPDA	20,00	-	1,00	10,00	-	-	2,00	3,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	37
% TPDA	54,05	-	2,70	27,03	-	-	5,41	8,11	2,70	-	-	-	-	-	-	-	-	100

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4. Determinación del Tránsito Promedio Diario Anual, flujo La Concordia - Estelí

Día	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA						EQUIPO PESADO		OTROS	Total	
	MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 p	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	TXSX 4	TXSX 5	CXR 4	CXR 5	VA			VC
10/10/2018	19	-	1	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
11/10/2018	18	-	-	8	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
12/10/2018	14	-	-	6	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
13/10/2018	19	-	1	8	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	32
14/10/2018	19	-	1	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
15/10/2018	18	-	-	8	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
16/10/2018	12	-	1	6	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
TD (factor día)	1,39	1,46	1,32	1,31	1,35	1,24	1,32	1,21	1,23	1,18	1	1,27	1	1	1	1	1,43	
10/10/2018	26	-	1	3	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
11/10/2018	25	-	-	10	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
12/10/2018	19	-	-	8	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
13/10/2018	26	-	1	10	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	43
14/10/2018	26	-	1	3	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
15/10/2018	25	-	-	10	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
16/10/2018	17	-	1	8	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
TPDS	24	-	1	7	-	-	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Factor TPDA	0,97	0,99	0,99	1,00	1,02	0,95	1,03	0,99	1,02	1,03	1,60	2,73	1,00	1,00	1,00	0,55	1,12	
TPDA	22,92	-	0,75	7,49	-	-	1,36	1,20	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-	34,07
TPDA	23,00	-	1,00	8,00	-	-	2,00	2,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	37
%TPDA	62,16	0,00	2,70	21,62	0,00	0,00	5,41	5,41	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta el resumen de tránsito promedio diario anual por flujo de tránsito en la estación 2.

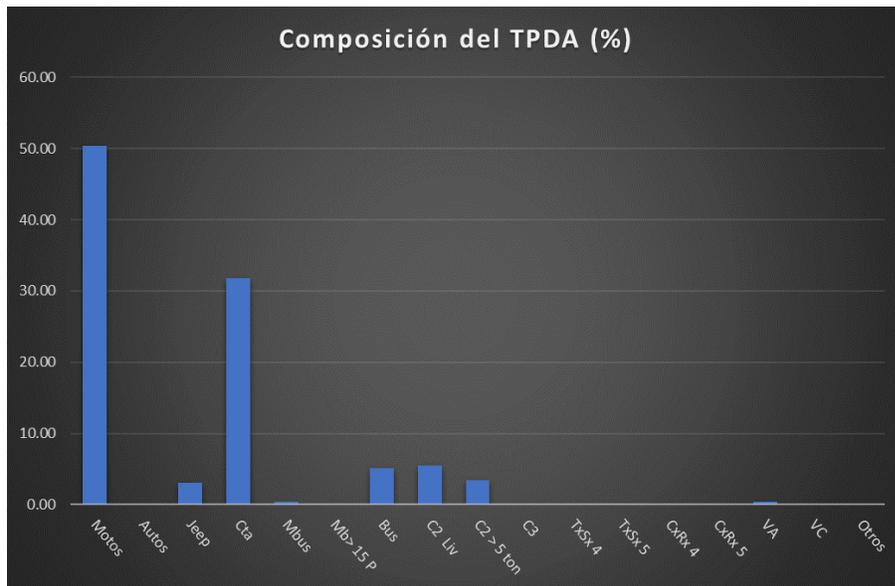
Tabla 5. Resumen de TPDA por flujos de tránsito correspondiente al año 2018.

FLUJO	VEHICULOS LIVIANOS				VEHICULOS DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA							EQUIPO PESADO		Otros	Total
	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	TxSx 4	TxSx 5	CxRx 4	CxRx 5	VA	VC		
Miraflores - Estelí	29	0	2	28	1	0	3	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Estelí - Miraflores	32	0	3	28	0	0	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Concordia - Estelí	23	0	1	8	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estelí - La Concordia	20	0	1	10	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TPDA 2018	104	0	7	74	1	0	11	11	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica 2, se puede observar que la mayor cantidad de vehículos que circulan en la zona, están conformado en un 50.37% por motocicletas y un 31.77% por camionetas estilos Pick UP.

Gráfica 2. Composición del Tránsito Promedio Diario Anual



Fuente: Elaboración Propia.

Tránsito Promedio Diario Anual Actual

Para determinar la demanda Actual, se han sumado todos los Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de los flujos de tránsito que circulan sobre el tramo de carretera durante el año 2018 y se proyectará al año 2022, para obtener el Tránsito Promedio Diario Anual actualizado, para tener una noción de cuanta demanda tiene el tramo de carretera en la actualidad y relacionarlo con incremento de la actividad económica del sector.

Tasa de Crecimiento del Volumen de Tránsito

Para proyectar el Tránsito Promedio Diario Anual del 2018, se utilizaron las tasas de crecimiento vehicular de los datos históricos correspondientes a la estación de mayor cobertura EMC 1802 (San Marcos – Masatepe), (Ver Anexo 5).

Cálculo de la Tasa de Crecimiento Promedio en el tramo de carretera.

$$t = \frac{(5.36\% + 5.49\% + 7.55\% + 6.49\% + 6.90\% + 6.96\% + 7.59\% + 7.38\% + 7.32\%)}{9}$$

$$t = 6.78\%$$

La tasa de crecimiento promedio para el cálculo del TPDA Actual en el tramo Empalme Los Cerritos – Empalme de Chilamatillo es de 6.78%.

A continuación, se presentan las tablas resumen de los volúmenes de tránsito promedio diario, correspondiente al año 2018 y el tránsito promedio diario proyectado para el año actual (2022).

Tabla 6. Transito Promedio Diario Anual, demanda Actual.

TPDA	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA							EQUIPO PESADO		OTROS	Total
	MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas Pick UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	TXSX 4	TXSX 5	CXRX 4	CXRX 5	VA	VC		
TPDA 2018	104	0	7	74	1	0	11	11	8	0	0	0	0	0	1	0	0	217
TPDA 2022	136	0	10	97	2	0	15	15	11	0	0	0	0	0	2	0	0	288

Fuente Elaboración Propia.

- **Demanda Futura**

Para definir la tasa de crecimiento adecuada en la proyección de la demanda (Tránsito Promedio Diario Anual), se han recopilado las tasas de crecimiento de los distintos indicadores de desarrollo que involucren el aumento del tránsito, como lo es el aumento de vehículos (Anuario de Aforo de Tráfico del Ministerio de Transporte e Infraestructura), aumento de su población (Censos Poblacionales del Instituto Nacional de Información de Desarrollo) y aumento de su economía (Producto Interno Bruto Anual según el Banco Central de Nicaragua y Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social).

Para cada uno de dichos indicadores se le calculará el promedio ponderado de sus tasas de crecimiento, haciendo uso de la fórmula 7.

Tasa de Crecimiento Vehicular

La tasa de crecimiento vehicular para la proyección del Tránsito Promedio Diario Anual, será el mismo que se utilizó para la proyección al año Actual, el cual corresponde a la estación de mayor cobertura (EMC 1802) San Marcos – Masatepe al, cuya tasa de crecimiento es de 6.78%.

Tasa de Crecimiento Poblacional

La Tasa de Crecimiento Poblacional se puede determinar de acuerdo al promedio ponderado de las tasas de crecimiento municipal proyectados para el periodo 2005 – 2020 de los principales indicadores de desarrollo (Ver Anexo 6.1), encontrados en “Estelí en Cifras”, documento brindado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo, de acuerdo al VIII Censo de Población y IV de Vivienda llevado a cabo en el año 2005.

Cálculo de la Tasa de Crecimiento Poblacional promedio, de acuerdo a Estelí en Cifras.

$$r = \frac{0.5\% + 0.3\% + 0.3\%}{3} = 0.37\%$$

La tasa de crecimiento poblacional para el año 2032 sería de 0.37%.

De acuerdo al documento Caracterización Sociodemográfica del Departamento de Estelí, podemos determinar la tasa de crecimiento poblacional, sacando el promedio ponderado de las tasas de crecimiento intercensal (Nacional y Municipal) 1995 – 2005 (Ver Anexo 6.2), de acuerdo al VIII Censo Poblacional y IV de Vivienda del año 2005.

Cálculo de la Tasa de Crecimiento Poblacional promedio, de acuerdo a Caracterización Sociodemográfica del Departamento de Estelí.

$$r = \frac{1.4\% + 1.9\%}{2} = 1.65\%$$

La tasa de crecimiento poblacional para el año 2032 sería de 1.65%.

Para el estudio del mejoramiento de carretera, se la tomará la tasa de crecimiento que represente un mayor aumento poblacional en la comunidad de San Juan, el cual significaría mayor de manda de tránsito. Dicha Tasa de Crecimiento Poblacional será de 1.65%.

Tasa de Crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB)

El Banco Central de Nicaragua brinda anualmente el producto interno bruto (PIB) el país, el cual refleja valor monetario que produce el país de acuerdo a la actividad económica durante el año anterior. El crecimiento del PIB refleja, en definitiva, la evolución económica de un país, el ritmo al que se incrementa su producción de bienes y servicios y, por tanto, su renta.

Considerando información recopilada por la Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (FUNIDES), se puede apreciar el comportamiento económico histórico hasta marzo de 2021. Además, se ha recopilado información generada por el Banco Central de Nicaragua (BCN), el cual, presentó el informe del producto interno bruto correspondiente al año 2021 (Ver Anexo 7.1 y 7.2).

A continuación, se presenta la tabla resumen de las tasas de crecimiento del producto interno bruto, correspondientes a los periodos 2012 – 2021.

Tabla 7. Tabla resumen de Productos Internos Brutos de Nicaragua (PIB).

Año	Tasas de crecimiento del PIB
2012	6.5%
2013	4.9%
2014	4.8%
2015	4.8%
2016	4.6%
2017	4.6%
2018	-3.4%
2019	-3.7%
2020	-2.0%
2021	10.3%

Fuentes: Sitios web, FUNIDES y BCN.

De acuerdo a los datos recopilados, el producto interno bruto de Nicaragua en los últimos años tuvo un decrecimiento de hasta -3.7%, sin embargo, en el año 2021 alcanzó su punto máximo en 10.3%, el cual significa un incremento en los distintos sectores económicos del país.

Para el cálculo de la tasa de crecimiento del PIB ponderado, se promediaron las tasas de crecimiento a partir del año 2012 hasta el año 2021.

Cálculo de la Tasa de Crecimiento del Producto Interno Bruto Ponderado.

$$r = \frac{6.5\% + 4.9\% + 4.8\% + 4.8\% + 4.6\% + 4.6\% + (-3.4\%) + (-3.7\%) + (-2.0\%) + 10.3\%}{10}$$

$$r = 3.14\%$$

A partir del año 2012, el producto interno bruto del país, en promedio aumenta 3.14% anualmente, dicho valor será tomado en cuenta en el cálculo de la tasa de crecimiento para demanda futura.

Tasa de crecimiento para la proyección futura del TPDA

En la Tabla 8 se presenta el resumen de las tasas promedios de los distintos indicadores de desarrollo: Tasa vehicular, Tasa Poblacional y Tasa de Producto Interno Bruto de Nicaragua.

Tabla 8. Tabla Resumen de Tasas de Crecimiento Para Demanda Futura.

Tasa PIB	Tasa Vehicular	Tasa Poblacional
3.14%	6.78%	1.65%

Fuente: Elaboración

La tasa de crecimiento para demanda futura se determinará promediando las tasas de los diferentes indicadores de desarrollo haciendo uso de la Fórmula No. 7, para que se adapte con las condiciones actuales de la zona en estudio, de esta manera tener un valor lo más cercano a la realidad.

Cálculo de la Tasa de Crecimiento Promedio

$$r = \frac{3.14\% + 6.78\% + 1.65\%}{3} = 3.86\%$$

La Tasa de Crecimiento Promedio para la proyección futura del Transito Promedio Diario Anual es de 3.86%.

Proyección Futura del TPDA en el Tramo de Carretera

De acuerdo al Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Viales del año 2011, el tramo de carretera en estudio actualmente se clasifica como Colectora Rural (CR), debido a que colecta el tráfico de las comunidades cercanas a la ciudad de Estelí (Ver Anexo 8).

Para construcciones o mejoramientos de carreteras, el manual centroamericano recomienda adoptar un periodo de proyección a 20 años. Para el estudio del mejoramiento del tramo de carretera conformada de macadam, el año definido a proyectar será el 2042.

Cálculo del TPDA futuro en el tramo de carretera en estudio

A continuación, se presenta la proyección del Tránsito Promedio Diario Anual a un periodo de 5 años, haciendo uso de la Fórmula No. 8. Las proyecciones para el resto de los años se encuentran reflejados en la Tabla 9.

$$TPDA_{2022} = 288 \text{ vehiculos}$$

$$t = 3.86\%$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$TPDA_{2027} = 288 \text{ vehiculos} * (1 + 3.86\%)^{(2027-2022)} = 349 \text{ vehiculos}$$

Analizando el nivel de servicio que abarcará el tramo de carretera para el año 2042, de acuerdo al Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Viales. Se clasifica como Colectora Menor Rural (CR), debido a que el tramo servirá como colectora para las comunidades con la carretera panamericana norte NIC – 1.

Tabla 9. Tabla de TPDA del tramo en estudio proyectado a 20 años.

TPDA (Año)	Total
2022	288
2023	300
2024	311
2025	323
2026	336
2027	349
2028	362
2029	376
2030	390
2031	405
2032	421
2033	437
2034	454
2035	472
2036	490
2037	509
2038	528
2039	549
2040	570
2041	592
2042	615

Fuente: Elaboración propia.

La demanda futura del tránsito promedio diario anual en el tramo Empalme los Cerritos – Empalme de Chilamatillo, para el año 2042, se espera sea de aproximadamente 615 vehículos.

Análisis de la Oferta

- **Oferta Actual**

El estado actual del tramo de carretera Empalme los Cerritos – Empalme de Chilamatillo, corresponde a un camino de 7.36 kilómetros revestidos con macadam, siendo la mayor parte del tramo compuesto por material granular, pero en ciertos puntos del tramo, se presentan suelos limo-arcillosos.

El ancho de calzada no es uniforme a lo largo del camino, es decir que hay tramos cuyo ancho alcanzan los 6 metro y otros tramos los cuales no superan los 4 metros, con estados de deterioros que van de medios a severos, esto implica que los conductores estén obligados a reducir la velocidad en caso que se encuentren con un vehículo en el sentido contrario. Tomando como referencia el ancho de distintos puntos en el tramo, se determinó un ancho promedio de calzada de 5.46 metros. (Ver Anexo 9.1, 9.2 y 9.3).

Actualmente el tramo de carretera no cuenta con un sistema de drenaje, lo que ocasiona que se formen charcos de agua, el cual es un problema para la salud de los pobladores. Además de ser muy incómodo para las personas que circulan en vehículo, ya que demora su movilización, siendo la velocidad actual apenas de 16.89 KPH, determinada de acuerdo al estudio de tráfico, (Ver Anexo 3).

- **Optimización de la oferta**

De acuerdo a la tabla resumen del tramo I en el informe geotécnico, realizado por la empresa CONDISA en el año 2018 (Ver Anexo 10.1 y 10.2). Se ha elaborado la tabla de porcentaje según tipos de suelos, el cual predominan en un 53.5% los clasificados de A-2-4 a A-2-7 y en un 11.63% de suelos A-1-a y A-1-b, material que será utilizado para la conformación de subbase.

Tabla 10. Porcentaje de Suelo Según Clasificación

Clasificación	No. Muestras	% Muestras
A-2-7	13	7,56%
A-2-6	18	10,47%
A-4	24	13,95%
A-2-4	56	32,56%
A-6	7	4,07%
A-5	6	3,49%
A-1-b	18	10,47%
A-1-a	2	1,16%
A-2-5	5	2,91%
A-7-5	11	6,40%
A-7-6	12	6,98%
TOTAL	172	100,00%

Fuente Elaboración Propia.

Para la conformación de la terraza se ha analizado la tabla de resultados de ensayos de bancos de distintos propietarios cercanos al área de estudio (Ver Anexo 10.3), en donde predominan mantos rocosos y suelos arcillo-arenosa.

El tramo en estudio al presentar suelos similares al material de banco, se optará por realizar un mejoramiento de suelo cemento con proporción 1:20, al suelo restante del movimiento de tierra.

En caso de no poder llevarse a cabo alguna de las propuestas de carpeta de rodamiento para este camino, se tomará en consideración la propuesta de mejoramiento óptimo, consistiendo en aumentar el ancho en la sección transversal del camino, la conformación de los taludes de tierra donde lo amerite y eliminar la vegetación o escombros. Esto mejoraría la capacidad en el volumen de tránsito y aumentaría la velocidad de diseño.

Balance Oferta – Demanda

De acuerdo al Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, elaborado por la Secretaría de Integración Económica (SIECA), para el año de diseño correspondiente al año 2042, el tramo de carretera en estudio tendrá un nivel de servicio de 615 vehículos por día.

Clasificando al tramo en una carretera Colectora Menor Rural, es decir que es colecta el tráfico de las comunidades como San Juan con la carretera Panamericana Norte NIC – 1. Se dice que es menor, al hecho que tiene una demanda entre los 500 y 3000 vehículos por día.

El manual de la SIECA propone que la velocidad de diseño en carreteras colectoras, debe estar en un rango de 30 a 80 KPH. Como el tramo de carretera en estudio es una colectora rural, se tomará como velocidad de diseño lo mínimo permitido por la SIECA, es decir 30 KPH.

De igual manera, el manual de la SIECA en el capítulo 2, en la sección Capacidad de Carreteras, plantea que, para carreteras de dos vías, en condiciones ideales, el ancho de carril es de 3.60 metros. Por lo que se tomará este valor como ancho de carril para el mejoramiento del tramo de carretera en estudio.

A continuación, se presentan la tabla de comparación entre las características de diseño de la oferta, según la SIECA y las características actuales de la carretera.

Tabla 11. Tabla de Comparación de los Criterios de Diseño y los Criterios Reales.

Velocidad (KPH)		Ancho de Calzada (metros)	
Diseño	Actuales	Diseño	Actuales
30	16.89	7.2	5.46

Fuente: Elaboración propia.

Se ha sacado un ancho promedio, a partir del Anexo 9, el cual de ser menor al de diseño se aumentará de acuerdo a la optimización de la oferta con proyecto.

Cálculo de balance oferta demanda en base a Fórmula 9

- Balance Velocidad Actual/Velocidad de Diseño

$$B_{O/D} = 16.89KPH - 30KPH = -13.11KPH$$

- Balance Ancho Actual/Ancho de Diseño

$$B_{O/D} = 5.46m - 7.2m = -1.74m$$

Tabla 12. Tabla Balance Oferta – Demanda.

Velocidad (KPH)	Ancho de Calzada (metros)
-13.11	-1.74

Fuente: Elaboración Propia.

Analizando los resultados, se puede observar que los datos son negativos, es decir, que representan un déficit en la oferta actual. Será necesario realizar el análisis y evaluación de la oferta para futuro, de acuerdo a un mejoramiento de la carretera con las distintas carpetas de rodamiento.

CAPITULO III. ESTUDIO TECNICO

3.1 Tamaño Óptimo

El mejoramiento del tramo de carretera en estudio, abarcará 7 kilómetros y 360 metros lineales con un ancho de calzada de 7.20 metros (3.60 metros por carril, en ambos sentidos), además contará con una velocidad de diseño de 30 KPH, siendo un ancho y velocidad de diseño adecuados de acuerdo a las recomendaciones de la SIECA.

Para el tramo de carretera en estudio se presentará el análisis técnico de tres alternativas de mejoramiento, el cual consisten de: concreto hidráulico, adoquinado y de asfalto. El cual se analizarán para poder decidir cuál es la alternativa óptima de acuerdo a los estudios.

3.2 Ingeniería de Proyecto

También puede entenderse como una serie de operaciones y procesos necesarios que se realizan de forma planificada y sucesiva para lograr la elaboración de un producto.

Para el mejoramiento del tramo de carretera en estudio se realizará la planificación de las etapas sucesivas, tomando en cuenta lo indicado en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes (NIC-2019). Además se determinará los espesores adecuados para cada estructura de pavimento según el tipo de terreno, el vehículo de diseño y la clasificación de esta misma de la SIECA.

Dichos documentos se trabajarán de la mano para establecer los aspectos técnicos necesarios en el diseño, programación y administración de la ejecución del proyecto y su respectivo mantenimiento.

Etapas del proyecto

a) Preliminares

Son las etapas o actividades previas al inicio del proyecto.

- **Movilización y desmovilización de equipos.**

Todos y cada uno de los equipos empleados durante la ejecución de la obra serán movidos previos al inicio de este y personal una vez dada la orden de inicio.

- **Construcciones temporales**

Se deberán de crear y/o proporcionar todas las condiciones al personal para área de trabajo administrativo, servicios higiénicos, champas y bodegas para resguardo del material. Y que deberán de permanecer durante todo el proyecto mientras este en ejecución.

- **Señalización de identificación del proyecto y prevención de señalización y un plan de higiene y seguridad.**

Se instalarán las señalizaciones (identificación del proyecto y de prevención) siete días después de haber dado el inicio del proyecto con autorizado del supervisor.

- **Limpieza inicial**

Se deberá realizar eliminación total de todo obstáculo o maleza que este permanente en el sitio de la obra y lugares cercanos, que incidan en el desarrollo de esta obra.

- **Demoliciones de obras existentes**

Serán removidos toda clase de escombros, en caso de demolición de estructura existente en el sitio, tales como cercos de alambres de púas y remoción para reubicación de postes de tendido eléctrico y telefónico.

b) Trazo y nivelación

Esta actividad será realizada por una cuadrilla de topógrafos en compañía del ingeniero residente y la supervisión del proyecto. Establecerán los alineamientos y ubicarán los niveles de cortes y relleno para la base del tramo de carretera, gracias a las secciones transversales del ancho de la carretera o calzada.

c) Movimiento de tierra

Una vez realizados el levantamiento topográfico, se realizarán los respectivos cortes y rellenos para conformar la base del tramo de carretera. Así como la movilización de material sobrante.

- **Corte, relleno, compactación de suelo**

El relleno necesario para nivelar la subbase se tomará del mismo sitio, del excedente de material. Se realizará una compactación procurando obtener el 95% de acuerdo a la prueba de compactación Proctor Estándar.

El volumen de corte será de 42571.91 m³, el cual se ocupará para el relleno de 41947.60 m³ para nivelar la subrasante y subbase a lo largo de la calzada (Ver Anexos: 11.1 - 11.5), y se desalojará un excedente de 624.31 m³.

Al momento de realizar el relleno, se deberá humedecer o secar y se compactará con el equipo adecuado, para cumplir con las pruebas de compactación.

d) Construcción de base

- **Pavimento Asfáltico**

Se determinará la sección de espesor de losa por medio del método de ejes equivalente o método de carga axial simple equivalente, de acuerdo al Manual Centroamericano Para Diseño de Pavimentos, en el que se calculará el tránsito de diseño con un factor equivalente de carga.

Determinación del Índice de Serviciabilidad Final Pt

De acuerdo con el Manual centroamericano para diseños de pavimentos, para caminos de tránsito menor, el Pt será igual a 2.0.

Numero Estructural Asumido SN

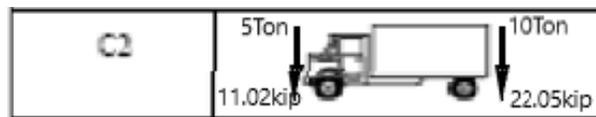
El Número Estructural es un número abstracto que debe asumirse para el cálculo de los ESAL's y expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido. Para la base del pavimento asfáltico se considerará un valor SN igual a 4.

Cálculo de los Factores Equivalentes de Carga (LEF)

Se determinarán los LEF de acuerdo a cada peso máximo permisible por tipo de vehículos, presentados por la Dirección General de Vialidad del Ministerio de transporte e Infraestructura (MTI). (Ver Anexo 12.1).

El factor de carga equivalente se determina de acuerdo a las tablas de Factores de Equivalencia de Carga según tipo de pavimento, tipos de carga por eje e índice de serviciabilidad final (Ver Anexo 12.2). Ejemplo cálculo LEF para un camión C2

Figura 4. Pesos Máximo por Ejes de camión tipo C2.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5. Interpolación de pesos por eje, para determinación de LEF.

Eje Simple		Eje Simple	
Peso (Kips)	LEF	Peso (Kips)	LEF
10	0.085	22	2.31
12	0.183	24	3.33
11.023	0.135	22.046	2.334

Fuente: Elaboración Propia.

El factor de equivalencia de carga, será la sumatoria de los LEF en todos sus ejes. Para un camión tipo C2 será: LEF = 2.469.

A continuación, se presentan la tabla resumen de los valores de LEF's por cada tipo de vehículos que circulan en el tramo de carretera en estudio.

Tabla 13. Tabla de Factores de Equivalencia de Carga por tipo de vehículos.

Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Mb> 15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	TxSx 4	TxSx 5	CxRx 4	CxRx 5	VA	VC	Otros
x	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	x	2.469	2.469	2.469	1.579	x	x	x	x	2.469	x	x

Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo los Factores Equivalentes de Cargas, se procede a calcular el Tránsito de Diseño, haciendo uso de la Fórmula 10, Fórmula 11 y Fórmula 12. Así determinar los ESAL's por cada tipo de vehículo, de esta manera seleccionar el espesor de base y de capa de la carpeta de rodamiento asfáltica.

Tabla 14. Tabla de Ejes Equivalente de Diseño (ESAL's)

Tipo de Vehículo	TPDA 2022	TD	LEF's	ESAL's
Motos	136	414720.8656	0	0
Autos	0	0	0.0002	0
Jeep	10	30494.1813	0.0002	6.098836
Cta	97	295793.5586	0.0002	59.15871
Mbus	2	6098.836259	0.0002	1.219767
Mb> 15 P	0	0	0	0
Bus	15	45741.27194	2.469	112935.2
C2 Liv	15	45741.27194	2.469	112935.2
C2 > 5 ton	11	33543.59942	2.469	82819.15
C3	0	0	1.579	0
TxSx 4	0	0	0	0
TxSx 5	0	0	0	0
CxRx 4	0	0	0	0
CxRx 5	0	0	0	0
VA	2	6098.836259	2.469	15058.03
VC	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0
Total	288	878232.4213		323814.1

Fuente: Elaboración Propia.

Obtenido el ESAL Total, se seleccionará los espesores de base y de asfalto de acuerdo a la Tabla 7-2 del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

Tabla 15. Espesores Mínimos Sugeridos para Pavimento Asfáltico.

Número de ESAL's	Capas Asfálticas	Base Granular
Menos de 50,000	3.0 cm	10 cm
50,000 - 150,000	5.0 cm	10 cm
150,000 - 500,000	6.5 cm	10 cm
500,000 - 2,000,000	7.5 cm	15 cm
2,000,000 - 7,000,000	9.0 cm	15 cm
Más de 7,000,000	10.0 cm	15 cm

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

Para la carpeta de rodamiento asfáltica se tomará un espesor de 6.5 centímetros y para su base granular se tomará la recomendación de 10 centímetros.

- Pavimento Concreto Hidráulico

Se determinará la sección de espesor de losa por medio del método ASSHTO 93, de acuerdo al Manual Centroamericano Para Diseño de Pavimentos.

Determinación del Índice de Serviciabilidad Inicial Po

De acuerdo con el Manual centroamericano para diseños de pavimentos, para caminos de pavimentos rígidos, el Po será igual a 4.5.

Determinación del Índice de Serviciabilidad Final Pt

El Manual centroamericano para diseños de pavimentos, indica que, para caminos de tránsito menor, el Pt será igual a 2.0.

Índice de Cambio de Serviciabilidad ΔPSI

Haciendo uso de la Fórmula 13 se determinará el índice de cambio de serviciabilidad, el cual es la diferencia del grado de confort.

$$\Delta PSI = 4.5 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.5$$

El índice de cambio de serviciabilidad, para el periodo de diseño será de 2.5.

Determinación del ESAL de diseño

El ESAL de diseño será el mismo determinado para el diseño de pavimento asfáltico, dado que se determinará el espesor de losa adecuado para ese número de cargas por ejes equivalentes.

Determinación del Módulo de Elasticidad Ec

Para la carpeta de rodamiento se utilizará un concreto de 4000PSI, igual a 280Kg/cm², con un agregado grueso sedimentario, el módulo de elasticidad será calculado haciendo uso de la Fórmula 14.

$$E_c = 11500 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} = 192431.81 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 18871.11 \text{ MPa}$$

Determinación del Módulo de Rotura del Concreto MR

Se determinará el módulo de rotura del concreto haciendo uso de la Fórmula 15.

$$MR = 2.59 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} = 43.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$MR = 4.25 \text{ MPa}$$

Módulo de Reacción de la Subrasante K

Se determinará el módulo de rotura de reacción de la subrasante haciendo uso de la Fórmula 16. Tomando en cuenta la tabla resumen del tramo I en el informe geotécnico presente en el Anexo 10, se presenta la tabla de CBR respecto al 100% de su compactación.

Tabla 16. Pruebas de CBR al 100% de compactación

Estación	Clasificación de suelo	CBR %
0+000	A-2-7	14.0
0+500	A-1-b	42.0
1+300	A-2-6	19.0
1+800	A-2-4	11.0
2+300	A-2-4	20.0
3+300	A-4	35.0
3+800	A-7-5	10.0
4+400	A-2-4	20.0
5+000	A-4	31.0
5+200	A-7-6	5.0
5+900	A-2-4	18.0
6+300	A-6	6.0
7+000	A-4	33.0
7+300	A-7-6	10.0

Fuente Elaboración Propia.

Sabiendo que en el tramo predominan los suelos tipo A-2-4, además de tener la mayor cantidad de pruebas, se ha tomado como CBR de diseño el que predomina de sus pruebas, siendo este un CBR de 20% de su máxima compactación.

$$K = 46 + 9.08 * (\log(20.0))^{4.34}$$

$$M_r = 74.45 \text{ pci}$$

$$M_r = 20.40 \text{ MPa/m}$$

El módulo de reacción de la subrasante será igual a 20.40 MPa/m

Determinación del Coeficiente de Drenaje Cd

Tabla 17. Calidad del drenaje de la estructura de pavimento.

Calidad del drenaje

Calidad del drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	el agua no evacua

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

La calidad del drenaje es buen al dilatar alrededor de un día en evacuar el agua.

Tabla 18. Tabla de Coeficiente de Drenaje Cd.

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10-1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 -1.00	1.00-0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90-0.80	0.80
Muy malo	1.00 -0.90	0.90 - 0.80	0.80-0.70	0.70

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos

Para el espesor de losa del tramo de carretera en estudio, coeficiente de drenaje será tomado igual a 1.15 ya que contará con un buen drenaje.

Determinación del Coeficiente de Transferencia de Carga J

Para el diseño del tramo de carretera en estudio se tomará en cuenta la construcción de hombros de concreto hidráulico y será reforzado con juntas.

Tabla 19. Tabla de Coeficiente de transmisión de Carga J.

Tipo pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Concreto Asfáltico		Concreto Hidráulico	
	Si	No	Si	No
No reforzado o reforzado con juntas	3,2	3,8 - 4,4	2,5 - 3,1	3,6 - 4,2
Reforzado continuo	2,9 - 3,2	-----	2,3 - 2,9	-----

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos

Al poseer un hombro de 0.8m y un refuerzo de juntas transversales se tomará un valor de 3.1.

Confiabilidad R

Tabla 20. Tabla de Niveles de Confiabilidad R.

Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera

Tipo de carretera	Niveles de confiabilidad R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos

Al ser una carretera colectoras secundaria y encontrarse en una zona aledaña a la ciudad se tomará un nivel de confiabilidad del 80%.

Error Estándar Combinado S_o

Tabla 21. Tabla de Error Estándar Combinado en función de R y Z_r .

Confiabilidad y factores de seguridad recomendados

Tránsito esperado en el carril de diseño en millones de ejes equivalentes	Confiabilidad R	Z_r	S_o	Factor de Seguridad F.S.
<5	50	0.000	0.35	1.00
5 – 15	50 – 60	0.000-0.253	0.35	1.00 – 1.23
15 – 30	60 – 70	0.253 – 0.524	0.35	1.23 – 1.83
30 – 50	70 – 75	0.524 – 0.674	0.34	1.51 – 1.70
50 – 70	75 – 80	0.674 – 0.841	0.32	1.64 – 1.86
70 – 90	80 – 85	0.841 – 1.037	0.30	1.79 – 2.05

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos

De acuerdo a su confiabilidad y la desviación estándar normal, el valor del error estándar combinado será de 0.3.

Determinación del Espesor de Losa de Concreto Hidráulico

Para determinar el espesor de losa de concreto se deberá hacer uso del nomograma presente en el manual. A continuación se presentan la tabla resumen de los datos.

Tabla 22. Tabla Resumen de las Variables para Diseño de Espesor de Losa.

Variable	Simbolos	Valores
Módulo de reacción de la subrasante	K	20,40Mpa/m
Módulo de elasticidad del concreto	E_c	18871.11Mpa
Módulo de ruptura del concreto	MR	4.25MPA
Coefficiente de transferencia de carga	J	3.9
Coefficiente de drenaje	C_d	1.15
Cambio de serviciabilidad	ΔPSI	2.5
Confiabilidad	R	80%
Desviación estandar cominado	S_o	0.3
ESAL de diseño		323814.1

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez se tienen los valores, se hace uso del nomograma para determinar del espesor de losa mínimo de concreto hidráulico, el cual se encuentra en el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Para el tramo de carretera en estudio, al ser el espesor de diseño será igual a 100 mm (Ver Anexo 13).

Para la subbase, se propone 0.40 metros de espesor sobre la subrasante, estabilizada con cal, de acuerdo a lo estipulado en el inciso 2 de agentes estabilizadores, del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

Para su compactación, se alcanzará la humedad óptima por medio del riego de 40 galones de agua por cada m³, tendiendo el material en capas de 15 centímetros, sin permitir ningún tipo de impurezas como materia orgánica.

- Pavimento Adoquinado

El espesor de la base de la carpeta de adoquín se determinará a partir del método de Murillo López de Souza, el cual es aplicable para un tránsito medio menor a 750 vehículos comerciales por día y un CBR de la subrasante del 5%.

Para el espesor de base se debe conocer la precipitación pluvial media anual de la zona. En el caso del tramo de carretera en estudio, la precipitación pluvial media anual en el departamento de Estelí, se encuentra entre los 800 a los 1000 mm, de acuerdo al Instituto Nicaragüense de Estudios territoriales (Ver Anexo 14).

Tabla 23. Tabla de Composición del Pavimento de Adoquín

Composición del Pavimento de adoquín

Estructura de Pavimento (cm)	Precipitación pluvial (mm/año)		
	≤ 800	800 a 1500	≥ 1500
Adoquín	10	10	10
Capa de arena*	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Base	20	20	20
Subbase	12	16	20
TOTAL	42	46	50

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

El espesor de base para la carpeta de adoquines será de 20 centímetros, se colocará una cama de arena de 5 centímetros y se utilizará adoquín tipo tráfico de 10 centímetros de espesor.

e) Carpeta de Rodamiento

Con el propósito de mejorar la calidad del servicio de la estructura de pavimento, se tomarán en cuenta los 3 tipos de carpetas de rodamiento (asfalto, concreto hidráulico y adoquinado), se realizará la construcción de acuerdo a las Especificaciones Generales Para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes de la Normativa NIC-2019.

- **Pavimento Asfáltico**

La mezcla asfáltica se deberá aplicar en caliente a lo largo del tramo de carretera en estudio, por tal motivo su proceso constructivo se deberá llevar a cabo de la siguiente manera:

1. La mezcla asfáltica será tipo MC-3000, el cual será calentado de manera uniforme a una temperatura no mayor a de 175° C.
2. El agregado y el asfalto deberá ser medido según la proporción aprobada y se mezclará hasta que todas sus partículas se encuentren recubiertas con asfaltos, según con AASHTO M 156.
3. La mezcla se deberá transportar por medio de vehículos con tinas metálicas y herméticas que se encuentre limpias y lisas en todo momento.
4. La mezcla se deberá colocar con una pavimentadora que cumpla con lo establecido en el Artículo 405.4.2 de la Normas NIC-2019 y se colocará a una temperatura no mayor a los 115° C.
5. Se realizarán 3 unidades de compactación a lo largo del tramo: las 2 primeras serán para asentar la mezcla asfáltica y una última para una compactación de acabado, el deberá eliminar toda marca de compactación y se obtenga la densidad requerida.
6. La compactación de la mezcla asfáltica deberá ser monitoreada por medio de dispositivos nucleares para medir la densidad.

7. Una vez se termine la compactación se deberá verificar que se encuentre lisa la capa superficial de la carpeta de rodamiento.
 - Pavimento de Concreto Hidráulico

La carpeta de rodamiento de concreto hidráulico se construirá según lo estipulado en la sección 501 de las Normas NIC-2019. Se utilizará cemento portland para obtener un Concreto MR-36, el cual será un concreto premezclado el cual deberá ser elaborado cumpliendo con las normas ASTM C94/C94M – 03^a.

La mezcla de concreto deberá ser diseñada de acuerdo a lo designado en la sección 501. De la norma NIC-2019.

El Proceso constructivo del pavimento de concreto hidráulico será el siguiente:

1. Una vez esté conformada la subbase, se deberá hacer la fundación de las formaleas laterales el cual tendrán que estar ajustadas al nivel exacto de la rasante, para la respectiva vaciada del concreto.
2. Se deberán colocar dovelas transversales de varillas lisa y dovelas longitudinales de varillas corrugadas, ambas de 3/4 de pulgadas de diámetro, longitud de 28 centímetros, un espaciamiento de 30 centímetros y una profundidad de 7.5 centímetros del nivel de rasante. Dimensiones determinadas de acuerdo a la sección 7.2.3 del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.
3. El concreto deberá ser depositado en la base, directamente de la mezcladora, de tal manera que sea manipulada lo menos posible. Este proceso se realizará para cada vía, de manera alterna.
4. Cuando ya se haya colocado el concreto, se deberá enraizar para que quede al nivel adecuado y se deberá aserrar, dándole un acabado con escobón para que de esta manera tenga textura.
5. Una vez haya fraguado el concreto, se realizarán los cortes para juntas de expansión, con profundidad a 5 centímetros del nivel de rasante, ancho de 0.5 centímetro y espaciamiento entre juntas transversales de 3.6 metros.

6. Se colocará cinta de relleno y se aplicará el sellador líquido para junta fría, con una profundidad de 1 centímetro del nivel de rasante de acuerdo a la sección 7.2.3 del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.
7. Se deberá realizar el curado del concreto con uno de los métodos presentados en la sección 501.3.21 de la Norma NIC-2019.
8. Finalmente, se procederá con el retiro de formaletas para continuar con la siguiente sección del tramo de carretera.
 - Pavimento Adoquinado

Para esta carpeta de rodamiento se tomará en cuenta el uso de adoquines y medio adoquín tipo tráfico de 10 centímetros de espesor. Además de la construcción de vigas de remates transversales.

El plan de trabajo para la construcción del pavimento adoquinado será el siguiente:

1. Sobre la capa de base, se realizará la colocación de una cama de arena con espesor de 5 centímetros, el cual servirá de lecho a los adoquines. Para alcanzar el espesor adecuado, deberá ser enrazada con reglas.
2. Se colocarán los adoquines de manera que la cara más larga quede transversal a la longitud del tramo de carretera, dejando un espaciamiento de 5 milímetros entre adoquines.
3. Se realizará la construcción de las vigas de remates transversales, según los planos, a cada 90 metros.
4. Se rellenarán con arena fina de 3 a 5 milímetros tanto los bordes que se encuentren irregulares como las juntas entre adoquines.
5. Una vez se haya rellenado toda la sección del tramo de carretera, se realizarán tres unidades de vibraciones por medio de rodillos vibratorios para asentar el bloque y procurando ajustar bien la carpeta de rodamiento.

f) Construcción de Bordillos

Para la construcción del pavimento de concreto hidráulico se integrarán los bordillos, los cuales serán de concreto premezclado. En el caso del pavimento de adoquinado y pavimento asfáltico se colocarán bordillos tipo L de concreto simple.

g) Obras de Drenaje

Para el sistema de drenaje pluvial, se realizará la instalación y reemplazo de tuberías, construcción de cunetas de concreto que conducirán las aguas a 19 puntos donde se construirán tragantes de entrada y salida conectadas por tuberías subterráneas, así como bajantes, de esta manera las aguas precipitadas escurran sobre ellas y puedan desembocar hasta el Río Estelí. (Ver Anexo 15).

h) Señalizaciones

En esta etapa se realizarán todas las señalizaciones horizontales por medio de rayas, símbolos, palabras o marcadores que se deban pintar sobre la carpeta de rodamiento, estructuras o bordillos. Además de colocar todas las señales verticales a fin de indicar que se aproximan a una zona de riesgo, de cautela, además de regular el tráfico.

3.3 Tecnología e Ingeniería de Proyecto

3.3.1 Selección del Equipamiento

En esta sección se abordarán todos los equipos involucrados en cada una de las etapas, según la maquinaria de acuerdo a su uso y propuesta de carpeta de rodamiento a construirse en este tramo. Primeramente, se hará mención de las diversas etapas en el orden de trabajo y a la vez se determinará el número de maquinarias y herramientas que conlleva realizar cada una las estructuras tales como base, subbase, carpetas de rodamiento, bordillos y drenaje.

Etapas Generales

a) Preliminares

- Despeje del tramo: Señalizaciones verticales.
- Remoción de Postes Eléctricos: 1 Camión para desalojo y 1 Retroexcavadora.
- Remoción de Arboles: 1 Retroexcavadora y 1 camión para desalojo.

b) Trazo y Nivelación

- Trazo y nivelación: cuadrilla topográfica.

c) Movimiento de Tierra

- Corte y Relleno para nivelar terraza: 1 Motoniveladora.
- Desalojo de material: 1 Cargador frontal y 2 camiones volquete de 10 m³.

d) Base y subbase

- Acarreo de material de banco para subbase: 2 camiones volquete de 10m³ y 1 retroexcavadora.
- Elaboración de subbase: 1 Retroexcavadora, 1 vibro-compactadora de rodos de 12 Ton y 1 cisterna de 2000Gl.

Construcción de base para pavimento asfáltico y pavimento de adoquines.

- Acarreo material selecto y cemento de base: 2 Camiones volquete de 10m³.
- Construcción de base: 1 Retroexcavadora, 1 vibro-compactadora de rodos de 12 Ton y 1 cisterna de 2000Gl.

e) Carpeta de Rodamientos

1) Pavimento Asfáltico

- Colocación de la mezcla asfáltica: 1 Pavimentadora de asfalto.
- Compactación de mezcla asfáltica: 1 Vibro-compactadora rodos de 12 Ton.

2) Pavimento de Concreto Hidráulico

- Tendido de concreto: 2 Camiones concreteros de 8m³.
- Realización de juntas de expansión: 1 Cortadora de concreto, cinta de relleno Sika Backer Rod y 1 Pistola para Sikaflex.

3) Pavimento de Adoquines

- Elaboración de cama de arena: 1 Tractor D6.
- Colocación de Adoquín: manera manual
- Compactación: 1 Vibro-compactadora de rodos de 12 Ton.

f) **Construcción de Bordillos**

- Construcción de bordillos: Serán integrado en la carpeta de concreto hidráulico. En el caso para el pavimento asfáltico y pavimento adoquinado se colocarán bordillos prefabricados.

g) **Obras de Drenaje**

- Movilización de tuberías de concreto reforzado: 1 Rastra.
- Construcción de tragantes y tubería: 2 Trompos de 2 bolsas y 1 Retroexcavadora.

3.3.2 Balance de Equipamiento

Para tener a detalle las herramientas, los equipos y maquinaria que se utilizará a lo largo del proyecto, se estructurará una tabla en la que se especifiquen las etapas de trabajo, sus actividades y todos los equipos necesarios para realizar cada actividad, de esta manera cuantificarlos y poder determinar la maquinaria total para cada alternativa de pavimento.

Balance de equipamientos por alternativa

Tabla 24. Tabla de Balance de Equipamiento de Pavimento Asfáltico.

Etapa	Operación	Equipo	Unidad	E.P.P	Unidad
Preliminares	Despeje del tramo	Señalizaciones Verticales	2		
	Remoción de Postes Eléctricos	Camión	1	Casco	1
		Retroexcavadora	1	Chaleco	1
	Remoción de Arboles	Camión	1	Casco	1
Retroexcavadora		1	Chaleco	1	
Trazo y Nivelación	Trazo y Nivelación con cuadrilla topográfica	Estación Total	1	Casco	4
		Tripode	1		
		Estadia	1	Chaleco	4
		Bastón	1		
Movimiento de Tierra	Corte y Relleno	Motoniveladora	1	Casco	1
				Chaleco	1
	Desalojo de Material	Cargador Frontal	1	Casco	1
		Camiones Volquetes 10m3	2	Chaleco	1
Construcción de Base y Subbase	Acarreo de Material de Banco para Subbase	Camión Volquete de 10m3	2	Casco	1
		Retroexcavadora	1	Chaleco	1
	Conformación de Subbase	Retroexcavadora	1	Casco	2
		Vibrocompactadora Rodos 12Ton	1	Chaleco	2
	Cistena 2000GI	1			
	Acarreo de Material Selecto y Cemento para Base	Camión Volquete de 10m3	2	Casco	2
	Conformación de Base	Retroexcavadora	1	Chaleco	2
		Vibrocompactadora Rodos 12Ton	1	Casco	1
Cistena 2000GI		1	Chaleco	1	
Construcción de Pavimento Asfáltico	Colocación de Mezcla Asfáltica	Pavimentadora	1	Casco	1
				Chaleco	1
Construcción de Bordillo	Colocación de Bordillos Prefabricados			Casco	4
				Chaleco	4
Construcción de Obras de Drenaje	Movilización de TCR	Rastra	1		
	Construcción de Tragante y Tubería	Trompos de 2 Bolsas de Cemento	2	Casco	8
		Retroexcavadora	1	Chaleco	8
Limpieza Final	Limpieza Final	Cistena 2000GI	1	Casco	8
		Pala	4	Chaleco	8
		Carretilla	4		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25. Tabla de Balance de Equipamiento de Pavimento de Concreto Hidráulico

Etapa	Operación	Equipo	Unidad	E.P.P	Unidad
Preliminares	Despeje del tramo	Señalizaciones Verticales	2		
	Remoción de Postes Eléctricos	Camión	1	Casco	1
		Retroexcavadora	1	Chaleco	1
	Remoción de Arboles	Camión	1	Casco	1
Retroexcavadora		1	Chaleco	1	
Trazo y Nivelación	Trazo y Nivelación con cuadrilla topográfica	Estación Total	1	Casco	4
		Tripode	1		
		Estadia	1	Chaleco	4
		Bastón	1		
Movimiento de Tierra	Corte y Relleno	Motoniveladora	1	Casco	1
				Chaleco	1
	Desalojo de Material	Cargador Frontal	1	Casco	1
Camiones Volquetes 10m3		2	Chaleco	1	
Construcción de Base y Subbase	Acarreo de Material de Banco para Subbase	Camión Volquete de 10m3	2	Casco	1
		Retroexcavadora	1	Chaleco	1
	Conformación de Subbase	Retroexcavadora	1	Casco	2
		Vibrocompactadora Rodos 12Ton	1	Chaleco	2
		Cistena 2000Gl	1		
Construcción de Pavimento Concreto Hidráulico	Tendido del Concreto	Camión Concretero 8m3	2	Casco	2
				Chaleco	2
	Realización de Juntas de Expansión	Cortadora de Concreto	1	casco	3
		Cinta Relleno Sika Bake Rod	Segun la distancia		
		Pistola para Sikaflex	1	Chaleco	3
Constucción de Bordillo	Integrados a la carpeta de Concreto Hidráulico			Casco	4
				Chaleco	4
Construcción de Obras de Drenaje	Movilización de TCR	Rastra	1		
	Construcción de Tragante y Tubería	Trompos de 2 Bolsas de Cemento	2	Casco	8
		Retroexcavadora	1	Chaleco	8
Limpieza Final	Limpieza Final	Cistena 2000Gl	1	Casco	8
		Pala	4	Chaleco	8
		Carretilla	4		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26. Tabla de Balance de Equipamiento de Pavimento de Adoquín.

Etapa	Operación	Equipo	Unidad	E.P.P	Unidad
Preliminares	Despeje del tramo	Señalizaciones Verticales	2		
	Remoción de Postes Electricos	Camión	1	Casco	1
		Retroexcavadora	1	Chaleco	1
	Remoción de Arboles	Camión	1	Casco	1
Retroexcavadora		1	Chaleco	1	
Trazo y Nivelación	Trazo y Nivelación con cuadrilla topográfica	Estación Total	1	Casco	4
		Tripode	1		
		Estadia	1	Chaleco	4
		Bastón	1		
Movimiento de Tierra	Corte y Relleno	Motoniveladora	1	Casco	1
				Chaleco	1
	Desalojo de Material	Cargador Frontal	1	Casco	1
		Camiones Volquetes 10m3	2	Chaleco	1
Construcción de Base y Subbase	Acarreo de Material de Banco para Subbase	Camión Volquete de 10m3	2	Casco	1
		Retroexcavadora	1	Chaleco	1
	Conformación de Subbase	Retroexcavadora	1	Casco	2
		Vibrocompactadora Rodos 12Ton	1	Chaleco	2
		Cistena 2000Gl	1		
	Acarreo de Material Selecto y Cemento para Base	Camión Volquete de 10m3	2	Casco	1
				Chaleco	1
	Conformación de Base	Retroexcavadora	1	Casco	2
		Vibrocompactadora Rodos 12Ton	1	Chaleco	2
Cistena 2000Gl		1			
Construcción de Pavimento de Adoquín	Elaboración cama de arena	Tractor D6	1	Casco	1
				Chaleco	1
	Colocación de Adoquín	Martillo	5	Casco	10
				Chaleco	10
Compactación	Vibrocompactadora Rodos 12Ton	1	Casco	1	
			Chaleco	1	
Construcción de Bordillo	Colocación de Bordillos Prefabricados			Casco	4
				Chaleco	4
Construcción de Obras de Drenaje	Movilización de TCR	Rastra	1		
	Construcción de Tragante y Tubería	Trompos de 2 Bolsas de Cemento	2	Casco	8
		Retroexcavadora	1	Chaleco	8
Limpieza Final	Limpieza Final	Cistena 2000Gl	1	Casco	8
		Pala	4	Chaleco	8
		Carretilla	4		

Fuente: Elaboración Propia.

Costo Total de Alquiler de Maquinaria

Una vez tenemos todos los equipos y maquinaria a ocupar para cada alternativa, se presentan los costos de alquiler de todos los quipos.

Tabla 27. Costo Total de Alquiler para Pavimento Asfáltico

Renta Horaria para Asfalto						
Equipo	U.M	Renta horaria \$/Hr	Total Horas	Galones de combustibles	Costo de combustible	Costo total de equipo
Camion 12m3	Hrs	\$66,35	66,40	56,00	C\$185,37	168972,40
Retroexcavadora 93hp	Hrs	\$22,56	298,80	61,00	C\$185,37	253981,10
Motoniveladora 140hp	Hrs	\$62,58	126,16	51,00	C\$185,37	293658,24
Cargador Frontal	Hrs	\$47,24	232,40	43,00	C\$185,37	403157,90
2 Camion Volquete 10m3	Hrs	\$32,43	127,82	26,00	C\$185,37	154046,97
Vibrocompactadora de Rodos 12ton	Hrs	\$34,98	236,55	36,00	C\$185,37	304533,93
Cisterna de 2000 Gl	Hrs	\$33,17	41,50	6,00	C\$185,37	50672,10
Pavimentadora de Asfalto	Hrs	\$103,50	111,22	27,00	C\$185,37	419410,76
Rastra	Hrs	\$49,81	8,30	3,48	C\$185,37	15527,13
Costo						2063960,52
IVA						309594,08
Costo Total						2373554,60

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Costo Total de Alquiler para Pavimento de Concreto Hidráulico

Renta Horaria para Concreto Hidráulico						
Equipo	U.M	Renta horaria \$/Hr	Total Horas	Galones de combustibles	Costo de combustibles	Costo total de equipo
Camion 12m3	Hrs	\$66,35	58,10	56,00	C\$185,37	149148,45
Retroexcavadora 93hp	Hrs	\$22,56	290,50	61,00	C\$185,37	247240,17
Motoniveladora 140hp	Hrs	\$62,58	106,24	51,00	C\$185,37	248783,88
Cargador Frontal	Hrs	\$47,24	232,40	43,00	C\$185,37	403157,9
2 Camion Volquete 10m3	Hrs	\$32,43	111,22	26,00	C\$185,37	134666,80
Vibrocompactadora de Rodos 12ton	Hrs	\$34,98	249,00	36,00	C\$185,37	320210,81
Cisterna de 2000 Gl	Hrs	\$33,17	41,50	6,00	C\$185,37	50672,10
Rastra	Hrs	\$49,81	9,83	3,48	C\$185,37	18270,44
Camion Concretero 8m3	Hrs	\$94,87	215,80	5,73	C\$185,37	738120,87
Costo						2310271,41
IVA						346540,71
Costo Total						2656812,12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Costo Total de Alquiler para Pavimento de Adoquines

Renta Horaria para Adoquinado						
Equipo	U.M	Renta horaria \$/Hr	Total Horas	Galones de combustibles	Costo de combustibles	Costo total de equipo
Camion 12m3	Hrs	\$66,35	58,10	56,00	C\$185,37	149148,45
Retroexcavadora 93hp	Hrs	\$22,56	290,50	61,00	C\$185,37	247240,17
Motoniveladora 140hp	Hrs	\$62,58	106,24	51,00	C\$185,37	248783,88
Cargador Frontal	Hrs	\$47,24	232,40	43,00	C\$185,37	403157,90
2 Camion Volquete 10m3	Hrs	\$32,43	111,22	26,00	C\$185,37	134666,80
Vibrocompactadora de Rodos 12ton	Hrs	\$34,98	112,05	36,00	C\$185,37	147765,23
Cisterna de 2000 Gl	Hrs	\$33,17	41,50	6,00	C\$185,37	50672,10
Rastra	Hrs	\$49,81	8,30	3,48	C\$185,37	15527,13
Tractor D6	Hrs	\$65,34	29,88	27,90	C\$185,37	75456,81
Costo						1472418,46
IVA						220862,77
Costo Total						1693281,23

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Proceso de Mantenimiento

El proceso de mantenimiento de pavimento para las tres alternativas, se realizará de manera periódica, con intervalos de 5 años entre mantenimientos, el que implica, un bacheo menor de la carretera pavimentada y se seguirán los pasos, así como los materiales, equipos y mano de obra necesaria, estipulada en la sección RUT 001 presente en el Tomo III del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras.

3.3.4 Selección del Personal

Los criterios de selección del personal son muy importantes, previo al inicio de la obra a ejecutar. Ya que de ellos depende que el proyecto se realice en tiempo y forma. Optimizando al máximo el funcionamiento cada personal seleccionado de acuerdo al puesto a desarrollar. Es importante resaltar el organigrama jerárquico del personal administrativo durante la ejecución del proyecto y respetar los roles propuestos y funciones de trabajo dentro de la obra.

Gráfica 3. Organigrama de Trabajo



Fuente: Elaboración Propia

3.3.5 Balance de Personal

Para cuantificar el costo total del recurso humano se deberá desglosar el personal al máximo según sus funciones y tareas que se tienen que ejecutar en a lo largo del proyecto, de esta manera obtener la cuantía total, para cada alternativa. Para el cálculo del salario total para cada personal dentro de la obra se hizo uso de las tablas de salarios mínimos de Nicaragua y de los porcentajes a cotizar de acuerdo al Instituto Nicaragüense de Seguridad Social (INSS) y de los Impuestos sobre la Renta (IR). (Ver Anexo 16.1 y 16.2)

Proyectando una duración de 3 meses para la ejecución del tramo de carretera se determinaron las tablas del pago total de personal a lo largo del proyecto.

Tabla 30. Pago Total de Personal para Pavimento Asfáltico

Costo Total de Personal para Pavimento de Asfáltico														
Cargo	Número de Personal	Ingresos			Deducciones			Total a Pagar Personal	Prestaciones de Ley				Total Mensual	Total de Proyecto
		Salario Ordinario	Salario por Hora	Total Ingresos	Inss	IR	Total deducción		INSS Patronal	Vacaciones	Aguinaldo	INATEC		
Ing. Gerente	1	C\$33,694.72	C\$140.39	C\$33,694.72	C\$2,105.92	C\$4,355.53	C\$6,461.45	C\$27,233.27	C\$7,581.31	C\$2,807.89	C\$2,807.89	C\$673.89	C\$40,430.37	C\$121,291.10
Ing. Residente	1	C\$32,009.98	C\$133.37	C\$32,009.98	C\$2,000.62	C\$3,960.67	C\$5,961.30	C\$26,048.68	C\$7,202.25	C\$2,667.50	C\$2,667.50	C\$640.20	C\$38,585.93	C\$115,757.78
Maestro de Obra	1	C\$18,532.10	C\$77.22	C\$18,532.10	C\$1,158.26	C\$1,391.43	C\$2,549.69	C\$15,982.41	C\$4,169.72	C\$1,544.34	C\$1,544.34	C\$370.64	C\$23,240.81	C\$69,722.44
Fiscal	2	C\$13,304.00	C\$55.43	C\$13,304.00	C\$831.50	C\$620.87	C\$1,452.37	C\$11,851.63	C\$2,993.40	C\$1,108.67	C\$1,108.67	C\$266.08	C\$34,124.72	C\$102,374.16
Albañil	3	C\$12,000.00	C\$50.00	C\$12,000.00	C\$750.00	C\$437.50	C\$1,187.50	C\$10,812.50	C\$2,700.00	C\$1,000.00	C\$1,000.00	C\$240.00	C\$46,537.50	C\$139,612.51
Ayudante	6	C\$10,571.78	C\$44.05	C\$10,571.78	C\$660.74	C\$236.66	C\$897.39	C\$9,674.39	C\$2,378.65	C\$880.98	C\$880.98	C\$211.44	C\$82,890.01	C\$248,670.04
Total												C\$265,809.34	C\$987,690.88	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31. Pago Total de Personal para Pavimento de Concreto Hidráulico

Costo Total de Personal para Pavimento de Concreto Hidráulico														
Cargo	Número de Personal	Ingresos			Deducciones			Total a Pagar Personal	Prestaciones de Ley				Total Mensual	Total de Proyecto
		Salario Ordinario	Salario por Hora	Total Ingresos	Inss	IR	Total deducción		INSS Patronal	Vacaciones	Aguinaldo	INATEC		
Ing. Gerente	1	C\$33,694.72	C\$140.39	C\$33,694.72	C\$2,105.92	C\$4,355.53	C\$6,461.45	C\$27,233.27	C\$7,581.31	C\$2,807.89	C\$2,807.89	C\$673.89	C\$40,430.37	C\$121,291.10
Ing. Residente	1	C\$32,009.98	C\$133.37	C\$32,009.98	C\$2,000.62	C\$3,960.67	C\$5,961.30	C\$26,048.68	C\$7,202.25	C\$2,667.50	C\$2,667.50	C\$640.20	C\$38,585.93	C\$115,757.78
Maestro de Obra	1	C\$18,532.10	C\$77.22	C\$18,532.10	C\$1,158.26	C\$1,391.43	C\$2,549.69	C\$15,982.41	C\$4,169.72	C\$1,544.34	C\$1,544.34	C\$370.64	C\$23,240.81	C\$69,722.44
Fiscal	2	C\$13,304.00	C\$55.43	C\$13,304.00	C\$831.50	C\$620.87	C\$1,452.37	C\$11,851.63	C\$2,993.40	C\$1,108.67	C\$1,108.67	C\$266.08	C\$34,124.72	C\$102,374.16
Albañil	5	C\$12,000.00	C\$50.00	C\$12,000.00	C\$750.00	C\$437.50	C\$1,187.50	C\$10,812.50	C\$2,700.00	C\$1,000.00	C\$1,000.00	C\$240.00	C\$77,562.51	C\$232,687.52
Ayudante	11	C\$10,571.78	C\$44.05	C\$10,571.78	C\$660.74	C\$236.66	C\$897.39	C\$9,674.39	C\$2,378.65	C\$880.98	C\$880.98	C\$211.44	C\$151,965.02	C\$455,895.07
Total												C\$365,909.35	C\$1,287,990.91	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 32. Pago Total de Personal para Pavimento de Adoquinado

Costo Total de Personal para Pavimento de Adoquines														
Cargo	Número de Personal	Ingresos			Deducciones			Total a Pagar Personal	Prestaciones de Ley				Total Mensual	Total de Proyecto
		Salario Ordinario	Salario por Hora	Total Ingresos	Inss	IR	Total deducción		INSS Patronal	Vacaciones	Aguinaldo	INATEC		
Ing. Gerente	1	C\$33,694.72	C\$140.39	C\$33,694.72	C\$2,105.92	C\$4,355.53	C\$6,461.45	C\$27,233.27	C\$7,581.31	C\$2,807.89	C\$2,807.89	C\$673.89	C\$40,430.37	C\$121,291.10
Ing. Residente	1	C\$32,009.98	C\$133.37	C\$32,009.98	C\$2,000.62	C\$3,960.67	C\$5,961.30	C\$26,048.68	C\$7,202.25	C\$2,667.50	C\$2,667.50	C\$640.20	C\$38,585.93	C\$115,757.78
Maestro de Obra	1	C\$18,532.10	C\$77.22	C\$18,532.10	C\$1,158.26	C\$1,391.43	C\$2,549.69	C\$15,982.41	C\$4,169.72	C\$1,544.34	C\$1,544.34	C\$370.64	C\$23,240.81	C\$69,722.44
Fiscal	1	C\$13,304.00	C\$55.43	C\$13,304.00	C\$831.50	C\$620.87	C\$1,452.37	C\$11,851.63	C\$2,993.40	C\$1,108.67	C\$1,108.67	C\$266.08	C\$17,062.36	C\$51,187.08
Albañil	4	C\$12,000.00	C\$50.00	C\$12,000.00	C\$750.00	C\$437.50	C\$1,187.50	C\$10,812.50	C\$2,700.00	C\$1,000.00	C\$1,000.00	C\$240.00	C\$62,050.00	C\$186,150.01
Ayudante	6	C\$10,571.78	C\$44.05	C\$10,571.78	C\$660.74	C\$236.66	C\$897.39	C\$9,674.39	C\$2,378.65	C\$880.98	C\$880.98	C\$211.44	C\$82,890.01	C\$248,670.04
Total												C\$264,259.48	C\$983,041.30	

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.6 Distribución Espacial de las Instalaciones

A continuación, se detallarán las secciones típicas de los espacios de la calzada y su distribución para comprender como estará conformada y cuáles serán las actividades para su ejecución. Los esquemas transversales se mostrarán para las diferentes alternativas de carpeta de rodamiento:

- Pavimento Asfáltico
- Pavimento de Concreto Hidráulico
- Pavimento Adoquinado

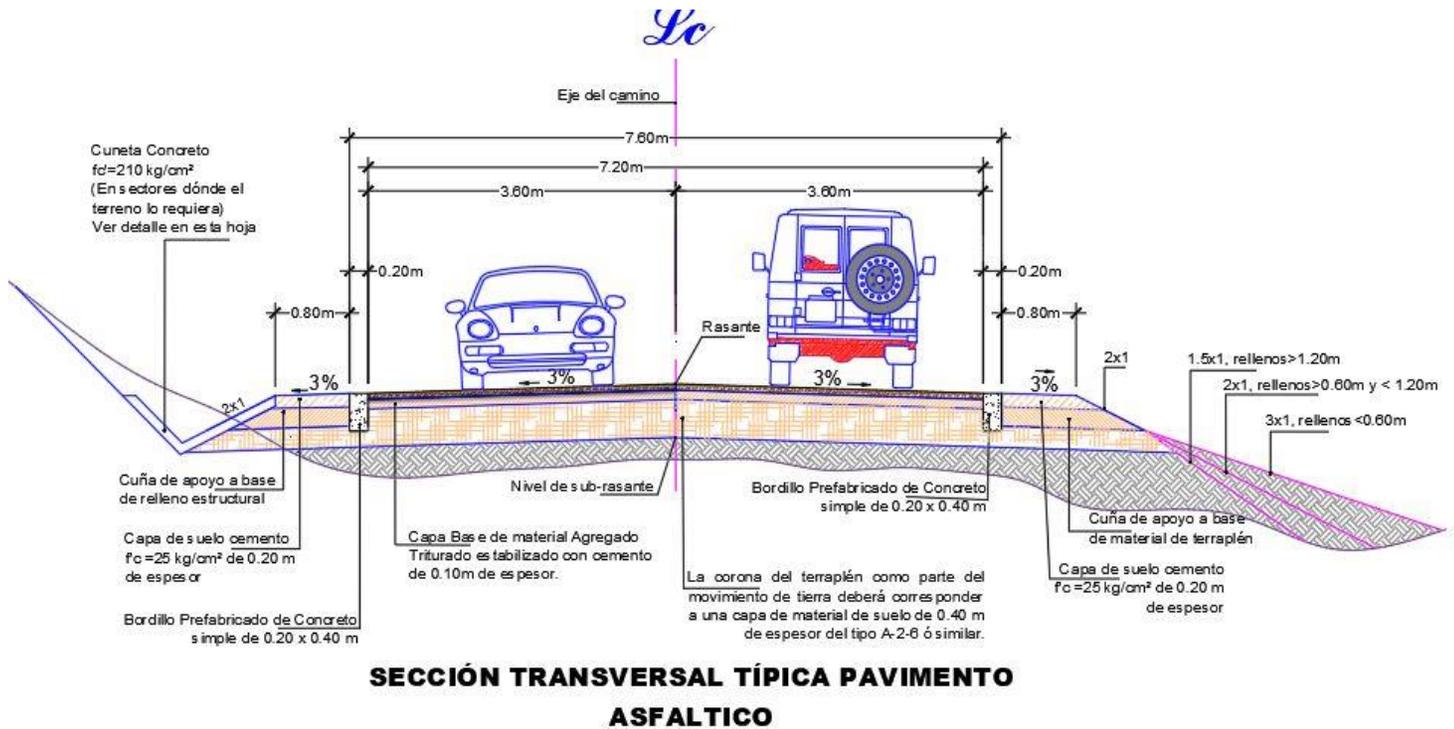
Se abordarán los detalles de la sección típica transversal para la zona, el cuál es rural, donde se señalarán lo siguiente: Derecho de vía, ancho de carril, bordillos, espesores de las capas estructurales, base y subbase, bombeo, espesor de cama de arena, planteadas cada una de las propuestas de carpeta de rodamiento.

Tabla 33. Tabla de Dimensiones de Calzada.

Propuestas para las Carpetas de Rodamientos			
Conformación	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
Ancho de Carril	3.60 m	3.60 m	3.60 m
Derecho de Vía	20.00 m	20.00 m	20.00 m
Espesor de carpeta	0.065 m	0.165 m	0.10 m
Cama de Arena	0.00 m	0.00 m	0.05 m
Espesor de Base	0.10 m	0.00 m	0.20 m
Espesor de Subbase	0.40 m	0.40 m	0.30 m
Ancho de Bordillo	0.20 m	0.20 m	0.20 m
Ancho de Hombros	0.80 m	0.80 m	0.80 m

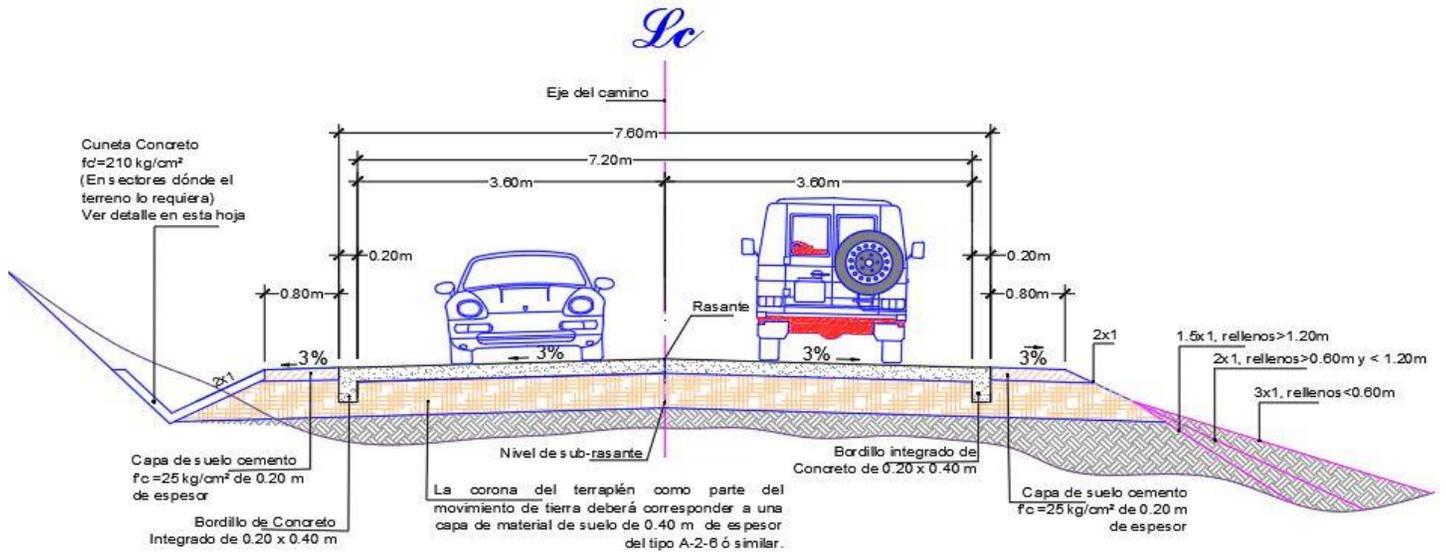
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6. Sección Típica del Tramo de Carretera de Pavimento Asfáltico



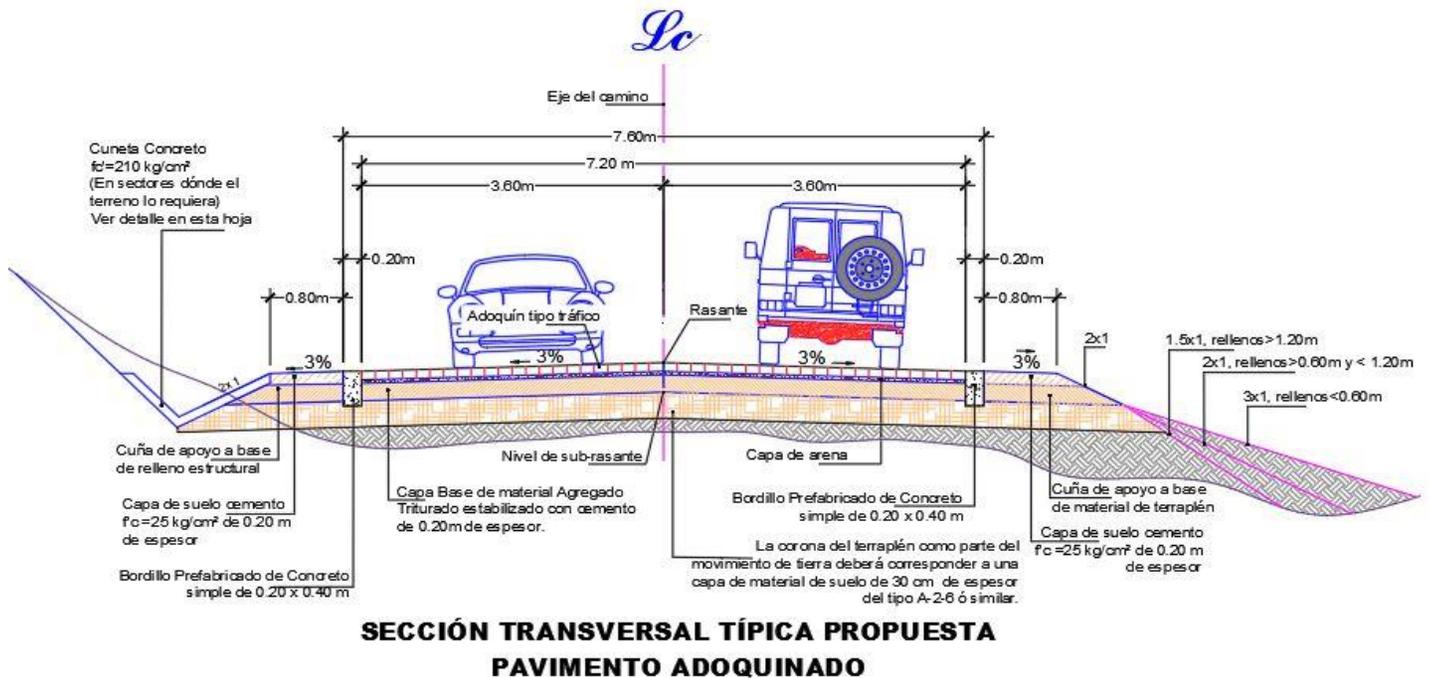
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 7. Sección Típica del Tramo de Carretera de Concreto Hidráulico



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8. Sección Típica del Tramo de Carretera de Pavimento Adoquinado



Fuente: Elaboración Propia.

3.3.7 Balance de Obras Físicas

Para cuantificar, la construcción de las instalaciones, se procederá a describir todas las actividades a realizar junto con sus cantidades de obras por cada etapa, de esta manera, al cotizar los costos por actividad, se podrá obtener un valor monetario Total, el cual será reflejado como el valor de venta del proyecto (Ver Anexo 17.1, 17.2, 17.3).

A continuación, se presentan las tablas resúmenes de las cantidades de obras para cada actividad.

Tabla 34. Cantidades de Obras para Propuesta de Pavimento Asfáltico.

Código	DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
5	PRELIMINARES				1.806.060,00
1	LIMPIEZA INICIAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	64.768,00	12	777.216,00
3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	M2	12	40	480
4	ROTULO	C/U	4	430	1720
5	REMOCION DE ESTRUCTURAS	GLB			508.500,00
15	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				3.900,00
1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	KM	6	650	3.900,00
20	MOVIMIENTO DE TIERRA				4.577.487,40
1	CORTES	M3	42.571,91	26,5	1.128.155,62
2	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO	M3	41.947,60	29,5	1.237.454,20
3	CONFORMACION Y COMPACTACION	M2	67.712,00	32,5	2.200.640,00
4	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION	M3	624,31	18	11.237,58
30	BASES Y SUBBASES				777.417,84
1	SUBBASE DE MATERIAL DE BANCO	M3	19077,12	32	610.467,84
2	BASE DE AGREGADOS NATURALES	M3	4770	35	166.950,00
35	CARPETA DE RODAMIENTO				48.833.128,00
1	CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	M2	50.342,40	970	48.833.128,00
45	CUNETAS Y BORDILLOS				515.200,00
1	VIGA DE REMATE	ML	14720	14	206080
2	CUNETA DE CONCRETO	M2	1	21	309.120,00
50	OBRAS DE DRENAJE				30.772,55
8	OBRAS DE DRENAJE MENOR	GLB			30.772,55
60	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				55.200,00
1	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	18.400,00	4,00	55.200,00
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				518.144,00
1	LIMPIEZA FINAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
			COSTO TOTAL DE VENTA		57.117.309,78
			15% DE IVA		8.567.596,47
			COSTO TOTAL		65.684.906,25

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 35. Cantidades de Obras Propuesta de Pavimento de Concreto Hidráulico.

Código	DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD	PRECIO UNIT,	TOTAL
5	PRELIMINARES				1.878.510,00
1	LIMPIEZA INICIAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	64.768,00	12	777.216,00
3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	M2	12	40	480
4	ROTULO	C/U	4	430	1720
5	REMOCION DE ESTRUCTURAS	GLB			580.950,00
15	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				3.900,00
1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	KM	6	650	3.900,00
20	MOVIMIENTO DE TIERRA				4.481.807,40
1	CORTES	M3	42.571,91	26,5	1.128.155,62
2	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO	M3	41.947,60	29,5	1.237.454,20
3	CONFORMACION Y COMPACTACION	M2	64.768,00	32,5	2.104.960,00
4	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION	M3	624,31	18	11.237,58
30	SUBBASE				746.127,36
1	CONFORMACION DE SUBBASE	M3	23316,48	32	746.127,36
35	CARPETA DE RODAMIENTO				76.521.448,00
1	CARPETA DE CONCRETO HIDRAULICO	GLB			76.521.448,00
45	CUNETAS				309.120,00
2	CUNETETA DE CONCRETO	M2	1	21	309.120,00
50	OBRAS DE DRENAJE				30.772,55
8	OBRAS DE DRENAJE MENOR	GLB			30.772,55
60	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				55.200,00
1	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	18.400,00	6,00	55.200,00
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				518.144,00
1	LIMPIEZA FINAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
			COSTO TOTAL DE VENTA		84.545.029,30
			15% DE IVA		12.681.754,40
			COSTO TOTAL		97.226.783,70

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36. Cantidades de Obras para Propuesta de Pavimento Adoquinado.

Código	DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD	PRECIO UNIT,	TOTAL
5	PRELIMINARES				1.806.060,00
1	LIMPIEZA INICIAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	64.768,00	12	777.216,00
3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	M2	12	40	480
4	ROTULO	C/U	4	430	1720
5	REMOCION DE ESTRUCTURAS	GLB			508.500,00
15	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				3.900,00
1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	KM	6	650	3.900,00
20	MOVIMIENTO DE TIERRA				4.481.807,40
1	CORTES	M3	42.571,91	26,5	1.128.155,62
2	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO	M3	41.947,60	29,5	1.237.454,20
3	CONFORMACION Y COMPACTACION	M2	64.768,00	32,5	2.104.960,00
4	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION	M3	624,31	18	11.237,58
30	BASES Y SUBBASES				993.070,08
1	SUBBASE DE MATERIAL DE BANCO	M3	18.282,24	32,00	585.031,68
2	BASE DE AGREGADOS NATURALES	M3	11.658,24	35,00	408.038,40
35	CARPETA DE RODAMIENTO				30.665.235,85
1	CARPETA DE ADOQUINES	GLB			30.665.235,85
45	CUNETAS Y BORDILLOS				515.200,00
1	VIGA DE REMATE	ML	14720	14	206.080,00
2	CUNETA DE CONCRETO	M2	14720	21	309.120,00
50	OBRAS DE DRENAJE				30.772,55
8	OBRAS DE DRENAJE MENOR	GLB			30.772,55
60	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				55.200,00
1	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	18.400,00	4,00	55.200,00
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				518.144,00
1	LIMPIEZA FINAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
			COSTO TOTAL DE VENTA		39.069.389,87
			15% DE IVA		5.860.408,48
			COSTO TOTAL		44.929.798,35

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se presenta la tabla de comparación de obras físicas para los tres tipos de pavimentos.

Tabla 37. Tabla de Comparación de Balance de Obras Físicas.

Tipos de Pavimentos	Costos Totales (Córdobas)	
Pavimento Asfáltico	Costo de Venta	57,117,309.78
	15% IVA	8,567,596.47
	Costo Total	65,684,906.25
Pavimento Concreto Hidráulico	Costo de Venta	84,545,029.30
	15% IVA	12,681,754.40
	Costo Total	97,226,783.70
Pavimento Adoquinado	Costo de Venta	39,069,389.87
	15% IVA	5,860,408.48
	Costo Total	44,929,798.35

Fuente: Elaboración Propia.

3.4 Análisis Técnico de las Propuestas de Carpetas de Rodamiento

Teniendo los costos totales de los distintos balances (equipamiento, personal y obras físicas), se puede determinar cuál de ellas es la que implica un mayor costo y cual se considera la de menor costo.

La propuesta de pavimento a base de concreto hidráulico se considera la de mayor costo, respecto a su construcción, el cual se cuantifica sobre los C\$101,171,586.73 esta propuesta tiene una vida útil va de los 40 a 50 años.

Las propuestas de pavimento a base de asfalto y de adoquín se consideran rentables, siendo la carpeta de adoquín la más económica, con una diferencia entre ellas de aproximadamente C\$21,440,000 y sus vidas útiles son de hasta 20 años.

Haciendo una relación entre los costos de construcción, vida útil y demanda futura, se puede determinar que la alternativa óptima es la carpeta de rodamiento de adoquín, debido que, al no tener un volumen de tránsito alto en el futuro, no implicará un sobre esfuerzo su estructura. Es la propuesta que implica mayor cantidad de personal a lo largo de su ejecución, pero en relación a las obras físicas es la más económica.

3.5 Aspectos Legales.

El proyecto de mejoramiento del tramo de carretera Empalme Los Cerritos – Empalme de Chilamatillo, estará apegada a las leyes necesarias para la correcta ejecución de la obra vial. A continuación, se presentan las leyes que regulan todos los procedimientos para la obtención de las autorizaciones y los mecanismos de seguimiento para su ejecución.

- Ley No. 40 “ley de municipios” publicada en la gaceta, diario oficial N°. 6 del 14 de enero del 2013.

En su artículo séptimo, inciso h) “construir y dar mantenimiento a calles, aceras, andenes, parques y plazas”. Así mismo en su artículo número doce expresa: “Desarrollar el transporte y las vías de comunicación; además podrá a) Construir y dar mantenimiento a puentes y caminos vecinales e intra municipales”.

- Decreto No. 46, Ley de Derecho de Vía, (Art. 2)

Se entiende por Derecho de Vía la anchura total que deben tener las carreteras, la cual será: para las carreteras internacionales e interoceánicas, cuarenta metros, o sean veinte metros a cada lado del eje o línea media de las mismas; para las interdepartamentales y vecinales, veinte metros o sean diez metros a cada lado del eje o línea media.

En su Artículo 4 hace referencia: “No podrán hacerse construcciones ni trabajos de ninguna especie en las carreteras dentro de las distancias comprendidas por el Derecho de Vía”.

Art. 5: “Cuando la construcción o ampliación de una carretera ocupe terrenos particulares, el Ministerio de Fomento indemnizará al propietario; y si se tratare de terrenos acotados, construirá, además, por su cuenta, las nuevas cercas”.

El Art.8 expresa: “El derecho de vía que se refiere la presente ley no afectará las edificaciones y construcciones existentes de dominio particular salvo caso de utilidad pública declarada y previa indemnización al dueño de las mismas”.

- Ley No. 730, Ley Especial para el Uso de Bancos de Materiales Selectos para el Aprovechamiento en la Infraestructura.

Norma el uso y aprovechamiento de los interesados en la explotación y aprovechamiento racional de los materiales selectos aptos para la construcción.

- NIC-2019

“El NIC-2019 contiene aspectos generales que permitirán administrar de forma más efectiva los proyectos de carreteras, caminos y puentes, apoyándose en la ley y reglamento de contrataciones que se encuentran vigentes en el país”.

- Acuerdo Ministerial MTI No. 053-2013.

Manual Procedimental para la Adquisición del Derecho de Vía en Proyectos Ejecutados por el Ministerio de Transporte e Infraestructura. Documento normativo que permite a los diferentes niveles jerárquicos, un conocimiento integral del procedimiento a ejecutar en la adquisición del Derecho de vía, además determinar las funciones específicas y responsabilidades de cada funcionario en esta Institución involucrados en las diferentes etapas del proceso.

- Guía Formulación de Iniciativas de Inversión Pública.

En la formulación de los proyectos se deben incorporar medidas de adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo. Se debe elaborar un Diagnóstico del área de influencia, la identificación de amenazas, análisis de riesgos a desastres y cambio climático y análisis de impacto ambiental a nivel de perfil.

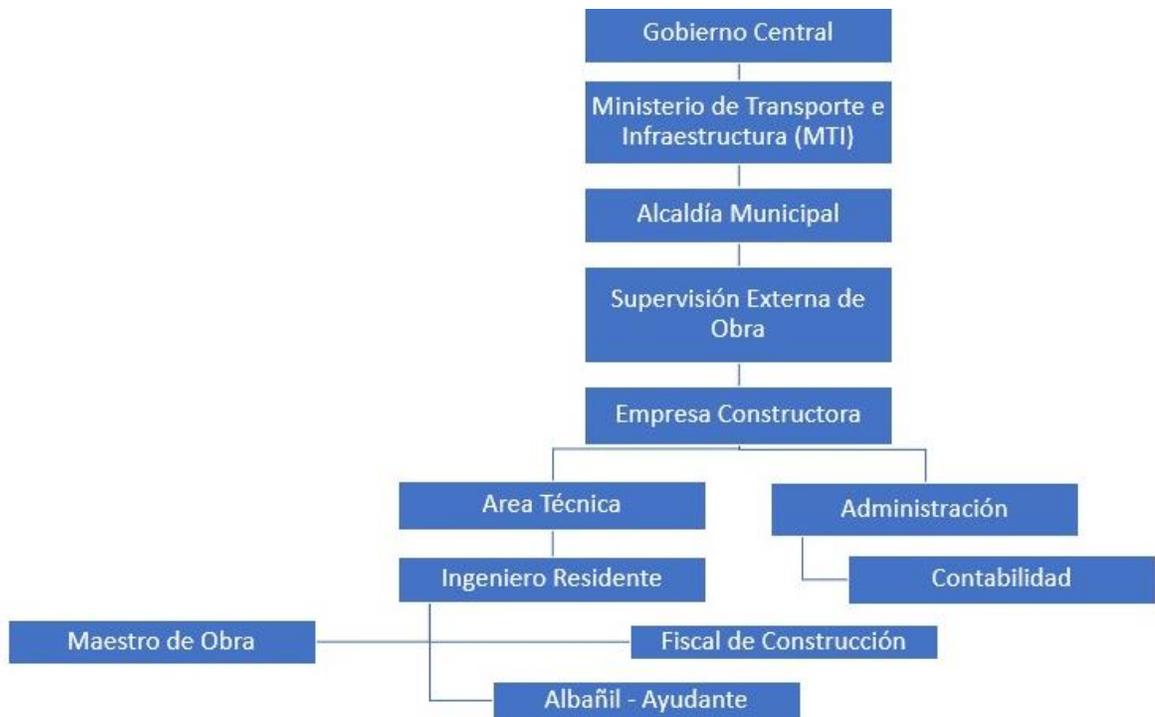
- Ley No. 347, Ley Orgánica del Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM).

Art. 5 del Marco de Gestión Ambiental y Social: Brindar asesoría integral a las municipalidades para el mejor cumplimiento de sus competencias y atribuciones y hacer todas las gestiones y esfuerzos necesarios ante el Gobierno Central para que se dote a los gobiernos de los municipios de los recursos financieros necesarios para su desarrollo. Promover la cooperación, asistencia e información entre la administración del Gobierno Central y los gobiernos locales.

3.6 Aspectos Organizacionales

El ente regulador y encargado de estos proyectos de carácter social es el Gobierno Central de la Republica de Nicaragua, en conjunto con la institución del MTI y el convenio con la Alcaldía Municipal de la localidad. Serán los encargados de administrar y velar por la ejecución de la obra. Los cuales actuando como contratante para llevar a cabo el proyecto, en conjunto con la Empresa Constructora Adjudicada llevaran a cabo la organización de jerárquica para formar el organigrama de la estructura de trabajo.

Figura 9. Organigrama de Estructura de la Unidad Ejecutora.



Fuente: Elaboración Propia.

La descripción de cada uno de los presentes en el organigrama se detalla a continuación:

- Gobierno Central: El Gobierno de la República de Nicaragua benefactor de proyecto a ejecutar.
- Alcaldía Municipal: Es la que estará autorizada para firmar el convenio con el MTI, junto a los Módulos Comunitarios de Adoquinado de la localidad y administraran parte de la obra.
- Supervisión Externa de Obra: A quien designa el MTI para el seguimiento, administración y fiel cumplimiento de las obras objetos de este contrato, representa al contratante en todas las etapas de construcción de la obra. Tendrá también funciones de asesoramiento, control y seguimiento.
- Empresa Constructora: Es la empresa o consorcio encargado de la ejecución de las obras contempladas bajo un contrato.
- Administración: Realizará funciones propias de administración y control económico del sector de la construcción durante todas sus etapas.
- Contabilidad: Llevará el control y registros de los gastos e ingresos y demás operaciones económicas que se realizará en la construcción.
- Ingeniero Residente: Es el representante autorizado del contratista, Residente en el sitio de las obras, y con responsabilidades correspondiente al personal que está a cargo de las obras.
- Maestro de Obras: Serán los responsables de la ejecución y dar órdenes a sus subordinados para la buena mano de obra del proyecto. Y cumplir a cabalidad las órdenes propuestas por el residente.
- Fiscal de la Construcción: Es el encargado de realizar los trabajos de imponer multas al contratista por incumplimiento. Su deber es supervisar que se cumplan los trabajos especificados en el contrato, revisar y aprobar el pago de planillas de avance de obra del contratista.
- Albañiles/Ayudantes: Cumplen con mano de obra y desempeño en albañilería, ordenado por el maestro de obras, para cumplir cada trabajo.

CAPITULO IV. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

4.1 Inversión Fija

El activo fijo se toma como la inversión de capital permanente necesarios a lo largo de la ejecución del proyecto en estudio, el cual se encuentran presentes: el terreno, mano de obra, maquinaria y volumen de obras físicas. A continuación, se presentan las tablas de inversión inicial de activos fijos por cada propuesta de pavimento.

Tabla 38. Capital Inicial Para Propuestas de Pavimento.

Concepto	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
Terreno	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
Mano de Obra	C\$987.690,88	C\$1.287.990,91	C\$983.041,30
Equipos	C\$2.373.554,60	C\$2.656.812,12	C\$1.693.281,23
Obras Físicas	C\$65.684.906,25	C\$97.226.783,70	C\$44.929.798,35
Inversión Total	C\$69.046.151,73	C\$101.171.586,73	C\$47.606.120,89

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 Inversión Diferida

La inversión diferida se entiende como los gastos necesarios para que el proyecto pueda llevarse a cabo, tales como los gastos de formulación y supervisión del proyecto.

Estudios anteriores, como el “Estudio a nivel de perfil de proyecto pavimentación en la comunidad los Rincones del departamento de Masaya” Elaborado por Julie Castellón en el año 2012, proponen un 8% del monto total de la inversión fija para inversión diferida.

Tabla 39. Inversión Diferida de las Alternativas.

Descripción	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
Formulación del Proyecto	C\$2.761.846,07	C\$4.046.863,47	C\$1.904.244,84
Supervisión del Proyecto	C\$2.761.846,07	C\$4.046.863,47	C\$1.904.244,84
Total Inversión Diferida	C\$5.523.692,14	C\$8.093.726,94	C\$3.808.489,67

Fuente: Elaboración Propia.

La inversión total es la sumatoria de la inversión fija y la inversión diferida, siendo la cantidad total a pagar para que el proyecto pueda llevarse a cabo, tanto desde el aspecto técnico como administrativo.

Tabla 40. Inversión Total de las Alternativas.

Descripción	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
Inversión Fija	C\$69.046.151,73	C\$101.171.586,73	C\$47.606.120,89
Inversión Diferida	C\$5.523.692,14	C\$8.093.726,94	C\$3.808.489,67
Inversión Total	C\$74.569.843,87	C\$109.265.313,67	C\$51.414.610,56

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 Costos de Operación

El proyecto de mejoramiento de carretera, al no tener una etapa operativa luego de su ejecución, únicamente se tomará como costos de operación, a los costos de mantenimiento periódicos.

Consultando estudios previos, como el “Estudio a nivel de perfil del proyecto Rehabilitación y construcción de 10 Km de camino La Calavera – Posintepe, comarca San Ignacio, municipio de Acoyapa, Chontales”. Para las propuestas de pavimento asfáltico, concreto hidráulico y de adoquines, los costos de mantenimiento periódico se tomarán para cada 5 años, el cual corresponderá al

3%, 2% y 1% respectivamente de la inversión inicial de cada propuesta de mejoramiento de carretera.

Tabla 41. Costos de Mantenimiento de Obras Físicas.

Costo de Mantenimiento de Obras Físicas			
Año	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
2027	C\$2.237.095,32	C\$2.185.306,27	C\$514.146,11
2032	C\$2.237.095,32	C\$2.185.306,27	C\$514.146,11
2037	C\$2.237.095,32	C\$2.185.306,27	C\$514.146,11
2042	C\$2.237.095,32	C\$2.185.306,27	C\$514.146,11

Fuente: Elaboración Propia.

Para el costo de mano de obra para el mantenimiento de carretera se ha tomado como referencia el Tomo III del Manual Centroamericano de Mantenimiento de carreteras, el cual propone 1 caporal 10 peones para el mantenimiento rutinario, el cual consiste en corregir baches, depresiones, rotura de bordes y otras irregularidades.

En el mantenimiento periódico propone además 1 operador de distribuidora de asfalto para la propuesta de pavimento asfáltico y 2 operadores de mixer para el pavimento de concreto hidráulico, los cuales se realizarán cuando la superficie de rodamiento presente fisuras y se esté deteriorando (Ver Anexos 18.1, 18.2 y 18.3).

Tabla 42. Costo de Mano de Obra por Mantenimiento.

Costo de Mano de Obra Para Mantenimiento			
Año	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
2022	-	-	-
2027	C\$136.702,61	C\$153.997,93	C\$119.407,30
2032	C\$136.702,61	C\$153.997,93	C\$119.407,30
2037	C\$136.702,61	C\$153.997,93	C\$119.407,30
2042	C\$136.702,61	C\$153.997,93	C\$119.407,30

Fuente: Elaboración Propia.

El costo total de mantenimiento será la sumatoria de los costos por obras físicas y el costo de mano de obra.

Tabla 43. Costo Total de Mantenimiento.

Costo Total de Mantenimiento			
Año	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
2027	C\$2.373.797,93	C\$2.339.304,20	C\$633.553,41
2032	C\$2.373.797,93	C\$2.339.304,20	C\$633.553,41
2037	C\$2.373.797,93	C\$2.339.304,20	C\$633.553,41
2042	C\$2.373.797,93	C\$2.339.304,20	C\$633.553,41

Fuente: Elaboración Propia.

4.4 Transformación a Precio Social

4.4.1 Precio Social de Volumen de Obras Físicas

Para la evaluación de un proyecto social, se debe transformar el capital inicial de acuerdo a ciertos parámetros. En el caso del volumen de obras físicas, el precio social corresponde al costo total previo al impuesto sobre valor agregado. A continuación, se presenta la tabla de los costos de volúmenes de obras físicas, sin incluir el IVA.

Tabla 44. Precio Social de Cantidades de Obras Físicas.

Tipo de Pavimentos	Costo Totales (Córdobas)	
Pavimento Asfáltico	Costo de Venta	57,117,309.78
	Costo Total	57,117,309.78
Pavimento Concreto Hidráulico	Costo de Venta	84,545,029.30
	Costo Total	84,545,029.30
Pavimento Adoquinado	Costo de Venta	39,069,389.87
	Costo Total	39,069,389.87

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2 Precio Social de Mano de Obra

El precio total de la mano de obra que se encargará de ejecutar el proyecto, se deberá de modificar de acuerdo a los factores sociales planteados por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP).

El factor de precio social de mano de obra será aplicado al salario total por trabajador durante se lleve a cabo el proyecto. Considerando que se contratará mano de obra calificada de la zona del proyecto, con desempleo involuntario, el factor de precio social a utilizar será igual a 0.82 (Ver Anexo 19).

Tabla 45. Precio Social de Mano de Obra para Pavimento Asfáltico

Pavimento Asfáltico					
Cargo	Cantidad de Personal	Total Salario Mensual	Factor Correctivo	Salario Corregido Mensual	Salario Corregido en Proyecto
Ing. Gerente de Proyecto	1	40430,37	0,82	33152,90	99458,71
Ing. Residente	1	38585,93	0,82	31640,46	94921,39
Maestro de Obras	1	23240,81	0,82	19057,46	57172,39
Fiscal	2	34124,72	0,82	27982,27	83946,81
Albañil	3	46537,50	0,82	38160,75	114482,25
Ayudante	6	82890,01	0,82	67969,81	203909,42
Total				217963,66	653890,98

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 46. Precio Social de Mano de Obra para Pavimento Concreto Hidráulico

Pavimento Concreto Hidráulico					
Cargo	Cantidad de Personal	Total Salario Mensual	Factor Correctivo	Salario Corregido Mensual	Salario Corregido en Proyecto
Ing. Gerente de Proyecto	1	40430,37	0,82	33152,90	99458,71
Ing. Residente	1	38585,93	0,82	31640,46	94921,39
Maestro de Obras	1	23240,81	0,82	19057,46	57172,39
Fiscal	2	34124,72	0,82	27982,27	83946,81
Albañil	5	77562,51	0,82	63601,26	190803,77
Ayudante	11	151965,02	0,82	124611,32	373833,95
Total				300045,68	900137,03

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47. Precio Social de Mano de Obra para Pavimento Adoquinado

Pavimento Adoquinado					
Cargo	Cantidad de Personal	Total Salario Mensual	Factor Correctivo	Salario Corregido Mensual	Salario Corregido en Proyecto
Ing. Gerente de Proyecto	1	40430,37	0,82	33152,90	99458,71
Ing. Residente	1	38585,93	0,82	31640,46	94921,39
Maestro de Obras	1	23240,81	0,82	19057,46	57172,39
Fiscal	1	17062,36	0,82	13991,14	41973,41
Albañil	4	62050,00	0,82	50881,00	152643,00
Ayudante	6	82890,01	0,82	67969,81	203909,42
Total				216692,77	650078,32

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3 Precio Social de Maquinaria

Para determinar el precio social de la maquinaria a utilizar durante la ejecución del proyecto se le deberá omitir el impuesto sobre valor agregado (IVA).

Tabla 48. Precio Social de Maquinaria Para Pavimento Asfáltico

Renta Horaria para Asfalto						
Equipo	U.M	Renta horaria \$/Hr	Total Horas	Galones de combustibles	Costo de combustible	Costo total de equipo
Camion 12m3	Hrs	\$66,35	66,40	56,00	C\$185,37	168972,40
Retroexcavadora 93hp	Hrs	\$22,56	298,80	61,00	C\$185,37	253981,10
Motoniveladora 140hp	Hrs	\$62,58	126,16	51,00	C\$185,37	293658,24
Cargador Frontal	Hrs	\$47,24	232,40	43,00	C\$185,37	403157,90
2 Camion Volquete 10m3	Hrs	\$32,43	127,82	26,00	C\$185,37	154046,97
Vibrocompactadora de Rodos 12ton	Hrs	\$34,98	236,55	36,00	C\$185,37	304533,93
Cisterna de 2000 Gl	Hrs	\$33,17	41,50	6,00	C\$185,37	50672,10
Pavimentadora de Asfalto	Hrs	\$103,50	111,22	27,00	C\$185,37	419410,76
Rastra	Hrs	\$49,81	8,30	3,48	C\$185,37	15527,13
Costo Total						2063960,52

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 49. Precio Social de Maquinaria Para Pavimento de Concreto Hidráulico

Renta Horaria para Concreto Hidráulico						
Equipo	U.M	Renta horaria \$/Hr	Total Horas	Galones de combustibles	Costo de combustibles	Costo total de equipo
Camion 12m3	Hrs	\$66,35	58,10	56,00	C\$185,37	149148,45
Retroexcavadora 93hp	Hrs	\$22,56	290,50	61,00	C\$185,37	247240,17
Motoniveladora 140hp	Hrs	\$62,58	106,24	51,00	C\$185,37	248783,88
Cargador Frontal	Hrs	\$47,24	232,40	43,00	C\$185,37	403157,9
2 Camion Volquete 10m3	Hrs	\$32,43	111,22	26,00	C\$185,37	134666,80
Vibrocompactadora de Rodos 12ton	Hrs	\$34,98	249,00	36,00	C\$185,37	320210,81
Cisterna de 2000 Gl	Hrs	\$33,17	41,50	6,00	C\$185,37	50672,10
Rastra	Hrs	\$49,81	9,83	3,48	C\$185,37	18270,44
Camion Concretero 8m3	Hrs	\$94,87	215,80	5,73	C\$185,37	738120,87
Costo Total						2310271,41

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 50. Precio Social de Maquinaria Para Pavimento Adoquinado

Renta Horaria para Adoquinado						
Equipo	U.M	Renta horaria \$/Hr	Total Horas	Galones de combustibles	Costo de combustibles	Costo total de equipo
Camion 12m3	Hrs	\$66,35	58,10	56,00	C\$185,37	149148,45
Retroexcavadora 93hp	Hrs	\$22,56	290,50	61,00	C\$185,37	247240,17
Motoniveladora 140hp	Hrs	\$62,58	106,24	51,00	C\$185,37	248783,88
Cargador Frontal	Hrs	\$47,24	232,40	43,00	C\$185,37	403157,90
2 Camion Volquete 10m3	Hrs	\$32,43	111,22	26,00	C\$185,37	134666,80
Vibrocompactadora de Rodos 12ton	Hrs	\$34,98	112,05	36,00	C\$185,37	147765,23
Cisterna de 2000 Gl	Hrs	\$33,17	41,50	6,00	C\$185,37	50672,10
Rastra	Hrs	\$49,81	8,30	3,48	C\$185,37	15527,13
Tractor D6	Hrs	\$65,34	29,88	27,90	C\$185,37	75456,81
Costo Total						1472418,46

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.4 Inversión Inicial Social

Se procede a calcular la inversión fija social.

Tabla 51. Tabla de Inversión Fija Social.

Concepto	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
Terreno	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
Mano de Obra	C\$653.890,98	C\$900.137,03	C\$650.078,32
Equipos	C\$2.063.960,52	C\$2.310.271,41	C\$1.472.418,46
Obras Físicas	C\$57.117.309,78	C\$84.545.029,30	C\$39.069.389,87
Inversión Total	C\$59.835.161,28	C\$87.755.437,74	C\$41.191.886,66

Fuente: Elaboración Propia.

La inversión diferida se obtendrá de acuerdo a los porcentajes aplicados en los precios originales, el cual es de 4% para la formulación y la evaluación del proyecto.

Tabla 52. Tabla de Inversión Diferida Social.

Descripción	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
Formulación del Proyecto	C\$2.393.406,45	C\$3.510.217,51	C\$1.647.675,47
Supervisión del Proyecto	C\$2.393.406,45	C\$3.510.217,51	C\$1.647.675,47
Total Inversión Diferida	C\$4.786.812,90	C\$7.020.435,02	C\$3.295.350,93

Fuente: Elaboración Propia.

La inversión total a precio social será la sumatoria de las inversiones fijas y diferidas sociales.

Tabla 53. Tabla de Inversión Inicial Social.

Descripción	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
Inversión Fija	C\$59.835.161,28	C\$87.755.437,74	C\$41.191.886,66
Inversión Diferida	C\$4.786.812,90	C\$7.020.435,02	C\$3.295.350,93
Inversión Total	C\$64.621.974,19	C\$94.775.872,76	C\$44.487.237,59

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.5 Precio Social de Mantenimiento de Obras Físicas.

El costo de mantenimiento de las obras físicas, al igual que en el mejoramiento del tramo, se deberá omitir el impuesto sobre valor agregado IVA.

Tabla 54. Tabla de Costo Social de Mantenimiento en Obras Físicas

Costo Social de Mantenimiento de Obras Físicas			
Año	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
2027	C\$1.938.659,23	C\$1.895.517,46	C\$444.872,38
2032	C\$1.938.659,23	C\$1.895.517,46	C\$444.872,38
2037	C\$1.938.659,23	C\$1.895.517,46	C\$444.872,38
2042	C\$1.938.659,23	C\$1.895.517,46	C\$444.872,38

Fuente: Elaboración Propia.

El costo de mano de obra para mantenimiento de la carretera se deberá multiplicar por el factor de costo social de mano de obra, igual a 0.82.

Tabla 55. Tabla de Costo Social de Mano de Obra para Mantenimiento.

Costo Social de Mano de Obra Para Mantenimiento			
Año	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
2027	C\$112.096,14	C\$126.278,30	C\$97.913,99
2032	C\$112.096,14	C\$126.278,30	C\$97.913,99
2037	C\$112.096,14	C\$126.278,30	C\$97.913,99
2042	C\$112.096,14	C\$126.278,30	C\$97.913,99

Fuente: Elaboración Propia.

El costo total social de mantenimiento de la carretera, se obtendrá con los costos de mantenimiento de obras físicas y de mano de obra transformados a sus precios sociales.

Tabla 56. Tabla de Costo Total Social en Mantenimiento de Carretera

Costo Social Total de Mantenimiento			
Año	Asfalto	Concreto Hidráulico	Adoquín
2027	C\$2.050.755,37	C\$2.021.795,76	C\$542.786,36
2032	C\$2.050.755,37	C\$2.021.795,76	C\$542.786,36
2037	C\$2.050.755,37	C\$2.021.795,76	C\$542.786,36
2042	C\$2.050.755,37	C\$2.021.795,76	C\$542.786,36

Fuente: Elaboración Propia.

4.5 Beneficio Social

El mejoramiento del tramo de carretera, siendo un proyecto social, está enfocado desde el punto de vista económico y no desde el punto de vista financiero, es decir, que se vela por el ahorro económico que tendrían los pobladores de las comunidades en estudios.

Para cuantificar el ahorro económico de la comunidad, se realizó una encuesta a una muestra finita de 51 personas que viven en las cercanías del tramo de carretera en estudio (Ver Anexo 20). Dicha muestra, no probabilística se seleccionó de las personas que fuesen la cabeza de familias, de esta manera tener un valor lo más realista de:

- Gastos por movilización: se cuantifica el costo promedio de movilización y el número de veces que se moviliza por semana, aquí se incluyen los costos de mantenimiento en caso de poseer vehículo propio.
- Gastos por atención médica: se cuantifica el promedio mensual que ellos y sus familiares tienen padecimientos por dengue, diarrea e infecciones respiratorias agudas, de igual manera se cuantifica el costo total por dicha atención médica, tomando en cuenta el transporte, su consulta y los medicamentos.

4.5.1 Ahorro por costos vehiculares

En el caso del deterioro de los vehículos y su respectivo mantenimiento, se estima que se ahorrarían un promedio de 3000 córdobas anuales, principalmente en revisión de amortiguadores y cambio de llantas.

Tabla 57. Tabla de Ahorro Total por Costos Vehiculares.

Descripción	Vehículos	Gasto anual en mantenimiento (%)	Costo Inicial Promedio	Gasto anual en mantenimiento	Ahorro Anual por Mantenimiento	Ahorro (\$)
Bus	2	10%	\$50,000.00	\$5,000.00	0.16%	\$16.00
Camioneta	8	10%	\$25,000.00	\$2,500.00	0.33%	\$66.00
Moto	33	10%	\$2,500.00	\$250.00	3.28%	\$270.60
Total	43					\$352.60

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.2 Ahorro por disminución de enfermedades

En los gastos de movilización por atención médica, se estima que haya una disminución de 50% en los casos de enfermedades por diarrea y enfermedades respiratorias agudas (I.R.A). Los números de casos se consideraron de acuerdo al número de familiares (de la población) que padecen estas enfermedades y sumando las cantidades de veces que se enferman al año.

Los gastos por atención médica indicados en la tabla 58, se obtuvieron de los resultados de la encuesta de beneficio social, donde consideran que en una atención médica por enfermedad diarreica e infección respiratoria gastan aproximadamente 650 córdobas y 800 córdobas respectivamente.

Tabla 58. Tabla de Ahorro Total por Atención Médica.

Descripción	Casos	Gasto por enfermedad (\$)	Ahorro (%)	Ahorro total (\$)
Casos de Diarrea	103	\$17.81	50%	\$917.22
Casos de I.R.A	396	\$21.92	50%	\$4,340.16
Total				\$5,257.38

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.3 Aumento del valor de propiedades

De ejecutarse el mejoramiento del tramo de carretera, las viviendas de la zona obtendrán un aumento de valor. Debido a la cercanía del proyecto, estas tendrán mayor acceso a la movilización.

Por medio de un sondeo en el sitio de estudio, se cuantificaron 49 viviendas aledañas, las cuales serán beneficiadas directamente en el acceso y el aumento de valor en su plusvalía.

De acuerdo a las ofertas publicadas en la página de venta de Nicaragua (Encuentra24.com), en la sección de bienes raíces, el valor promedio de las casas ubicadas cerca de la zona en estudio, y con un área aproximada a 80 metros cuadrados, tiene un valor de 29,000 dólares.

Tabla 59. Tabla de Aumento de Valor de las Viviendas.

Descripción	Unidad	Monto
Viviendas con aumento de valor por el proyecto	c/u	49
Valor unitario promedio	\$	29,000
Valor Total	\$	1421000
Incremento del valor	%	30%
Valor nuevo de propiedades	\$	1847300
Incremento del valor	\$	426300

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.4 Aumento por Excedente del Productor

De acuerdo a las características de la explotación agropecuaria presentada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, además del tercer censo nacional agropecuario presentado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo, se han contabilizado 56 áreas explotadas que cultivan maíz blanco y frijol el cual corresponden al 3.46% y 3.56% de superficie explotadas en el municipio de Estelí. (Ver Anexo 21.1, 21.2 y 21.3)

Tabla 60. Tabla de superficies explotadas en área de estudio

Producto	AE en el municipio de Estelí	AE en área de estudio	% explotado respecto al municipio de Estelí	Superficie explotada en el municipio de Estelí (Mz)	Superficie explotada en área de estudio (Mz)
Maíz	1618	56	3,46%	3961,75	137,08
Frijol	1573	56	3,56%	5471,92	194,80

Fuente: Elaboración Propia.

Se recopilaron los rendimientos de producción de maíz y de frijol, de acuerdo a la tabla de producción agrícola por año (producción de granos básicos) presentados por el Banco Central de Nicaragua en el ciclo agrícola 2021/2022. Considerando un incremento en el rendimiento de 3 quintales por manzana se determinó el total de ganancias por excedente de producción tomando como referencia los precios de venta al por mayor de La Bolsa Agroindustrial (BOLSAGRO).

Tabla 61. Tabla de Incremento de Producción.

Descripcion	Unidad	Maiz	Frijol
Superficie explotada	Mz	137,12	194,80
Rendimiento actual	qq/Mz	13,8	21,3
Producción actual	Qq	1892,24	4149,34
Incremento en rendimiento	qq/Mz	3	3
Producción Con Proyecto	Qq	2303,59	4733,75
Aumento de Producción por Proyecto	Qq	411,36	584,41
Precio promedio	\$/qq	32,88	32,88
Incremento de producción	\$	13525,39	19215,52
Total	\$	32740,90	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 62. Tabla de Ahorro en Transporte de Producción

Descripción	Unidad	Maiz	Frijol
Producción Con Proyecto	qq	2303,59	4733,75
Costo de Flete sin Proyecto	\$/qq	0,68	0,68
Costo de Flete con Proyecto	\$/qq	0,54	0,54
Ahorro de Flete Por Proyecto	\$/qq	0,14	0,14
Ahorro Total por Flete	\$	322,50	662,72
Total	\$	985,23	

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.5 Flujo de Beneficio Social

Los Beneficios totales se plantearon en la tabla de flujos de beneficios sociales. El valor de la plusvalía incrementará únicamente en el año de la ejecución del proyecto y los otros beneficios sociales deberán ser proyectados de acuerdo al periodo de diseño de 20 años, considerando una tasa de crecimiento de 0.05% en el beneficio por depreciación de vehículos, 1.65% para el beneficio por atención médica, habiendo tomado de referencia la tasa de crecimiento poblacional de la zona y 3.14% para el aumento por excedente del productor tomando como referencia la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto del país

Tabla 63. Tabla de Flujo de Beneficios Sociales.

Año	Aumento por Plusvalía	Ahorro por Gastos Vehiculares	Ahorro por Gastos por Enfermedades	Aumento por excedente del productor	Total (\$)	Total (C\$)
2022	\$426,300.00	-	-	-	\$426,300.00	C\$15,645,210.00
2023		\$352.60	\$5,257.38	\$33,726.13	\$39,336.11	C\$1,443,635.12
2024		\$354.36	\$5,344.12	\$34,785.13	\$40,483.62	C\$1,485,748.74
2025		\$356.13	\$5,432.30	\$35,877.39	\$41,665.82	C\$1,529,135.59
2026		\$357.92	\$5,521.93	\$37,003.94	\$42,883.78	C\$1,573,834.85
2027		\$359.71	\$5,613.04	\$38,165.86	\$44,138.61	C\$1,619,886.93
2028		\$361.50	\$5,705.66	\$39,364.27	\$45,431.43	C\$1,667,333.49
2029		\$363.31	\$5,799.80	\$40,600.30	\$46,763.42	C\$1,716,217.48
2030		\$365.13	\$5,895.50	\$41,875.15	\$48,135.78	C\$1,766,583.20
2031		\$366.95	\$5,992.78	\$43,190.03	\$49,549.76	C\$1,818,476.31
2032		\$368.79	\$6,091.66	\$44,546.20	\$51,006.65	C\$1,871,943.90
2033		\$370.63	\$6,192.17	\$45,944.95	\$52,507.75	C\$1,927,034.53
2034		\$372.49	\$6,294.34	\$47,387.62	\$54,054.45	C\$1,983,798.25
2035		\$374.35	\$6,398.20	\$48,875.59	\$55,648.14	C\$2,042,286.69
2036		\$376.22	\$6,503.77	\$50,410.29	\$57,290.27	C\$2,102,553.07
2037		\$378.10	\$6,611.08	\$51,993.17	\$58,982.35	C\$2,164,652.27
2038		\$379.99	\$6,720.16	\$53,625.76	\$60,725.91	C\$2,228,640.88
2039		\$381.89	\$6,831.04	\$55,309.61	\$62,522.54	C\$2,294,577.25
2040		\$383.80	\$6,943.76	\$57,046.33	\$64,373.88	C\$2,362,521.55
2041		\$385.72	\$7,058.33	\$58,837.58	\$66,281.63	C\$2,432,535.82
2042		\$387.65	\$7,174.79	\$60,685.08	\$68,247.52	C\$2,504,684.02

Fuente: Elaboración Propia.

4.6 Flujo Financiero

En el flujo financiero se detalla la inversión inicial, los costos por mantenimiento y el flujo efectivo neto del proyecto a lo largo del periodo de diseño, este no cuenta con un financiamiento de una entidad privada, únicamente se toman en cuenta los fondos del estado.

En el flujo efectivo para alternativa de pavimento asfáltico, en el año de la inversión refleja un monto de -C\$74,569,843.87 y cada 5 años refleja un flujo efectivo de -C\$2,373,797.93 que se mantiene constante hasta el último año en que se ha diseñado la propuesta.

Para la propuesta de la carpeta de rodamiento de concreto hidráulico refleja un flujo efectivo de -C\$109,265,313.67 que a partir del quinto año refleja una disminución de -C\$2,339,304.20 y que se mantiene constante cada 5 años, hasta el último año de diseño y de igual manera sucede para la propuesta de pavimento de adoquín en donde su flujo efectivo tiene una reducción de -C\$633,553.41 a partir del año 5, siendo su inversión inicial de C\$51,414,610.56.

A continuación, se presenta el flujo efectivo neto para el pavimento de adoquinado, los flujos financieros para las alternativas de pavimento asfáltico y de concreto hidráulico se encuentran presentes en anexo (Ver Anexo 22.1 y 22.2).

Tabla 64. Tabla de Flujo Financiero Para Alternativa De Pavimento De Adoquinado.

FLUJO EFECTIVO SIN FINANCIAMIENTO ALTERNATIVA DE PAVIMENTO DE ADOQUIN																					
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
Costos Fijos	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$633.553,41
Utilidad Antes de Impuesto	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41
Impuesto	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
Utilidad Despues de Impuesto	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41
Inversión Inicial	C\$51.414.610,56	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
FEN	-C\$51.414.610,56	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$633.553,41

Fuente: Elaboración Propia.

El flujo efectivo social presenta los valores de la inversión, los costos de mantenimiento transformados a los precios sociales, además refleja el beneficio social que tendría la comunidad de llevarse a cabo el proyecto. En la tabla 65 se presenta el flujo efectivo económico para el pavimento de adoquinado, los flujos efectivos económicos para las alternativas de pavimento asfáltico y de concreto hidráulico se encuentran presentes en anexo (Ver Anexo 23.1 y 23.2).

Tabla 65. Tabla de Flujo Social Para Alternativa De Pavimento De Adoquinado.

FLUJO EFECTIVO SOCIAL ALTERNATIVA DE PAVIMENTO DE ADOQUIN																					
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos	C\$15,645,210.00	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	C\$1,619,886.93	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	C\$1,871,943.90	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$2,164,652.27	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$2,504,684.02
Costos Fijos	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$542,786.36	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$542,786.36	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$542,786.36	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$542,786.36
Utilidad Antes de Impuesto	C\$15,645,210.00	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	C\$1,077,100.57	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	C\$1,329,157.54	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$1,621,865.91	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$1,961,897.66
Impuesto	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00
Utilidad Despues de Impuesto	C\$15,645,210.00	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	C\$1,077,100.57	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	C\$1,329,157.54	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$1,621,865.91	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$1,961,897.66
Inversión Inicial	C\$44,487,237.59	C\$0.00																			
FEN	-C\$28,842,027.59	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	C\$1,077,100.57	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	C\$1,329,157.54	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$1,621,865.91	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$1,961,897.66

Fuente: Elaboración Propia.

4.7 Criterios de Evaluación Económica

4.7.1 Valor Actual Neto Económico (VANE)

Como se puede observar en la tabla 66 se ha determinado el valor actual neto económico (VANE) para las 3 propuestas de pavimentos haciendo uso de la fórmula 17. Los resultados del VANE han sido valores negativos, esto indica que ninguna de las 3 alternativas es viable por el momento, ya que los valores actuales del flujo son menores que la inversión inicial.

Tabla 66. Tabla de Evaluación del Valor Actual Neto Económico (VANE).

Valor Actual Neto Económico		
Tipo de Pavimento	Tasa Social	VANE
Asfáltico	8%	-C\$34,815,547.25
Concreto Hidráulico	8%	-C\$64,920,979.99
Adoquín	8%	-C\$12,157,124.10

Fuente: Elaboración Propia.

4.7.2 Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)

Para las 3 propuestas de pavimento: Adoquín, Asfalto y concreto hidráulico, se ha utilizado la fórmula 18 para obtener la Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE), los resultados de los cálculos se encuentran reflejados en la tabla 67.

Tabla 67. Tabla de Evaluación de Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE).

Tasa Interna de Retorno Económico TIRE		
Tipo de Pavimento	Tasa Social	TIRE
Asfáltico	8%	-3.97%
Concreto Hidráulico	8%	-7.43%
Adoquín	8%	2.12%

Fuente: Elaboración Propia.

Los valores de la TIRE en los 3 casos han sido menor a la tasa social, es decir, que no hay un retorno de la inversión inicial dentro del periodo de diseño en el flujo económico actual.

4.7.3 Tiempo Óptimo de Ejecución

De acuerdo al sistema nacional de inversiones públicas todo proyecto de carretera se considera viable en dependencia del tiempo óptimo. De acuerdo a la Tabla 68, se ha determinado la tasa de rentabilidad instantánea a partir del cociente entre la inversión y la proyección del beneficio neto.

Tabla 68. Tiempo Óptimo de Ejecución del Proyecto.

Adoquinado			
Año	Beneficio	Inversión	TRI
2023	C\$1,443,635.12	C\$44,487,237.59	3.25%
2024	C\$1,485,748.74	C\$44,487,237.59	3.34%
2025	C\$1,529,135.59	C\$44,487,237.59	3.44%
2026	C\$1,573,834.85	C\$44,487,237.59	3.54%
2027	C\$1,619,886.93	C\$44,487,237.59	3.64%
2028	C\$1,667,333.49	C\$44,487,237.59	3.75%
2029	C\$1,716,217.48	C\$44,487,237.59	3.86%
2030	C\$1,766,583.20	C\$44,487,237.59	3.97%
2031	C\$1,818,476.31	C\$44,487,237.59	4.09%
2032	C\$1,871,943.90	C\$44,487,237.59	4.21%
2033	C\$1,927,034.53	C\$44,487,237.59	4.33%
2034	C\$1,983,798.25	C\$44,487,237.59	4.46%
2035	C\$2,042,286.69	C\$44,487,237.59	4.59%
2036	C\$2,102,553.07	C\$44,487,237.59	4.73%
2037	C\$2,164,652.27	C\$44,487,237.59	4.87%
2038	C\$2,228,640.88	C\$44,487,237.59	5.01%
2039	C\$2,294,577.25	C\$44,487,237.59	5.16%
2040	C\$2,362,521.55	C\$44,487,237.59	5.31%
2041	C\$2,432,535.82	C\$44,487,237.59	5.47%
2042	C\$2,504,684.02	C\$44,487,237.59	5.63%
2043	C\$2,579,032.12	C\$44,487,237.59	5.80%
2044	C\$2,655,648.14	C\$44,487,237.59	5.97%
2045	C\$2,734,602.21	C\$44,487,237.59	6.15%
2046	C\$2,815,966.66	C\$44,487,237.59	6.33%
2047	C\$2,899,816.04	C\$44,487,237.59	6.52%
2048	C\$2,986,227.27	C\$44,487,237.59	6.71%
2049	C\$3,075,279.62	C\$44,487,237.59	6.91%
2050	C\$3,167,054.88	C\$44,487,237.59	7.12%
2051	C\$3,261,637.33	C\$44,487,237.59	7.33%
2052	C\$3,359,113.93	C\$44,487,237.59	7.55%
2053	C\$3,459,574.32	C\$44,487,237.59	7.78%
2054	C\$3,563,110.95	C\$44,487,237.59	8.01%
2055	C\$3,669,819.14	C\$44,487,237.59	8.25%
2056	C\$3,779,797.19	C\$44,487,237.59	8.50%
2057	C\$3,893,146.46	C\$44,487,237.59	8.75%
2058	C\$4,009,971.49	C\$44,487,237.59	9.01%
2059	C\$4,130,380.04	C\$44,487,237.59	9.28%

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la tasa de rentabilidad instantánea (TRI) el proyecto alcanzará la tasa social de descuento para el año 2054, año en el que será rentable su ejecución.

Conclusiones

En el presente trabajo monográfico titulado “Formulación a nivel de pre factibilidad del mejoramiento del tramo de carretera Empalme Los Cerritos – Empalme de Chilamatillo (7.36 km), en el municipio de Estelí”, se lograron realizar satisfactoriamente los estudios pertinentes (Estudios de Mercado, Técnico y Socioeconómico) para la evaluación de las tres alternativas de pavimento: pavimento de concreto Hidráulico, Asfalto y Adoquinado, de esta manera verificar si es factible llevar a cabo el proyecto y de ser así, seleccionar la propuesta más viable para la solución de la problemática actual y a futuro de la comunidad en estudio.

- En el estudio de mercado se identificó el volumen de tránsito promedio diario actual, siendo el TPDA igual a 288 vehículos en el empalme Chilamatillo, en el cual la mayor demanda corresponde a motos y camionetas con un 82.14 % de porcentaje para estos vehículos. Además, se revisaron las condiciones actuales de la vía, las cuales se compararon con los criterios establecidos por las normas de diseño.
- En el estudio Técnico se deducen las características técnicas del tramo de calle, que tendrá una longitud de 7.36 km y un ancho de calzada de 7.2 metros, con dos carriles en sentidos opuestos y con un ancho de 3.6 metros cada carril, que posee un rango de velocidad de diseño de 30 KPH. Además, se diseñaron los espesores de las capas que conforman cada alternativa, de acuerdo a los manuales de la SIECA para carretera de bajo tráfico (colectoras secundarias) como el tramo de carretera en estudio.
- Finalmente, en el estudio socioeconómico donde se evalúan las inversiones y costos por carpeta de rodamiento, se observó que la mayor inversión inicial corresponde a la carpeta de concreto hidráulico igual a -C\$ 94,775,872.76 córdobas, la carpeta de rodamiento a base de asfalto y a base de adoquín tienen una inversión inicial de -C\$64,621,974.19 córdobas y de -C\$ 44,487,237.59 córdobas respectivamente.

- Con la evaluación Socioeconómica partiendo de un flujo efectivo neto social donde se evaluaron los beneficios en ahorros por disminución de enfermedades, mantenimiento vehicular, aumento por excedente del productor, además del aumento en la plusvalía con un total de C\$15,645,210 que corresponde al valor final de las 49 viviendas aledañas encuestadas. Una vez evaluados los criterios de VANE y TIRE, se visualiza que las tres propuestas de pavimento muestran valores menores a los rentables, es decir, los beneficios sociales no superan la inversión inicial a lo largo del periodo de diseño.
- La tasa de rentabilidad instantánea refleja que el tiempo óptimo de ejecución es adecuado para el año 2054, año en que la (TRI) supera a la tasa social de descuento (8%).

Recomendaciones

Habiendo analizado todos los estudios necesarios, principalmente los resultados de los criterios de evaluación económica realizados en el estudio socioeconómico, siendo estos negativos para las 3 propuestas de pavimento, se recomienda:

- No ejecutar el proyecto en el año en curso ni siguiente, ya que actualmente el beneficio social es menor al costo de ejecución del proyecto. En cambio, se recomienda posponer su ejecución para el año 2054 en el cual se beneficiarán los 4 índices de desarrollo (salud, transporte, vivienda y agricultura).
- Realizar una nivelación de terreno conservando la mayor parte del suelo útil y realizando una optimización del suelo inadecuado por medio de un mejoramiento de suelo cemento usando una proporción de 1:20, es decir, para un volumen de 20 m³ de suelo se le agregará un 1m³ de cemento. Material que será ocupado para la conformación del camino de acuerdo a lo planteado en la optimización de la oferta.
- No realizar un aumento en el ancho del tramo, debido a que algunas propiedades están cerca del borde del camino y no se contemplaría las afectaciones por derecho de vía, sin embargo, viendo las condiciones de malezas y rocas sobre la orilla del tramo que obstaculizan la vía y deterioran la calidad de vida útil, se recomienda realizar la remoción de árboles y rocas donde lo amerite.

Bibliografía

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Secretaría de Integración Económica Centroamericana. Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. (2002)

Baca Urbina. Evaluación de proyectos. Editorial Mc Graw Hill. Sexta Edición. (2010).

Castellón, J. Estudio a nivel de perfil de proyecto pavimentación en la comunidad los Rincones del departamento de Masaya. Managua. (2012).

Cerna, W. García, I. Pérez, J. Formulación a Nivel de Pre Factibilidad de la Construcción de Estructura de Pavimento de 363.42Mts de Calle, Ubicada en la Comarca San José de la Cañada, Distrito III Managua. Managua. (2022).

Cohen, E. Martínez, R. Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales. Chile: No ha sido a revisión editorial. (2003).

Córdoba, M. Formulación y evaluación de proyectos. 2a. ed. Bogotá: Ecoe Ediciones. (2011).

Falla, L. Gonzáles, G. Castro, V. Salas, J. Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública Costa Rica. San José, Costa Rica: mideplan. (Febrero, 2010).

Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE. Caracterización Sociodemográfica del Departamento de Estelí. (2005)

Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE. Estelí en Cifras. Managua. (2008).

J. A. M. Relación oferta-demanda de las instalaciones acuáticas cubiertas: bases para un programa motor de actividades acuáticas educativas (Tesis doctorales). Universidad de Murcia, España. (2008).

Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras, SIECA 2011.

Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales SIECA 2004.

Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Dirección General de Inversiones Públicas, SNIP. Metodología para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial.

Ministerio de transportes y comunicaciones. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018. (2018).

Especificaciones generales de la construcción de caminos, calles y puentes (NIC-2019). (2019).

Pérez, A. Proyectos sociales ejemplos: definición y tipos. OBS Business School. (2021). Sitio Web:

<https://www.obsbusiness.school/blog/proyectos-sociales-ejemplos-definicion-y-tipos>.

Portocarrero, I. Vega, R. Prado, M. (2012). Metodología para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial. Dirección

General de Inversiones Públicas, del Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2012). Sitio web:
<http://www.snip.gob.ni/Docs/metodologias/MetodologiaVial.pdf>.

Rafael C. Mayor R. James G. Ingeniería de tránsito, Fundamentos y aplicaciones. 8va Edición. México (2007).

Sapag, N. Proyectos de inversión. Formulación y evaluación. 2a ed. Chile: Pearson Educación. (2011).

Sapag, Nassir - Sapag, Reinaldo. Preparación y evaluación de proyectos. 5ta edición. (2008).

Sapag, N. Preparación y evaluación de proyectos. 5ta. ed. Colombia: McGraw Hill Interamericana. (2008).

Martínez, G. Tipos de pavimento. Conoce sus características y clasificación. Ingeniería y Construcción. Colombia. (2020). Sitio Web:
<https://www.ingenieriaconstruccioncolombia.com/tipos-de-pavimento/>

Thomas, M. Vidal, R. Chacur, A. Evaluación Socioeconómica de Proyectos con el Método de Opciones Reales. Universidad de Concepción, Chile. (2008).

Sitio Web Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (FUNIDES): <https://funides.com/>

Sitio Web Banco Central de Nicaragua (BCN): <https://www.bcn.gob.ni/>

ANEXOS

Anexo 1. Determinación de Población y Muestra de acuerdo a la comunidad de San Juan.

Santa Cruz	3 386	610	1 111	-	558	1 107	69.0	37.9	136	18.7	14.1	6.5	4.6
Tres Esquinas	386	83	109		73	121	89.2	46.2	11	22.7	17.9	12.0	3.2
Santa Cruz	825	148	247		132	298	65.0	28.5	34	15.8	13.4	5.8	4.3
Hato Viejo	504	61	218		64	161	45.2	30.8	21	10.8	6.6	2.1	2.2
La Habana	405	81	123		65	136	74.6	37.8	15	22.3	19.1	8.8	8.7
La Ceiba	462	86	154		77	145	73.0	46.2	17	18.9	10.1	4.9	1.3
San Juan	229	49	71		37	72	76.2	44.2	6	16.7	18.8	6.7	12.5

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo. III Censo de Población, 2005.

Anexo 2. Tabla resumen del tránsito por día.

2.1 Tabla de resumen tránsito por día. Estación #2 Empalme Chilamatillo. Flujo: Estelí – Miraflores.

HORA		BICIC.	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS			VEHÍCULOS DE CARGA								EQUIPO PESADO		OTROS	TOT VEH/HR	% VEH/HR	
DE	A		MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C4	TXSX 4	TXSX 5	CXRX 4	CXRX 5	VA	VC				
06:00	07:00	-	25	-	-	26	-	-	3	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	16,84
07:00	08:00	-	20	-	2	14	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	10,53
08:00	09:00	-	18	-	-	20	-	-	2	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	12,37
09:00	10:00	1	17	-	1	21	-	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	11,84
10:00	11:00	-	13	-	2	13	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	8,16
11:00	12:00	-	9	-	-	15	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	7,11
12:00	13:00	-	6	-	1	9	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	4,47
13:00	14:00	-	8	-	3	4	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	4,74
14:00	15:00	1	12	-	1	5	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	5,26
15:00	16:00	-	12	-	1	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	4,74
16:00	17:00	-	15	-	-	9	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	8,68
17:00	18:00	-	11	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	5,26
TOT X VEH/DÍA:		2	166	-	11	149	-	-	18	22	14	-	-	-	-	380							
%/ TIPO VEH DÍA:		0,53	43,68	-	2,89	39,21	-	-	4,74	5,79	3,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,53	

Fuente: CONDISA. (2018). Informe de Estudio de Trafico Final. Estación 2, Empalme Chilamatillo.

Anexo 2. Tabla resumen del tránsito por día.

2.2 Tabla de resumen tránsito por día. Estación #2 Empalme Chilamatillo. Flujo: Miraflores – Estelí.

HORA		BICIC.	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS				VEHÍCULOS DE CARGA						EQUIPO PESADO		OTROS	TOT VEH/HR	% VEH/HR	
DE	A		MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C4	TXSX 4	TXSX 5	CXRX 4	CXRX 5	VA				VC
06:00	07:00	-	3	-	-	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2,37
07:00	08:00	-	8	-	1	4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	4,44
08:00	09:00	-	8	-	1	13	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	7,69
09:00	10:00	1	12	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	6,80
10:00	11:00	-	12	-	-	9	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	6,80
11:00	12:00	-	7	-	-	10	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	5,33
12:00	13:00	-	12	-	1	16	1	-	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	10,95
13:00	14:00	-	17	-	1	15	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	10,95
14:00	15:00	-	14	-	1	24	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	12,72
15:00	16:00	-	24	-	1	17	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	12,72
16:00	17:00	-	19	-	-	14	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	10,95
17:00	18:00	-	13	-	-	9	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	28	8,28
TOT X VEH/DÍA:		1	149	-	6	146	1	-	11	10	13	-	-	-	-	-	-	2	-	-	338	
%/ TIPO VEH DÍA:		0,30	44,08	-	1,78	43,20	0,30	-	3,25	2,96	3,85	-	-	-	-	-	-	0,59	-	-	100,30	

Fuente: CONDISA. (2018). Informe de Estudio de Trafico Final. Estación 2, Empalme Chilamatillo.

Anexo 2. Tabla resumen del tránsito por día.

2.3 Tabla de resumen tránsito por día. Estación #2 Empalme Chilamatillo. Flujo: Estelí – La Concordia.

HORA		BICIC.	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS				VEHÍCULOS DE CARGA						EQUIPO PESADO		OTROS	TOT VEH/HR	% VEH/HR	
DE	A		MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C4	TXSX 4	TXSX 5	CXRX 4	CXRX 5	VA				VC
06:00	07:00	-	5	-	-	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	10,33
07:00	08:00	-	7	-	-	4	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	8,70
08:00	09:00	-	13	-	2	4	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	13,59
09:00	10:00	2	14	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	11,96
10:00	11:00	1	7	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	6,52
11:00	12:00	1	11	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	8,15
12:00	13:00	-	6	-	-	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5,43
13:00	14:00	-	8	-	-	1	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	8,70
14:00	15:00	-	9	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	6,52
15:00	16:00	-	6	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4,35
16:00	17:00	-	9	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	7,07
17:00	18:00	-	6	-	-	8	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	8,70
TOT X VEH/DÍA:		4	101	-	5	51	-	-	8	16	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184	
% / TIPO VEH DÍA:		2,17	54,89	-	2,72	27,72	-	-	4,35	8,70	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102,17	

Fuente: CONDISA. (2018). Informe de Estudio de Trafico Final. Estación 2, Empalme Chilamatillo.

Anexo 2. Tabla resumen del tránsito por día.

2.4 Tabla de resumen tránsito por día. Estación #2 Empalme Chilamatillo. Flujo: La Concordia – Estelí.

HORA		BICIC.	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS DE PASAJEROS				VEHÍCULOS DE CARGA						EQUIPO PESADO		TOT VEH/HR	% VEH/HR		
DE	A		MOTO	AUTO	JEEP	Camionetas PicK UPs	Mbus	MB >15 P	Bus	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C4	TXSX 4	TXSX 5	CXRX 4	CXRX 5	VA			VC	OTROS
06:00	07:00	-	4	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5,59
07:00	08:00	-	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6,15
08:00	09:00	-	3	-	-	1	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	7,26
09:00	10:00	-	6	-	-	1	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	6,70
10:00	11:00	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5,59
11:00	12:00	-	3	-	-	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	5,03
12:00	13:00	-	17	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	11,17
13:00	14:00	4	6	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	5,03
14:00	15:00	-	16	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	11,17
15:00	16:00	-	24	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	15,64
16:00	17:00	-	9	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	9,50
17:00	18:00	-	12	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	11,17
TOT X VEH/DÍA:		4	119	-	4	40	-	-	7	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179	
%/ TIPO VEH DÍA:		2,23	66,48	-	2,23	22,35	-	-	3,91	3,91	1,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102,23	

Fuente: CONDISA. (2018). Informe de Estudio de Trafico Final. Estación 2, Empalme Chilamatillo.

Anexo 3. Velocidad Actual.

Resumen de Estudio de Velocidades				
Recorridos Realizados	# 1	# 2	# 3	# 4
Velocidades Por Recorrido (Kph)	17.02	16.89	14.81	18.06
Velocidad Promedio (Kph)	16.70			

La velocidad promedio en el tramo: Los Cerritos - Empalme La Quiata de 16.7 Kph, se puede considerar como la velocidad promedio en temporada de Invierno, los levantamientos se hicieron en el mes de octubre, que es el mes con mayores lluvias al final de la temporada.

Fuente: Datos Demora y Velocidad, Estudio de Tráfico. CONDISA. 2018.

Anexo 4. Factores de Expansión del TPDA.

Anexo 4.1 Factores de expansión del 3er cuatrimestre de la EMC 1802 San Marcos –Masatepe. Anuario de Trafico 2017.

Factores del tercer cuatrimestre del año septiembre - Diciembre

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 L.	C2	C3	Tx- Sx<=4	Tx- Sx>=5	Cx- Rx<=4	Cx- Rx>=5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.39	1.46	1.32	1.31	1.35	1.24	1.32	1.21	1.23	1.18	1.00	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43
Factor Semana	0.99	1.04	1.09	1.02	0.96	0.98	0.91	0.92	0.86	0.89	1.00	0.85	1.00	1.00	1.00	1.57	0.87
Factor Fin de Semana	1.02	0.90	0.83	0.96	1.10	1.04	1.32	1.30	1.73	1.42	1.00	1.74	1.00	1.00	1.00	0.52	1.60
Factor Expansión a TPDA	0.97	0.99	0.99	1.00	1.02	0.95	1.03	0.99	1.02	1.03	1.00	2.73	1.00	1.00	1.00	0.55	1.12

Fuente: Estudio de Tráfico. Conteo Vehicular, estación 2. Según Anuario de Trafico 2017

Anexo 4. Factores de Expansión del TPDA.

Anexo 4.2 Estación 3502, tramo Estelí – Empalme de Chilamatillo.

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
1802 San Marcos - Masatepe	NIC-35B	3502	ECD	Esteli (Inter NIC-1) - Emp. Chilamatillo
	NIC-35B	3507	ECS	Emp. Chilamatillo - Escuela Miraflores
	NIC-35B	3508	ECS	Escuela Miraflores - San Sebastián de Yalí (Empalme Quiatas)
	NIC-35C	2605	ECS	El Jicaral - Santa Rosa del Peñón
	NIC-35D	3503	ECD	San Sebastián de Yalí - La Rica
	NIC-36	1214	ECD	Emp.Posoltega - Posoltega
	NIC-37A	714	ECS	Las Lajitas - Cuapa -Comarca El Zancudo
	NIC-37B	3701	ECS	Juigalpa - Puerto Diaz
	NIC-38	3801	ECS	Dos Montes - El Sauce
	NIC-38	2611	ECS	El Sauce - Rio Grande
	NIC-38	3802	ECS	Rio Grande - Achuapa
NIC-38	3802 A	ECS	Achuapa - San Juan de Limay	

Fuente: Anuario de Aforos de Trafico año 2018.

Anexo 5. Tasa de Crecimiento de Estación de Mayor Cobertura EMC 1802.

**Tabla N°7:
Tasas de Crecimiento en Estaciones de Mayor Cobertura**

N°	CODIGO NIC	EST.	NOMBRE DEL TRAMO	TASAS									
				2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
1	NIC-1	101B	Zona Franca - La Garita	2.08%	0.70%	1.90%	2.31%	2.42%	3.34%	4.53%	4.92%	3.40%	
2	NIC-1	107	Sébaco - Emp. San Isidro	3.04%	4.59%	4.75%	4.60%	4.79%	5.16%	5.66%	6.35%	5.56%	
3	NIC-2	200	Entrada al INCAE - El Crucero	2.52%	4.14%	4.30%	4.07%	4.54%	4.90%	5.10%	5.17%	4.34%	
4	NIC-3	300	Sébaco - Quebrada Honda	4.94%	4.27%	4.83%	4.30%	4.68%	5.35%	6.13%	5.54%	5.31%	
5	NIC-4	401	Masaya - Granada	0.037%	2.42%	2.51%	3.44%	2.90%	3.80%	4.60%	4.65%	4.20%	
6	NIC-7	700	Emp. San Francisco - Tecolostote	5.73%	5.10%	5.40%	5.28%	5.00%	5.36%	5.49%	6.17%	5.24%	
7	NIC-12A	1205	Emp. Chichigalpa - Rotonda Chinandega	4.73%	5.10%	5.47%	5.47%	4.51%	5.72%	6.01%	5.56%	5.16%	
8	NIC-18A	1802	San Marcos - Masatepe	5.36%	5.49%	7.55%	6.49%	6.90%	6.96%	7.59%	7.38%	7.32%	
9	NIC-24A	2404	Chinandega - Corinto	3.73%	6.72%	8.60%	7.97%	8.14%	9.12%	8.99%	8.90%	7.60%	
10	NIC-24B	2400	Chinandega (Rotonda) - Rancheria	-	8.68%	7.68%	7.39%	7.60%	7.67%	7.33%	6.78%	6.44%	
11	NIC-28	2803	Nagarote - La Paz Centro	1.43%	4.56%	5.07%	4.65%	5.10%	4.04%	4.22%	4.58%	3.09%	
TASA PONDERADA POR AÑO				3.36%	4.71%	5.28%	5.09%	5.14%	5.58%	5.97%	6.00%	5.24%	

Fuente: Anuario de Aforos de Trafico año 2018.

Anexo 6. Tasas de Crecimiento Poblacional.

Anexo 6.1 Tasas de Crecimiento Poblacional Proyectado periodo del departamento de Estelí 2005 – 2020.

Tasa de Crecimiento			
2005 - 2010	0.5	0.4	0.6
2010 - 2015	0.3	0.3	0.3
2015 - 2020	0.3	0.3	0.4

Fuente: Estelí en Cifras. Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

Anexo 6. Tasas de Crecimiento Poblacional.

Anexo 6.2 Tasas de Crecimiento Poblacional Intercensales para el departamento de Estelí 1995 – 2005.

TABLA 2. POBLACIÓN, ORDEN DE PRIMACÍA, TASA DE CRECIMIENTO INTERCENSAL, SUPERFICIE Y DENSIDAD POBLACIONAL, SEGÚN MUNICIPIO. CENSO DE 1995 Y 2005.

Municipio	Censo 1995			Censo 2005			Tasa de Crecimiento r 1995 - 2005	Superficie* (km ²)	Densidad Poblacional 2005 (Hab./ km ²)
	Población	%	Orden de Primacía	Población	%	Orden de Primacía			
LA REPÚBLICA	4 357 099			5 142 098			1.7	120 339.57	42.7
Estelí	174 894	100.0		201 548	100.0		1.4	229.69	90.4
Estelí	92 988	53.2	1	112 084	55.6	1	1.9	795.67	140.9
Condega	25 155	14.4	2	28 481	14.1	2	1.2	370.84	76.8
Pueblo Nuevo	19 532	11.2	3	20 620	10.2	3	0.5	202.62	101.8
La Trinidad	18 518	10.6	4	20 140	10.0	4	0.8	269.99	74.6
San Juan de Limay	12 501	7.1	5	13 455	6.7	5	0.7	427.57	31.5
San Nicolás	6 200	3.5	6	6 768	3.4	6	0.9	163.00	41.5

* INETER, 2006. La superficie no incluye lagos y lagunas.

Fuente: Caracterización Sociodemográfica del Departamento de Estelí. Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

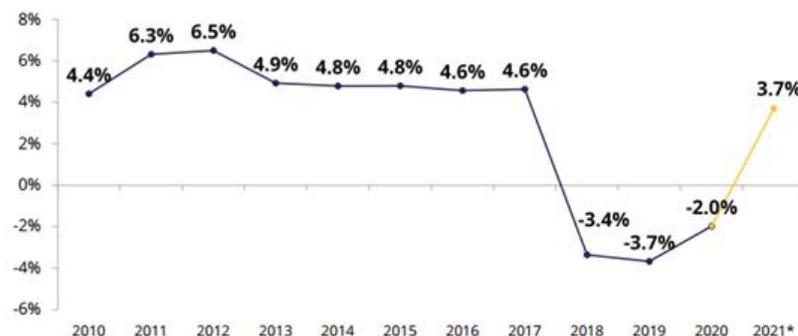
Anexo 7. Tasa de Crecimiento del Producto Interno Bruto de Nicaragua.

Anexo 7.1 Variación Interanual del PIB. 2010 – 2020.

GRÁFICO 6.1.

Producto Interno Bruto Real

Variación interanual



Source: BCN (2021d); *estimación FUNIDES.

Fuente: Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (FUNIDES).

Anexo 7. Tasa de Crecimiento del Producto Interno Bruto de Nicaragua.

Anexo 7.2 Producto Interno Bruto de Nicaragua año 2021.

Producto Interno Bruto 2021: Enfoque de la producción

Conceptos	PIB en C\$ millones corrientes	PIB en C\$ millones de córdobas de 2006	Tasas de crecimiento del PIB real (%)
Producto interno bruto	492,852	187,561	10.3
más: Impuestos netos a los productos	54,262	18,790	14.5
Agricultura	39,400	15,140	6.3
Pecuario	29,281	10,527	7.8
Silvicultura y extracción de madera	4,213	1,599	1.5
Pesca y acuicultura	3,423	1,945	12.2
Explotación de minas y canteras	27,061	4,570	37.9
Industrias manufactureras	68,849	30,126	14.3
Construcción	22,419	4,713	33.4
Electricidad	14,318	2,656	10.9
Agua	1,358	1,222	3.1
Comercio	57,861	22,739	16.2
Hotelería y restaurantes	10,497	3,584	10.5
Transporte y comunicaciones	20,935	14,016	7.5
Intermediación financiera y servicios conexos	20,844	4,411	(1.6)
Propiedad de vivienda	26,261	12,214	0.6
Administración pública y defensa	21,498	11,180	1.5
Enseñanza	23,298	7,332	1.7
Salud	12,552	4,549	1.3
Otros servicios	34,521	16,346	(1.6)

P/ Preliminar
e/ Estimado
Nota: Los datos son preliminares hasta que se obtienen los cuadros y tablas del marco central del Sistema de Cuentas Nacionales.

Fuente: Página del Banco Central de Nicaragua.

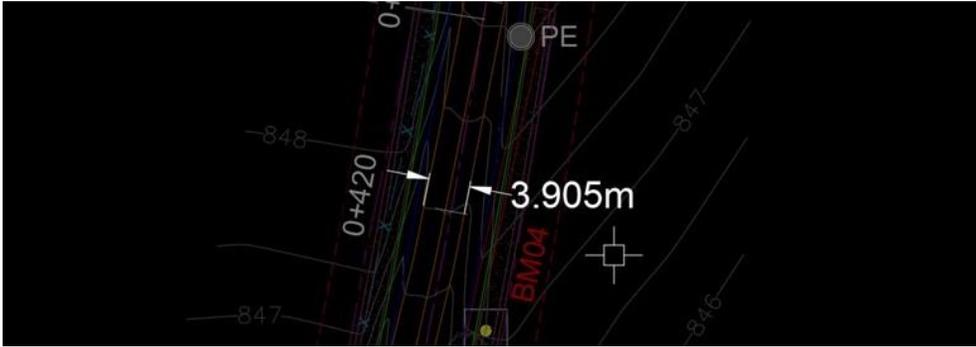
Anexo 8. Clasificación del tramo de carretera.

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA(1)	NOMECLATURA	TPD(2) (AÑO FINAL DE DISEÑO)	Número de Carriles
ARTERIAL PRINCIPAL	AUTOPISTA	AA	>20,000	6-8
	ARTERIAL RURAL	AR	10,000-20,000	4-6
	ARTERIAL URBANA	AU	10,000-20,000	4-6
ARTERIAL MENOR	ARTERIAL MENOR RURAL	AMR	3,000-10,000	2
	ARTERIAL MENOR URBANA	AMU	3,000-10,000	2
COLECTOR MAYOR	COLECTOR MAYOR RURAL	CMR	10,000-20,000	4-6
	COLECTOR MAYOR URBANA	CMU	10,000-20,000	4-6
COLECTOR MENOR	COLECTOR MENOR RURAL	CR	500-3,000	2
	COLECTOR MENOR URBANA	CU	500-3,000	2
LOCAL	LOCAL RURAL	LR	100-500	2
	LOCAL URBANO	LU	100-500	2
	RURAL	R	<100	1-2

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras. SIECA.

Anexo 9. Oferta Actual.

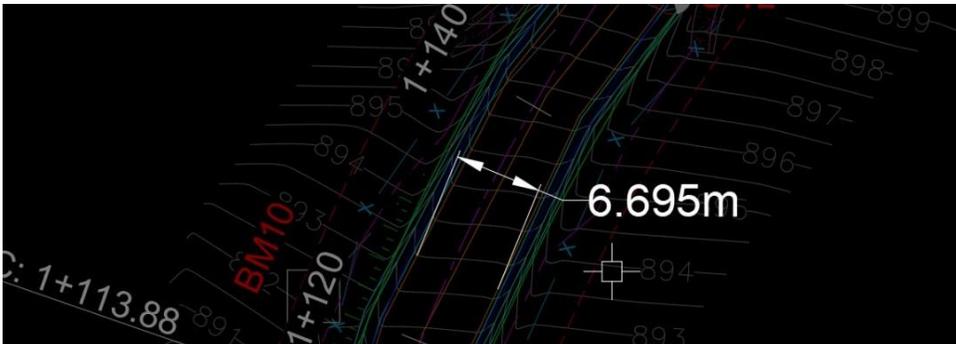
Anexo 9.1 Ancho de Carretera, punto seleccionado 1.



Fuente: Planos Planta Perfil EST.0+000 – EST.0+420. CONDISA. 2018.

Anexo 9. Oferta Actual.

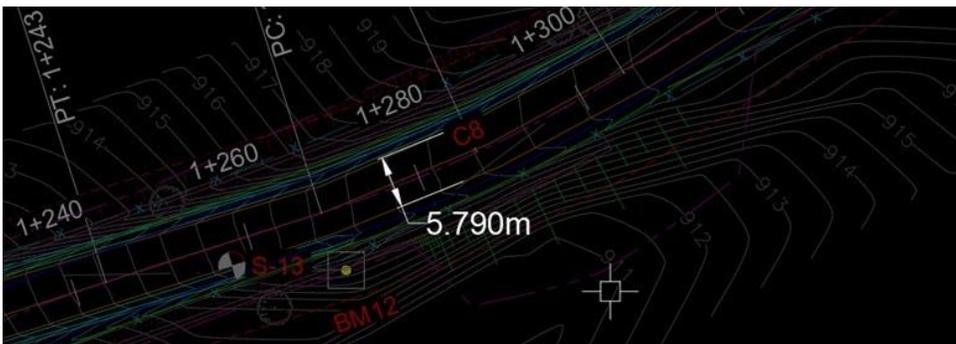
Anexo 9.2 Ancho de Carretera, punto seleccionado 2.



Fuente: Planos Planta Perfil EST.0+920 – EST.1+420. CONDISA. 2018.

Anexo 9. Oferta Actual.

Anexo 9.3 Ancho de Carretera, punto seleccionado 3.



Fuente: Planos Planta Perfil EST.0+920 – EST.1+280. CONDISA. 2018.

Anexo 10. Porcentaje según tipo de suelo.

Anexo 10.1 Contenido de suelo y clasificación, Est. 0+000 – Est. 3+600

Fecha de muestreo	Estacion	Lado	Sondeo No.	Muestra No.	Muestra acumulada No.	Profundidad (m)		Límites de Atterberg, %			Clasificación (HRB)	Den. Seca Max. Kg/m3	Hum. Opt. %	90%		95%		100%	
								LL	LP	IP				CBR, %	Hinch.	CBR, %	Hinch.	CBR, %	Hinch.
04/10/2018	0+000	Der	1	1	1	0,0	0,2	44	29	15	A-2-7	1.905	15,8	7,0	1,3%	11,0	2%	14,0	0,2%
				2	2	0,2	0,6	41	30	11	A-2-7								
				3	3	0,6	1,5	40	29	11	A-2-6								
09/10/2018	0+100	LC	2	1	4	0,0	0,6	34	25	9	A-4								
				2	5	0,6	1,5	35	25	10	A-2-4								
09/10/2018	0+200	Izq	3	1	6	0,0	1,0	32	25	7	A-4								
				2	7	1,0	1,5	32	26	6	A-4								
09/10/2018	0+300	Der	4	1	8	0,0	0,6	36	26	10	A-4								
				2	9	0,6	1,5	53	19	34	A-2-7								
09/10/2018	0+400	LC	5	1	10	0,0	0,3	36	15	21	A-6								
				2	11	0,3	1,0	43	35	8	A-5								
				3	12	1,0	1,5	46	37	9	A-5								
09/10/2018	0+500	Izq	6	1	13	0,0	0,3	33	22	11	A-2-6								
				2	14	0,3	0,7	-	-	NP	A-1-b								
				3	15	0,7	1,5	-	-	NP	A-1-b								
09/10/2018	0+600	Der	7	1	16	0,0	0,7	32	22	10	A-2-4								
				-	-	0,7	-	-	-	-	-								
09/10/2018	0+700	Izq	8	1	17	0,0	0,6	-	-	NP	A-1-a								
				-	-	0,6	-	-	-	-	-								
09/10/2018	0+800	Der	9	1	18	0,0	0,5	-	-	NP	A-4								
				2	19	0,5	1,1	-	-	NP	A-1-a								
				3	20	1,1	1,5	35	27	8	A-2-4								
09/10/2018	0+900	Izq	10	1	21	0,0	0,2	-	-	NP	A-1-b	1,491	21	27	0,1%	34	0,3%	42	0,2%
				2	22	0,2	0,5	-	-	NP	A-1-b								
				3	23	0,7	1,5	36	27	9	A-2-4								
10/10/2018	1+000	LC	11	1	24	0,0	0,5	-	-	NP	A-1-b								
				2	25	0,5	1,5	46	37	9	A-2-5								
10/10/2018	1+100	Der	12	1	26	0,0	0,2	44	37	7	A-2-5								
				2	27	0,2	1,5	44	34	10	A-5								
10/10/2018	1+200	Izq	13	1	28	0,0	0,6	31	21	10	A-4								
				2	29	0,6	1,5	55	19	36	A-2-7								
10/10/2018	1+300	LC	14	1	30	0,0	0,3	-	-	NP	A-4								
				2	31	0,3	0,8	35	22	13	A-2-6								
				3	32	0,8	1,5	37	23	14	A-2-6								
10/10/2018	1+400	Der	15	1	33	0,0	0,6	40	36	4	A-1-b	1,772	16	13	0,2%	16,0	0,3%	19	0,2%
				2	34	0,6	1,5	44	34	10	A-5								
10/10/2018	1+500	Izq	16	1	35	0,0	0,2	42	36	6	A-1-b								
				2	36	0,2	0,7	36	28	8	A-2-4								
				3	37	0,7	1,5	41	35	6	A-5								
11/10/2018	1+600	LC	17	1	38	0,0	0,2	32	24	8	A-2-4								
				2	39	0,2	0,7	34	24	10	A-2-4								
				3	40	0,7	1,5	31	24	7	A-2-4								
11/10/2018	1+700	Der	18	1	41	0,0	0,2	41	31	10	A-2-5								
				2	42	0,2	0,7	52	32	20	A-7-5								
				3	43	0,7	1,5	49	37	12	A-7-5								
11/10/2018	1+800	Izq	19	1	44	0,0	0,7	32	23	9	A-2-4	1,800	15,8	6	0,2%	9	0,3%	11	0,3%
				2	45	0,7	1,5	35	23	12	A-2-6								
11/10/2018	1+900	LC	20	1	46	0,0	1,5	-	-	NP	A-1-b								
11/10/2018	2+000	Der	21	1	47	0,0	0,7	35	26	9	A-2-4								
				2	48	0,7	1,5	50	26	24	A-2-7								
11/10/2018	2+100	Izq	22	1	49	0,0	0,4	35	21	14	A-2-6								
				2	50	0,4	1,5	48	29	19	A-2-7								
11/10/2018	2+200	LC	23	1	51	0,0	0,3	46	39	7	A-2-5								
				2	52	0,3	0,8	72	41	31	A-7-5								
				3	53	0,8	1,5	62	23	39	A-7-6								
12/10/2018	2+300	Der	24	1	54	0,0	0,2	33	25	8	A-2-4	1,939	13,3	11	0,1%	16	0,2%	20	0,2%
				2	55	0,2	0,8	38	30	8	A-2-4								
				3	56	0,8	1,5	40	32	8	A-2-4								
12/10/2018	2+400	Izq	25	1	57	0,0	0,4	31	22	9	A-2-4								
				2	58	0,4	1,5	30	22	8	A-2-4								
12/10/2018	2+500	LC	26	1	59	0,0	0,4	75,0	20	55,0	A-7-6								
				2	60	0,4	1,5	33	22	11	A-6								
12/10/2018	2+600	Der	27	1	61	0,0	0,7	30	21	9	A-2-4								
				2	62	0,7	1,5	32	24	8	A-4								
12/10/2018	2+700	Izq	28	1	63	0,0	1,5	38	24	14	A-2-6								
12/10/2018	2+800	LC	29	1	64	0,0	0,6	33	23	10	A-2-4								
				2	65	0,6	1,5	44	29	15	A-7-6								
12/10/2018	2+900	Der	30	1	66	0,0	0,2	33	23	10	A-2-4								
				2	67	0,2	1,5	28	18	10	A-2-4								
12/10/2018	3+000	Izq	31	1	68	0,0	0,2	40	30	10	A-2-4								
				2	69	0,2	0,4	28	19	9	A-2-4								
				3	70	0,4	1,5	40	30	10	A-2-4								
12/10/2018	3+100	LC	32	1	71	0,0	0,1	33	22	11	A-2-6								
				2	72	0,1	1,5	28	20	8	A-4								
12/10/2018	3+200	Der	33	1	73	0,0	1,50	33	23	10	A-2-4								
12/10/2018	3+300	Izq	34	1	74	0,0	0,30	54	27	27	A-2-7	1,466	15,8	17,0	0,2%	27,0	0,1%	35,0	0,1%
				2	75	0,3	0,60	34	22	12	A-6								
				3	76	0,6	1,20	32	20	12	A-2-6								
				4	77	1,2	1,50	34	24	10	A-4								
12/10/2018	3+400	LC	35	1	78	0,0	0,80	35	22	13	A-2-6								
				2	79	0,8	1,50	43	29	14	A-7-6								
13/10/2018	3+500	Der	36	1	80	0,0	0,90	39	25	14	A-2-6								
				2	81	0,9	1,30	68	31	37	A-7-5								
				3	82	1,3	1,50	34	24	10	A-2-4								
13/10/2018	3+600	Izq	37	1	83	0,0	0,4	67	34	33	A-7-5								
				2	84	0,4	1,0	35	23	12	A-2-6								
				3	85	1,0	1,5	67	34	33	A-7-5								

Fuente: Tabla 1 resumen del tramo I, Informe Geotécnico final. CONDISA. 2018.

Anexo 10. Porcentaje según tipo de suelo.

Anexo10.3 Porcentaje según tipo de suelo para bancos de material

Fecha	Dueño	Ubic	No. Sondeo	No. Muestra Parcial	Profundidad		Plasticidad			Clasif (HRB)	Descripcion	Den Max Seca		90%		95%		100%		Abund.	Desgaste los Angeles	Intemp Acelerado
					LL	LP	IP	Proctor	Hum.			CBR	Hinch.	CBR	Hinch.	CBR	Hinch.					
31/10/2018	Santos Zeledón	-	S-No.-001	No.- 1	0.00	2.50			NP	A-1-a	Grava arenosa	1,885	12	32	0,0%	47	0,1%	60	0,2%	1,22	-	-
				-	2.50	-	-	-	-	-	-	Manto Rocoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/11/2018	Esperanza Guevara	-	S-No.-001	No.- 1	0.00	0.50	35	25	10	A-2-4	Grava con arena	1,944	13,3	34	0%	50	0%	64	0%	1,29	-	-
				No.- 2	0.50	2.00	37	25	12	A-2-6	Arena gravosa	1,752	19,2	36	0,2%	40	0,1%	44	0,2%	1,39	-	-
				No.- 3	2.00	2.40	44	27	17	A-2-7	Grava bien graduada	1,797	7,2	8	0,0%	10	0,1%	12	0,2%	1,20	-	-
			S-No.-002	No.- 1	0.00	0.50	64	45	19	A-7-5	Arcilla limosa	1,221	42,2	7	1,5%	9	1,6%	12	1,3%	1,09	-	-
				-	0.50	-	-	-	-	Manto Rocoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4/11/2018	Benito Castil Blanco	Der.	S-No.-001	No.- 1	0.00	0.90	37	23	14	A-2-6	Grava arcillosa	1,479	21	10	0,2%	15	0,3%	20	0,2%	1,42	-	-
				-	0.90	1.00	-	-	-	-	-	Manto Rocoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			S-No.-002	No.- 1	0.00	1.00	34	23	11	A-2-6	Grava arcillosa	1,509	20,8	10	0,2%	14	0,4%	16	0,3%	1,21	-	-
				-	1.00	1.20	-	-	-	Manto rocoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,4%	3%	
5/11/2018	Ulises Castil Blanco	Izq.	S-No.-001	No.- 1	0.00	0.20	38	28	10	A-2-4	Grava arcillosa	1,471	20	10	0,2%	12	0,3%	15	0,4%	1,14	-	-
				No.- 2	0.20	0.90	63	29	34	A-7-6	Arcilla arenosa	1,200	40,2	5	1,3%	9	1,1%	12	1,4%	1,07	-	-
			-	0.90	-	-	-	-	-	-	Manto Rocoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			S-No.-002	No.- 1	0.00	0.60	60	30	30	A-7-5	Arcilla arenosa	1,233	41,5	6	1,3%	8	1,1%	10	1,2%	1,08	-	-
				-	0.60	-	-	-	-	Manto Rocoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8/11/2018	Albertina Zelaya	Izq.	S-No.-001	No.- 1	0.00	0.20	63	28	35	A-7-6	Arcilla arenosa	1,215	42	7	1,2%	9	1,1%	12	1,4%	1,06	-	-
				No.- 2	0.20	0.70	32	22	10	A-2-4	Grava arcillosa con arena,	1,511	21,3	11	0,2%	13	0,3%	14	0,3%	1,38	-	-
				No.- 3	0.70	1.50	45	33	12	A-2-7	Arena limosa	1,249	39,2	6	0,1%	9	0,6%	11	0,0%	1,15	-	-
9/11/2018	Jesus Rivera	Izq.	S-No.-001	No.- 1	0.00	1.00	43	30	13	A-2-7	Grava bien graduada	1,785	6,6	7	0,1%	8	0,3%	10	0,3%	1,12	-	-
				-	1.00	-	-	-	-	-	-	Manto Rocoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/11/2018	Narcizo Alvarez	Izq.	S-No.-001	No.- 1	0.00	0.20	44	29	15	A-2-7	Grava areno-limosa	1,797	6,1	8	0,3%	11	0,3%	13	0,2%	1,19	21,6%	4%
				No.- 2	0.20	3.20	63	45	18	A-7-5	Limo arenoso	1,226	41,1	4	1,4%	8	1,3%	12	1,2%	1,09	-	-
				-	3.20	-	-	-	-	-	-	Manto Rocoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Resultados de Ensayes de Bancos. Informe Geotécnico Final Quiata. CONDISA 2018.

Anexo 11. Volumen de Corte y Relleno

Anexo 11.1 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.

Estación	VC (m3)	VR (m3)	Estación	VC (m3)	VR (m3)	Estación	VC (m3)	VR (m3)			
0+000.00	0+003.11	8.02	1.47	0+410	0+420	13.89	15.93	0+860	0+870	29.43	36.4
0+003.11	0+004.31	2.97	0.29	0+420	0+430	15.4	19.96	0+870	0+880	20.62	34.65
0+004.31	0+010	13.35	1.26	0+430	0+440	14.05	7.05	0+880	0+890	10.31	23.95
0+010	0+011.44	3.22	0.35	0+440	0+450	24.08	4.86	0+890	0+900	6.96	8.69
0+011.44	0+020	14.96	4.16	0+450	0+460	34.37	3.38	0+900	0+910	4.49	30.49
0+020	0+030	11.14	12.62	0+460	0+470	47.97	1.42	0+910	0+920	3.71	31.66
0+030	0+040	9.42	31.39	0+470	0+480	56.03	0.39	0+920	0+930	19.49	16.14
0+040	0+050	9.04	46.68	0+480	0+490	44.16	2.02	0+930	0+940	2.91	7.2
0+050	0+060	7.38	55.52	0+490	0+500	25.81	5.15	0+940	0+950	39.89	14.35
0+060	0+070	8.89	58.46	0+500	0+510	4.78	1.73	0+950	0+960	9.99	2.87
0+070	0+080	16.92	32.53	0+510	0+520	34.37	44.28	0+960	0+970	14.55	16.3
0+080	0+090	22.71	6.9	0+520	0+530	7.23	73.68	0+970	0+980	17.11	0.77
0+090	0+100	23.13	4.51	0+530	0+540	0	15.8	0+980	0+990	33.55	25.36
0+100	0+110	19.63	4.03	0+540	0+550	0	75.16	0+990	1+000	10.9	23.18
0+110	0+120	14.7	4.52	0+550	0+560	0	51.76	1+000	1+010	77.53	18.56
0+120	0+124.85	6.25	3.24	0+560	0+570	2.25	47.72	1+010	1+020	134.33	18.84
0+124.85	0+130	6.73	3.39	0+570	0+580	6.9	34.81	1+020	1+030	126.2	19.44
0+130	0+140	16.21	6.11	0+580	0+590	7.53	16.66	1+030	1+040	53.14	23.15
0+140	0+150	19.03	8.21	0+590	0+600	17.6	17.57	1+040	1+050	155.41	31.71
0+150	0+160	12.13	15.45	0+600	0+610	4.38	2.22	1+050	1+060	99.55	2.39
0+160	0+170	4.45	27.8	0+610	0+620	36.45	9.4	1+060	1+070	33	42.8
0+170	0+180	2.07	49.49	0+620	0+630	32.74	2.81	1+070	1+080	13.27	67.12
0+180	0+190	0.00	79.61	0+630	0+640	19.51	1.01	1+080	1+090	15.6	94.03
0+190	0+200	0.00	112.57	0+640	0+650	57.26	2.02	1+090	1+100	0.95	125.98
0+200	0+210	0.00	137.67	0+650	0+660	25.36	0.59	1+100	1+110	1.88	177.25
0+210	0+220	0.00	138.18	0+660	0+670	24.68	0.67	1+110	1+120	0.02	238.45
0+220	0+230	0.00	112.86	0+670	0+680	24.67	2.82	1+120	1+130	0.22	274.34
0+230	0+240	0.00	65.26	0+680	0+690	3.94	1.31	1+130	1+140	2.74	45.2
0+240	0+250	0.00	10.52	0+690	0+700	20.88	30.31	1+140	1+150	9.48	235.82
0+250	0+260	0.00	26.44	0+700	0+710	26.47	33.8	1+150	1+160	23.12	289.77
0+260	0+270	0.00	4.65	0+710	0+720	12.45	3.48	1+160	1+170	31.46	547.32
0+270	0+280	7.04	33.83	0+720	0+730	30.28	1.57	1+170	1+180	22.37	313.48
0+280	0+290	0.70	0.91	0+730	0+740	82.86	2.5	1+180	1+190	9.45	110.57
0+290	0+300	9.35	8.19	0+740	0+750	37.61	19.77	1+190	1+200	0.26	95.16
0+300	0+310	0.85	0.42	0+750	0+760	193.34	90.8	1+200	1+210	1.93	39.53
0+310	0+320	7.79	2.96	0+760	0+770	179.8	123.22	1+210	1+220	0	79.62
0+320	0+330	6.19	1.89	0+770	0+780	65.29	35.59	1+220	1+230	0	38.69
0+330	0+340	18.35	5.16	0+780	0+790	260.94	62.25	1+230	1+240	0	12.84
0+340	0+350	22.75	7.24	0+790	0+800	177.99	4.49	1+240	1+250	0	2.27
0+350	0+360	28.31	10.21	0+800	0+810	56.27	43.53	1+250	1+260	0	0.18
0+360	0+370	32.03	12.59	0+810	0+820	185.97	8.45	1+260	1+270	0	32.82
0+370	0+380	34.9	13.22	0+820	0+830	12.02	12.35	1+270	1+280	0	5.71
0+380	0+390	33.52	12.57	0+830	0+840	104.15	15.66	1+280	1+290	0	74.59
0+390	0+400	28.15	14.51	0+840	0+850	22.38	28.03	1+290	1+300	0	57.41
0+400	0+410	9.68	6.79	0+850	0+860	113.92	7.58	1+300	1+310	0	63.87

Fuente: VIII.I Planos de Secciones Transversales TI. CONDISA 2018.

Anexo 11. Volumen de Corte y Relleno

Anexo 11.2 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.

Estación	VC (m3)	VR (m3)	Estación	VC (m3)	VR (m3)	Estación	VC (m3)	VR (m3)			
1+310	1+320	0	130.18	1+760	1+770	0	0	2+210	2+220	3.97	26.51
1+320	1+330	0	71.23	1+770	1+780	0	0	2+220	2+230	7	22.34
1+330	1+340	0	71.31	1+780	1+790	0	0	2+230	2+240	2.94	11.42
1+340	1+350	0	53.36	1+790	1+800	0	1.24	2+240	2+250	19.64	18.53
1+350	1+360	3.91	257.53	1+800	1+810	0	0.04	2+250	2+260	77.36	10.38
1+360	1+370	27.59	12.22	1+810	1+820	0	1.7	2+260	2+270	119.19	6.5
1+370	1+380	73.5	239.88	1+820	1+830	42.98	0.93	2+270	2+280	85.61	4.06
1+380	1+390	105.62	127.17	1+830	1+840	111.21	3.01	2+280	2+290	63.93	3.37
1+390	1+400	103.95	487.17	1+840	1+850	49.94	0.09	2+290	2+300	48.71	4.04
1+400	1+410	16.41	451.11	1+850	1+860	326.63	1.81	2+300	2+310	14.67	11.48
1+410	1+420	127.89	159.21	1+860	1+870	485.56	0.15	2+310	2+320	5.68	24.7
1+420	1+430	135.34	715.3	1+870	1+880	621.39	54.56	2+320	2+330	6.12	37.22
1+430	1+440	155.41	780.54	1+880	1+890	741.36	36.45	2+330	2+340	27.42	21.3
1+440	1+450	164.21	99.78	1+890	1+900	919.91	189.76	2+340	2+350	190.41	64.62
1+450	1+460	152.41	704.9	1+900	1+910	699.13	236.73	2+350	2+360	178.28	58.65
1+460	1+470	12.94	366.74	1+910	1+920	231.49	276.96	2+360	2+370	212.44	7.47
1+470	1+480	134.91	446.49	1+920	1+930	132.94	290.34	2+370	2+380	106.67	2.72
1+480	1+490	54.04	1490.42	1+930	1+940	386.98	247.51	2+380	2+390	379.77	1.88
1+490	1+500	290.02	130.47	1+940	1+950	743.26	150.37	2+390	2+400	5.53	0.16
1+500	1+510	191.48	286.9	1+950	1+960	220.1	25.07	2+400	2+410	188.47	0
1+510	1+520	37.43	191.6	1+960	1+970	0	58.5	2+410	2+420	94.68	0.03
1+520	1+530	239.64	515.6	1+970	1+980	302.22	47.41	2+420	2+430	298.93	0.96
1+530	1+540	20.03	393.08	1+980	1+990	0	39.25	2+430	2+440	8.31	5.24
1+540	1+550	138.17	237.75	1+990	2+000	0	31.95	2+440	2+450	319.28	11.03
1+550	1+560	67.72	99.81	2+000	2+010	0	27.63	2+450	2+460	344.93	18.53
1+560	1+570	64.04	18.85	2+010	2+020	0	29.24	2+460	2+470	390.65	3.36
1+570	1+580	132.25	4.08	2+020	2+030	0	39.6	2+470	2+480	451.08	38.71
1+580	1+590	90.82	3.96	2+030	2+040	319.93	44.1	2+480	2+490	337.63	18.57
1+590	1+600	194.94	7.19	2+040	2+050	514.43	40.51	2+490	2+500	195.46	21.24
1+600	1+610	98.71	0.02	2+050	2+060	459.27	37.98	2+500	2+510	652.08	82.89
1+610	1+620	0	11.59	2+060	2+070	210.95	35.74	2+510	2+520	746.42	117.85
1+620	1+630	0	7.03	2+070	2+080	299.48	35.06	2+520	2+530	826.9	48.22
1+630	1+640	0	29.06	2+080	2+090	222.38	35.5	2+530	2+540	844.34	102.11
1+640	1+650	0	26.43	2+090	2+100	187.08	3536	2+540	2+550	269.75	107.52
1+650	1+660	0	42.86	2+100	2+110	88.25	34.27	2+550	2+560	496.81	113.61
1+660	1+670	0	13.58	2+110	2+120	216.14	33.53	2+560	2+570	430.74	118.94
1+670	1+680	0	4.3	2+120	2+130	54.6	30.97	2+570	2+580	384.12	114.93
1+680	1+690	0	20.94	2+130	2+140	116.19	35.59	2+580	2+590	307.5	106
1+690	1+700	0	60.12	2+140	2+150	122.84	2.71	2+590	2+600	219.59	101.15
1+700	1+710	0	102.03	2+150	2+160	6.57	35.9	2+600	2+610	128.56	97.1
1+710	1+720	0	109.53	2+160	2+170	82.86	33.96	2+610	2+620	6.54	61.24
1+720	1+730	0	85.57	2+170	2+180	14.43	32.38	2+620	2+630	9.11	57.82
1+730	1+740	0	64.34	2+180	2+190	26.45	29.27	2+630	2+640	0	86.09
1+740	1+750	0	40.67	2+190	2+200	1.91	33.65	2+640	2+650	0	96.59
1+750	1+760	0	12.24	2+200	2+210	26.6	35.57	2+650	2+660	0	101.56

Fuente: VIII.I Planos de Secciones Transversales TI. CONDISA 2018.

Anexo 11. Volumen de Corte y Relleno

Anexo 11.3 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.

Estación	VC (m3)	VR (m3)	Estación	VC (m3)	VR (m3)	Estación	VC (m3)	VR (m3)			
2+660	2+670	0	102.08	3+110	3+120	33.96	0.01	3+560	3+570	0	69.59
2+670	2+680	0	96.24	3+120	3+130	52.01	0.36	3+570	3+580	0	7.93
2+680	2+690	0.63	96.73	3+130	3+140	56.16	18.49	3+580	3+590	53.96	49.2
2+690	2+700	5.67	98.08	3+140	3+150	15.65	71.86	3+590	3+600	0	7.77
2+700	2+710	12.53	99.91	3+150	3+160	19.9	140.02	3+600	3+610	0	76.94
2+710	2+720	32.16	53.3	3+160	3+170	17.65	182.07	3+610	3+620	0	41.97
2+720	2+730	47.2	0	3+170	3+180	13.35	103.87	3+620	3+630	0	1.58
2+730	2+740	60.57	220.42	3+180	3+190	11.84	8.09	3+630	3+640	0	0
2+740	2+750	74.07	234.69	3+190	3+200	1.7	5.06	3+640	3+650	0	0
2+750	2+760	40.45	249.4	3+200	3+210	25.46	1.02	3+650	3+660	0	0
2+760	2+770	19.87	259.83	3+210	3+220	52.31	7.54	3+660	3+670	0	7.92
2+770	2+780	34.03	257.92	3+220	3+230	115.52	8.26	3+670	3+680	0	37.47
2+780	2+790	30.32	257.99	3+230	3+240	4.11	23.35	3+680	3+690	0	74.56
2+790	2+800	23.93	265.14	3+240	3+250	77.04	23.23	3+690	3+700	0	106.04
2+800	2+810	21.7	259.46	3+250	3+260	83.04	7.42	3+700	3+710	0	150.83
2+810	2+820	20.77	245.74	3+260	3+270	85.69	0.59	3+710	3+720	0	139.7
2+820	2+830	20.03	234.06	3+270	3+280	92.75	2.89	3+720	3+730	0	59.42
2+830	2+840	16.5	222.84	3+280	3+290	51.04	0.19	3+730	3+740	0	15.83
2+840	2+850	9.96	210.45	3+290	3+300	52.59	27.72	3+740	3+750	0	11.27
2+850	2+860	4.93	193.62	3+300	3+310	107.4	96.68	3+750	3+760	0	9.02
2+860	2+870	1.56	178.43	3+310	3+320	102.15	157.75	3+760	3+770	0	8.35
2+870	2+880	0	159.86	3+320	3+330	86.2	159.18	3+770	3+780	0	23.79
2+880	2+890	0	21.81	3+330	3+340	63.03	26.56	3+780	3+790	0	8.39
2+890	2+900	0	103.1	3+340	3+350	49.4	150.29	3+790	3+800	0	61.56
2+900	2+910	0	10.79	3+350	3+360	50.24	108.9	3+800	3+810	0	3.8
2+910	2+920	0	83.49	3+360	3+370	14.88	135.77	3+810	3+820	0	70.51
2+920	2+930	0	10.21	3+370	3+380	1.77	127.19	3+820	3+830	2.46	17.84
2+930	2+940	0.47	24.93	3+380	3+390	0	112.97	3+830	3+840	23.6	8.67
2+940	2+950	1.71	23.97	3+390	3+400	0	156.94	3+840	3+850	64.08	23.85
2+950	2+960	3.57	16.34	3+400	3+410	0	56.3	3+850	3+860	101.74	20.39
2+960	2+970	6.57	20.71	3+410	3+420	0	207.79	3+860	3+870	126.97	13.88
2+970	2+980	11.42	5.34	3+420	3+430	0	186.94	3+870	3+880	146.64	17.73
2+980	2+990	20.81	33.05	3+430	3+440	0	166.04	3+880	3+890	120.5	13.98
2+990	3+000	30.38	65.76	3+440	3+450	0	162.38	3+890	3+900	51.22	18.66
3+000	3+010	37.02	8.63	3+450	3+460	0	130.46	3+900	3+910	183.59	18.23
3+010	3+020	36.18	90.38	3+460	3+470	0	43.98	3+910	3+920	174.87	11.74
3+020	3+030	25.65	10.92	3+470	3+480	0	180.01	3+920	3+930	150.53	4.2
3+030	3+040	13.99	273.3	3+480	3+490	0	168.24	3+930	3+940	114.18	8.22
3+040	3+050	5.88	342.99	3+490	3+500	0	166.25	3+940	3+950	69.04	3.71
3+050	3+060	1.63	173.63	3+500	3+510	0	170.66	3+950	3+960	22.05	0.7
3+060	3+070	0.86	81.23	3+510	3+520	0	125.61	3+960	3+970	0	4.87
3+070	3+080	10.43	0.24	3+520	3+530	0	33.34	3+970	3+980	0	18.73
3+080	3+090	22.64	43.93	3+530	3+540	0	119.52	3+980	3+990	0	36.95
3+090	3+100	11.61	6.83	3+540	3+550	0	6.81	3+990	4+000	0	54.77
3+100	3+110	12.6	3.21	3+550	3+560	0	55.79	4+000	4+020	0	56.8

Fuente: VIII.I Planos de Secciones Transversales TI. CONDISA 2018.

Anexo 11. Volumen de Corte y Relleno

Anexo 11.4 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.

Estación	VC (m3)	VR (m3)	Estación	VC (m3)	VR (m3)	Estación	VC (m3)	VR (m3)			
4+020	4+040	0	30.12	4+920	4+940	373.87	41.18	5+820	5+840	4.55	122.28
4+040	4+060	0	13.32	4+940	4+960	314.83	10.28	5+840	5+860	5.57	13.37
4+060	4+080	0	54.7	4+960	4+980	45.01	89.69	5+860	5+880	23.58	104.75
4+080	4+100	0	79.24	4+980	5+000	0	19.18	5+880	5+900	42.67	23.07
4+100	4+120	7.28	42.16	5+000	5+020	271.44	98.85	5+900	5+920	49.04	6.69
4+120	4+140	27.11	7.97	5+020	5+040	232.6	138.85	5+920	5+940	55.8	3.04
4+140	4+160	80.08	0.01	5+040	5+060	226.69	68.62	5+940	5+960	53.86	3.92
4+160	4+180	165.8	0	5+060	5+080	33.54	172.35	5+960	5+980	43.43	4.22
4+180	4+200	267.08	0	5+080	5+100	3.02	3.45	5+980	6+000	38.85	3.6
4+200	4+220	306.71	0.96	5+100	5+120	0	140.08	6+000	6+020	21.13	0.2
4+220	4+240	33.49	0.26	5+120	5+140	0	24.31	6+020	6+040	0.67	3.33
4+240	4+260	350.15	0.27	5+140	5+160	0	27.52	6+040	6+060	0	3.96
4+260	4+280	356.7	0.27	5+160	5+180	0	4.28	6+060	6+080	0	2.71
4+280	4+300	447.01	0	5+180	5+200	0	17.58	6+080	6+100	4.02	6.43
4+300	4+320	608.89	0.09	5+200	5+220	0	1.25	6+100	6+120	3.2	15.49
4+320	4+340	634.68	3.96	5+220	5+240	0	0.21	6+120	6+140	1.82	1.63
4+340	4+360	469.88	4.6	5+240	5+260	0.02	4.26	6+140	6+160	5.67	20.52
4+360	4+380	113.1	42.61	5+260	5+280	0	0.2	6+160	6+180	6.17	17.64
4+380	4+400	319.11	7.73	5+280	5+300	0	1.7	6+180	6+200	4.65	24.38
4+400	4+420	75.82	122.96	5+300	5+320	0	0.94	6+200	6+220	6.33	6.25
4+420	4+440	32.8	22.22	5+320	5+340	0	0.72	6+220	6+240	6.6	32.41
4+440	4+460	283.04	92.14	5+340	5+360	0	1.73	6+240	6+260	9.17	3.41
4+460	4+480	338.11	76.2	5+360	5+380	0.64	1.73	6+260	6+280	8.21	2.45
4+480	4+500	35.75	305.57	5+380	5+400	0.21	1.79	6+280	6+300	5.12	21.98
4+500	4+520	24.07	276.2	5+400	5+420	0	4.32	6+300	6+320	2.53	4.67
4+520	4+540	12.7	296.51	5+420	5+440	0	8.03	6+320	6+340	10.51	26.2
4+540	4+560	7.88	493.73	5+440	5+460	0	10.41	6+340	6+360	12.95	16.26
4+560	4+580	11.96	478.62	5+460	5+480	0	10.85	6+360	6+380	8.91	0.73
4+580	4+600	122.69	164.64	5+480	5+500	0	4.86	6+380	6+400	10.87	0.05
4+600	4+620	352.14	8.84	5+500	5+520	0	4.89	6+400	6+420	8.54	0.34
4+620	4+640	581.87	0	5+520	5+540	0.02	5.36	6+420	6+440	9.04	0.62
4+640	4+660	654.64	0.02	5+540	5+560	0	4.56	6+440	6+460	2.02	0.3
4+660	4+680	694.58	0	5+560	5+580	0	9.64	6+460	6+480	0.33	0.8
4+680	4+700	707.02	0.01	5+580	5+600	0	14.62	6+480	6+500	10.62	1.03
4+700	4+720	140.3	2.11	5+600	5+620	0	12.48	6+500	6+520	25.35	0.8
4+720	4+740	266.36	0.7	5+620	5+640	0	11.83	6+520	6+540	15.04	0.05
4+740	4+760	5.15	2.44	5+640	5+660	0	18.85	6+540	6+560	0	0.03
4+760	4+780	99.15	0.28	5+660	5+680	0	26.25	6+560	6+580	0.06	0.12
4+780	4+800	3.14	1.96	5+680	5+700	13.45	35.22	6+580	6+600	78.84	0.91
4+800	4+820	8.99	1.17	5+700	5+720	96.07	39.19	6+600	6+620	66.33	1.34
4+820	4+840	4.98	7.74	5+720	5+740	243.68	11.8	6+620	6+640	166.57	8.15
4+840	4+860	12.71	10.41	5+740	5+760	402.34	52.22	6+640	6+660	41.04	34.58
4+860	4+880	31.19	8.81	5+760	5+780	424.55	19.6	6+660	6+680	261.05	2.3
4+880	4+900	81.79	15.79	5+780	5+800	211.83	73.47	6+680	6+700	39.31	93.72
4+900	4+920	198.04	31.24	5+800	5+820	33.12	58.73	6+700	6+720	53.7	175.78

Fuente: VIII.I Planos de Secciones Transversales TI. CONDISA 2018.

Anexo 11. Volumen de Corte y Relleno

Anexo 11.5 Tablas de Volumen de Corte y Relleno por tramos.

Estación		VC (m3)	VR (m3)	Estación		VC (m3)	VR (m3)
6+720	6+740	144.85	278.46	7+110	7+120	7.05	57.78
6+740	6+760	108.95	406.93	7+120	7+130	43.14	58.59
6+760	6+780	85.46	536.21	7+130	7+140	40.57	32.98
6+780	6+800	79.25	594.34	7+140	7+150	23.44	45.27
6+800	6+820	18.32	564	7+150	7+160	5.37	40.31
6+820	6+840	26.3	420.94	7+160	7+170	14.33	47.04
6+840	6+860	0.64	55.56	7+170	7+180	45.8	55.18
6+860	6+880	2.34	63.07	7+180	7+190	30.1	58.27
6+880	6+900	0	141.64	7+190	7+200	6.45	33.79
6+900	6+920	0	147.67	7+200	7+210	0	43.8
6+920	6+940	0.01	177.09	7+210	7+220	0	31.04
6+940	6+960	0.04	228.53	7+220	7+230	0	28.46
6+960	6+980	0.02	23.54	7+230	7+240	0	42.93
6+980	7+000	0	104.99	7+240	7+250	0	26.09
7+000	7+010	0	105	7+250	7+260	0	8.21
7+010	7+020	0.01	117.05	7+260	7+270	4.02	18.79
7+020	7+030	6.66	128.53	7+270	7+280	3.2	32.51
7+030	7+040	23.79	139.94	7+280	7+290	1.82	30.61
7+040	7+050	55.55	129.94	7+290	7+300	5.67	28.43
7+050	7+060	29.22	98.19	7+300	7+310	6.17	35.21
7+060	7+070	1.54	115.7	7+310	7+320	4.65	28.75
7+070	7+080	0.42	75.55	7+320	7+330	6.33	26.27
7+080	7+090	45.37	72.61	7+330	7+340	6.6	21.47
7+090	7+100	10.44	61.6	7+340	7+350	5.12	15.16
7+100	7+110	51.34	65.15	7+350	7+360	2.53	16.28
Total						42571.9	41947.6
Desalajo						624.31	

Fuente: VIII.I Planos de Secciones Transversales TI. CONDISA 2018.

Anexo 12. Determinación de Factor de Carga Equivalente (LEF).

Anexo 12.1 Pesos Máximos Permisibles por Tipo de Vehículo



DIAGRAMA DE CARGAS PERMISIBLES
PESOS MÁXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHÍCULOS

TIPO DE VEHÍCULOS	ESQUEMAS DE VEHÍCULOS	PESO MÁXIMO AUTORIZADO						Peso Máximo Total (t) Ton - Met.
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	
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	
C0-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

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

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

Fuente: Dirección General de Vialidad MTI.

Anexo 12. Determinación de Factor de Carga Equivalente (LEF).

Anexo 12.2 Factor de Equivalencia de Carga (LEF).

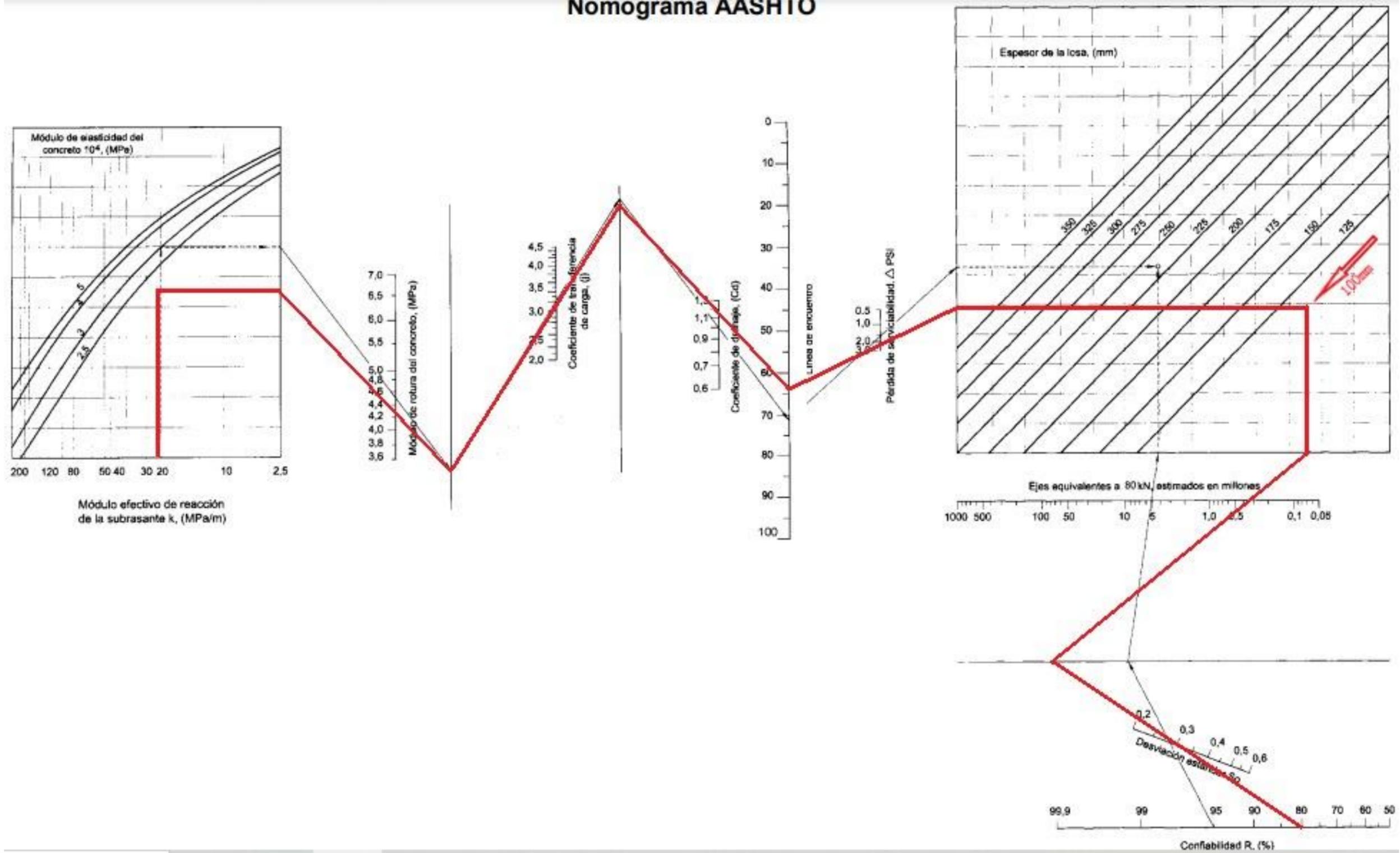
Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $P_t = 2,0$

Carga eje (kips) ⁰	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.009	0.012	0.011	0.010	0.009	0.009
8	0.03	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	0.075	0.085	0.090	0.085	0.079	0.076
12	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	0.325	0.338	0.354	0.350	0.338	0.331
16	0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.	108.	97.	86.	81.	82.

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

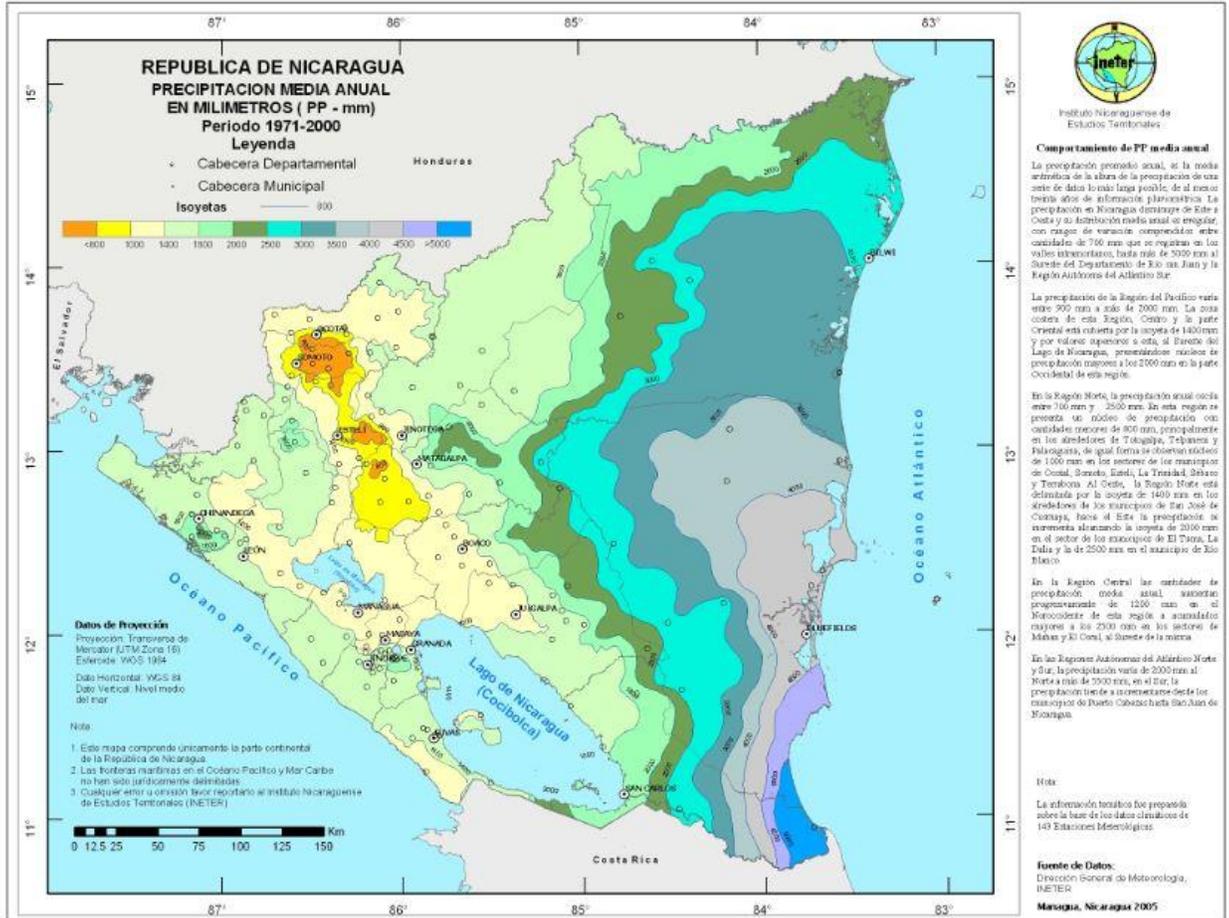
Anexo 13. Determinación de Espesor de Losa para Pavimento de Concreto Hidráulico.

Nomograma AASHIO



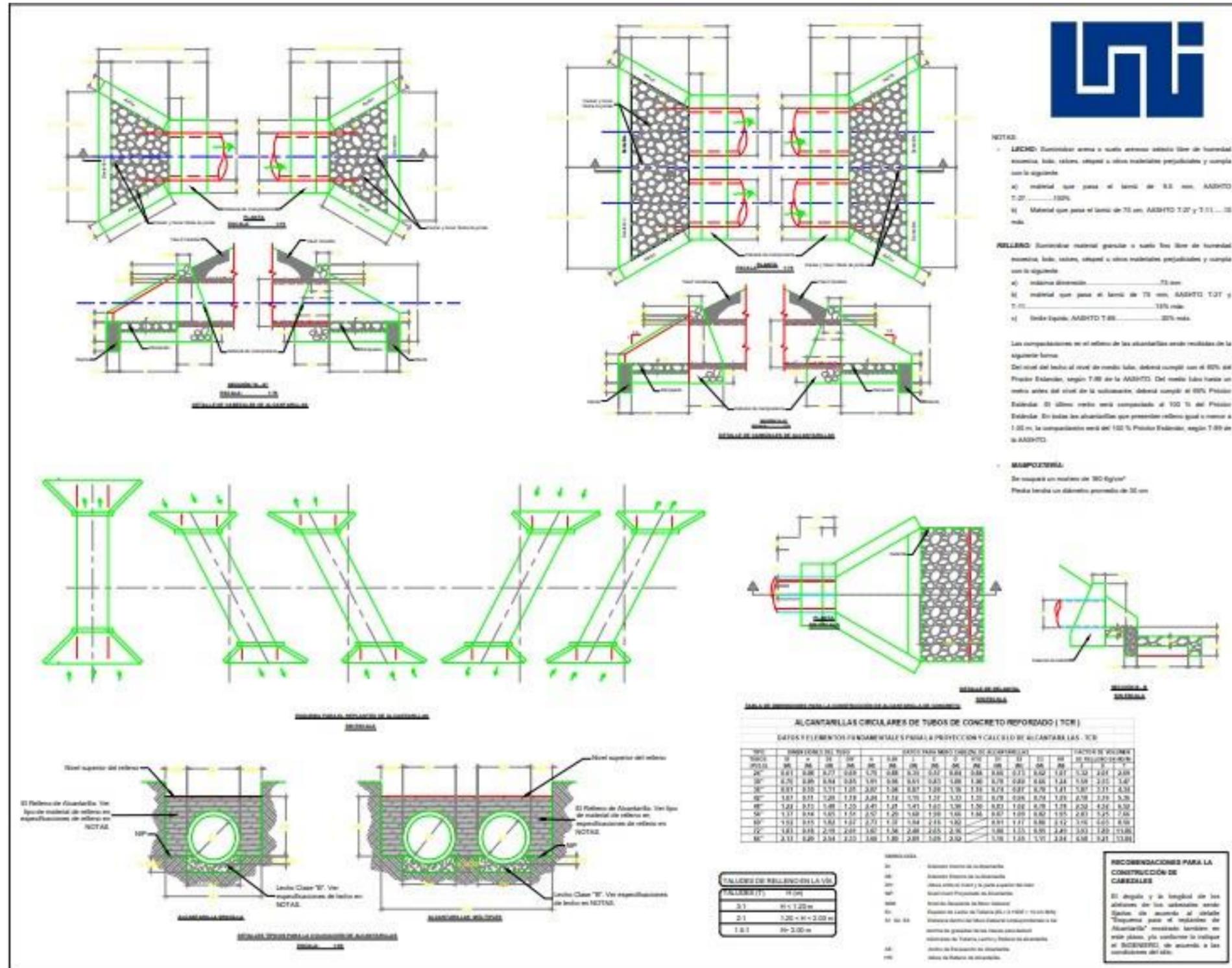
Fuente: Manual Centroamericano para diseño de Pavimentos.

Anexo 14. Mapa de Precipitación Media Anual de Nicaragua.



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

Anexo 15. Plano de Detalle Drenaje Menor



Fuente: Empresa Consultora CONDISA (2018).

Anexo 16. Balance de Personal

Anexo 16.1. Tabla de Salario Mínimo

Sector de Actividad Económica	Vigente a partir 01 de marzo de 2022 al 28 de Febrero del 2023	
Agropecuario	7%	C\$4,723.95
Pesca	7%	C\$7,182.92
Minas y Canteras	7%	C\$8,484.04
Industria manufacturera	7%	C\$6,351.88
Industria sujeta a Regimen	9%	C\$7,498.46
Micro y pequeña industria	7%	C\$4,977.07
Electricidad, Gas y Agua; Comercio, Restaurante y Hosteles; Transporte, Almacenamiento y Comunidades	7%	C\$8,664.68
Construcción; Establecimientos Financieros y Seguros	7%	C\$10,571.78
Servicios Comunales, Sociales y personales	7%	C\$6,622.47
Gobierno Central y Municipal	7%	C\$5,890.95

Fuente: Acta de Salario Mínimo, Ministerio del Trabajo.

Anexo 16. Balance de Personal

Anexo 16.2. Tabla de Tarifa Progresiva de Impuestos sobre la Renta

<i>De conformidad al artículo 23, la tarifa progresiva es como sigue:</i>				
<i>Estratos de Renta Neta Anual</i>		<i>Impuesto base</i>	<i>Porcentaje aplicable</i>	<i>Sobre exceso de</i>
<i>De C\$</i>	<i>Hasta C\$</i>	<i>C\$</i>	<i>%</i>	<i>C\$</i>
<i>0.01</i>	<i>100,000.00</i>	<i>0</i>	<i>0.00%</i>	<i>0</i>
<i>100,000.01</i>	<i>200,000.00</i>	<i>0</i>	<i>15.00%</i>	<i>100,000.00</i>
<i>200,000.01</i>	<i>350,000.00</i>	<i>15,000.00</i>	<i>20.00%</i>	<i>200,000.00</i>
<i>350,000.01</i>	<i>500,000.00</i>	<i>45,000.00</i>	<i>25.00%</i>	<i>350,000.00</i>
<i>500,000.01</i>	<i>a más</i>	<i>82,500.00</i>	<i>30.00%</i>	<i>500,000.00</i>

Base legal: art. 23 de la LCT.

Fuente: Dirección General de Ingresos.

Anexo 17 Balance de Obras Físicas.

Anexo 17.1. Cantidades de Obras para Pavimento Asfáltico.

Codigo	DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO ASFALTICO					
5	PRELIMINARES				1.806.060,00
1	LIMPIEZA INICIAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
942370	LIMPIEZA INICIAL CON EQUIPO	M2	64.768,00	8	518.144,00
2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	64.768,00	12	777.216,00
932760	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	64.768,00	12	777.216,00
3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	M2	12	40	480
922040	HACER CHAMPA CERRADA (PARA OFICINA GALERON CERRADO)	M2	12	40	480
4	ROTULO	C/U	4	430	1720
42770	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	4	430	1720
5	REMOCION DE ESTRUCTURAS	GLB			508.500,00
20770	REMOCION Y REINSTALACION DE POSTE PARA LUMINARIA (POSTE DE LUZ)	C/U	42	850,00	35.700,00
50830	REMOCION DE ARBOLES (EXTRAER RAICES Y RELLENADO CON MATERIAL DE SITIO)	C/U	371	1.250,00	463.750,00
954210	DEMOLER MANUALMENTE CERCO ALAMBRE DE PUAS CON POSTE PRETENSADO	ML	3620	2,5	9.050,00
15	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				3.900,00
1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	KM	6	650	3.900,00
941760	MOVILIZACION Y DESM. DE EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS	KM	6	650	3.900,00
20	MOVIMIENTO DE TIERRA				4.577.487,40
1	CORTES	M3	42.571,91	26,5	1.128.155,62
942760	EXCAVACION EN LA VIA CON MOTONIVELADORA	M3	42.571,91	26,5	1.128.155,62
2	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO	M3	41.947,60	29,5	1.237.454,20
959940	RELLENO Y COMPACTACION DE MATERIAL EN TERRAZAS	M3	41.947,60	29,5	1.237.454,20
3	CONFORMACION Y COMPACTACION	M2	67.712,00	32,5	2.200.640,00
941730	NIVELACION Y CONFORMACION (CON MOTONIVELADORA) Y COMPACTADA (CON VIBRO-COMPACTADORA)	M2	67.712,00	32,5	2.200.640,00
4	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION	M3	624,31	18	11.237,58
926030	DESALOJO DE TIERRA DE EXCAVACION A 2 KM (CARGA EQUIPO)	M3	624,31	18	11.237,58
30	BASES Y SUBBASES				777.417,84
1	SUBBASE DE MATERIAL DE BANCO	M3	19077,12	32	610.467,84
9640439	SUBBASE DE MATERIAL DE BANCO	M3	19077,12	32	610.467,84
2	BASE DE AGREGADOS NATURALES	M3	4770	35	166.950,00
964040	BASE DE MATERIAL SELECTO ESTABILIZADO CON CEMENTO (MAT. COMPRADOS)	M3	4770	35	166.950,00
35	CARPETA DE RODAMIENTO				48.833.128,00
1	CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	M2	50.342,40	970	48.833.128,00
50780	CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	M2	50.342,40	970,00	48.832.128,00
962640	CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS (CONCRETO-BASE-RELLENOS)	GLB	1	1.000,00	1.000,00
45	CUNETAS Y BORDILLOS				515.200,00
1	VIGA DE REMATE	ML	14720	14	206080
6919	BORDILLO CONCRETO PREFABRICADO DE 0.20mx0.40m, PARA ADOQUINADO (INCL. EXC. Y DES.)	ML	14720	14	206080
2	CUNETA DE CONCRETO	M2	1	21	309.120,00
31060	CUNETA DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 3" COLOR NATURAL CORTADO Y SELLADO (INCL. TODO)	M2	14720	21	309.120,00
50	OBRAS DE DRENAJE				30.772,55
8	OBRAS DE DRENAJE MENOR	GLB			30.772,55
207(1)	EXCAVACION DE DRENAJE MENOR (ALCANTARILLAS Y TRAGANTES)	M3	421,8	41	17295,77
608(1A)	MAMPOSTERIA CON PIEDRA BRUTA CON MORTERO, ARENA Y CEMENTO	M3	66,15	24	1587,6
701(19B)	TUBERIA DE CR DE 91CM CLASE 2 (36")	ML	87,75	9	789,75
701(19C)	TUBERIA DE CR DE 122CM CLASE 2 (48")	ML	20,25	13,5	273,375
701(19E)	TUBERIA DE CR DE 137CM CLASE 2 (54")	ML	25,65	16,5	423,225
701(19H)	TUBERIA DE CR DE 183CM CLASE 2 (72")	ML	40,5	21,5	870,75
701	TUBERIA DE CR DE 213CM CLASE 2 (84")	ML	20,25	26	526,5
701(16)	LECHO DE TUBERIA DE CLASE B	M3	71,93	7,5	539,46
701(18)	RELLENO DE ALCANTARILLA	M3	352,76	24	8466,12
60	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				55.200,00
1	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	18.400,00	4,00	55.200,00
932610	PINTURA DE LINEA CONTINUA 10 CM TIPO TRAFICO	ML	3680	3	11.040,00
961690	PINTURA EN BORDES Y BORDILLOS (TIPO TRAFICO)	ML	14720	3	44.160,00
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				518.144,00
1	LIMPIEZA FINAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
958770	LIMPIEZA FINAL MANUAL (CON DESALOJO)	M2	64.768,00	8	518.144,00
				COSTO TOTAL DE VEN	57.117.309,78
				15% DE IVA	8.567.596,47
				COSTO TOTAL	65.684.906,25

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 17. Balance de Obras Físicas.

Anexo 17.2. Cantidades de Obras para Pavimento de Concreto Hidráulico.

Codigo	DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD	PRECIO UNIT,	TOTAL
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO					
5	PRELIMINARES				1.878.510,00
1	LIMPIEZA INICIAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
942370	LIMPIEZA INICIAL CON EQUIPO	M2	64.768,00	8	518.144,00
2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	64.768,00	12	777.216,00
932760	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	64.768,00	12	777.216,00
3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	M2	12	40	480
922040	HACER CHAMPA CERRADA (PARA OFICINA GALERON CERRADO)	M2	12	40	480
4	ROTULO	C/U	4	430	1720
42770	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	4	430	1720
5	REMOCION DE ESTRUCTURAS	GLB			580.950,00
20770	REMOCION Y REINSTALACION DE POSTE PARA LUMINARIA (POSTE DE LUZ)	C/U	42	1.250,00	52.500,00
50830	REMOCION DE ARBOLES (EXTRAER RAICES Y RELLENADO CON MATERIAL DE SITIO)	C/U	371	1.400,00	519.400,00
954210	DEMOLER MANUALMENTE CERCO ALAMBRE DE PUAS CON POSTE PRETENSADO	ML	3620	2,5	9.050,00
15	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				3.900,00
1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	KM	6	650	3.900,00
941760	MOVILIZACION Y DESM. DE EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS	KM	6	650	3.900,00
20	MOVIMIENTO DE TIERRA				4.481.807,40
1	CORTES	M3	42.571,91	26,5	1.128.155,62
942760	EXCAVACION EN LA VIA CON MOTONIVELADORA	M3	42.571,91	26,5	1.128.155,62
2	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO	M3	41.947,60	29,5	1.237.454,20
959940	RELLENO Y COMPACTACION DE MATERIAL EN TERRAZAS	M3	41.947,60	29,5	1.237.454,20
3	CONFORMACION Y COMPACTACION	M2	64.768,00	32,5	2.104.960,00
941730	NIVELACION Y CONFORMACION (CON MOTONIVELADORA) Y COMPACTADA (CON VIBRO-COMPACTADORA)	M2	64.768,00	32,5	2.104.960,00
4	BOTAR TIERRA SOBRENTE DE EXCAVACION	M3	624,31	18	11.237,58
926030	DESALOJO DE TIERRA DE EXCAVACION A 2 KM (CARGA EQUIPO)	M3	624,31	18	11.237,58
30	SUBBASE				746.127,36
1	CONFORMACION DE SUBBASE	M3	23316,48	32	746.127,36
9640439	CONFORMACION DE SUBBASE	M3	23316,48	32	746.127,36
35	CARPETA DE RODAMIENTO				76.521.448,00
1	CARPETA DE CONCRETO HIDRAULICO	GLB			76.521.448,00
50780	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO MR-36 KG/CM2 ESP=14.5 CM (FIBRA- BORDILLO INTEGRADO-CORTADO-SELLADO)	M2	50.342,40	1.520,00	76.520.448,00
962640	CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS (CONCRETO-BASE-RELLENOS)	GLB	1	1.000,00	1.000,00
45	CUNETAS				309.120,00
2	CUNETA DE CONCRETO	M2	1	21	309.120,00
31060	CUNETA DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 3" COLOR NATURAL CORTADO Y SELLADO (INCL. TODO)	M2	14720	21	309.120,00
50	OBRAS DE DRENAJE				30.772,55
8	OBRAS DE DRENAJE MENOR	GLB			30.772,55
207(1)	EXCAVACION DE DRENAJE MENOR (ALCANTARILLAS Y TRAGANTES)	M3	421,8	41,0	17295,768
608(1A)	MAMPOSTERIA CON PIEDRA BRUTA CON MORTERO, ARENA Y CEMENTO	M3	66,15	24	1587,6
701(19B)	TUBERIA DE CR DE 91CM CLASE 2 (36")	ML	87,75	9	789,75
701(19C)	TUBERIA DE CR DE 122CM CLASE 2 (48")	ML	20,25	13,5	273,375
701(19E)	TUBERIA DE CR DE 137CM CLASE 2 (54")	ML	25,65	16,5	423,225
701(19H)	TUBERIA DE CR DE 183CM CLASE 2 (72")	ML	40,5	21,5	870,75
701	TUBERIA DE CR DE 213CM CLASE 2 (84")	ML	20,25	26	526,5
701(16)	LECHO DE TUBERIA DE CLASE B	M3	71,928	7,5	539,46
701(18)	RELLENO DE ALCANTARILLA	M3	352,76	24	8466,12
60	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				55.200,00
1	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	18.400,00	6,00	55.200,00
932610	PINTURA DE LINEA CONTINUA 10 CM TIPO TRAFICO	ML	3680	3	11.040,00
961690	PINTURA EN BORDES Y BORDILLOS (TIPO TRAFICO)	ML	14720	3	44.160,00
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				518.144,00
1	LIMPIEZA FINAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
958770	LIMPIEZA FINAL MANUAL (CON DESALOJO)	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
COSTO TOTAL DE VEN					84.545.029,30
15% DE IVA					12.681.754,40
COSTO TOTAL					97.226.783,70

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 17. Balance de Obras Físicas.

Anexo 17.3. Cantidades de Obras para Pavimento de Adoquines.

Codigo	DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD	PRECIO UNIT,	TOTAL
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO ADOQUINADO					
5	PRELIMINARES				1.806.060,00
1	LIMPIEZA INICIAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
942370	LIMPIEZA INICIAL CON EQUIPO	M2	64.768,00	8	518.144,00
2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	64.768,00	12	777.216,00
932760	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	64.768,00	12	777.216,00
3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	M2	12	40	480
922040	HACER CHAMPA CERRADA (PARA OFICINA GALERON CERRADO)	M2	12	40	480
4	ROTULO	C/U	4	430	1720
42770	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	4	430	1720
5	REMOCION DE ESTRUCTURAS	GLB			508.500,00
20770	REMOCION Y REINSTALACION DE POSTE PARA LUMINARIA (POSTE DE LUZ)	C/U	42	850,00	35.700,00
50830	REMOCION DE ARBOLES (EXTRAER RAICES Y RELLENADO CON MATERIAL DE SITIO)	C/U	371	1.250,00	463.750,00
954210	DEMOLER MANUALMENTE CERCO ALAMBRE DE PUAS CON POSTE PRETENSADO	ML	3620	2,5	9.050,00
15	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				3.900,00
1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	KM	6	650	3.900,00
941760	MOVILIZACION Y DESM. DE EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS	KM	6	650	3.900,00
20	MOVIMIENTO DE TIERRA				4.481.807,40
1	CORTES	M3	42.571,91	26,5	1.128.155,62
942760	EXCAVACION EN LA VIA CON MOTONIVELADORA	M3	42.571,91	26,5	1.128.155,62
2	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO	M3	41.947,60	29,5	1.237.454,20
959940	RELLENO Y COMPACTACION DE MATERIAL EN TERRAZAS	M3	41.947,60	29,5	1.237.454,20
3	CONFORMACION Y COMPACTACION	M2	64.768,00	32,5	2.104.960,00
941730	NIVELACION Y CONFORMACION (CON MOTONIVELADORA) Y COMPACTADA (CON VIBRO-COMPACTADORA)	M2	64.768,00	32,5	2.104.960,00
4	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION	M3	624,31	18	11.237,58
926030	DESALOJO DE TIERRA DE EXCAVACION A 2 KM (CARGA EQUIPO)	M3	624,31	18	11.237,58
30	BASES Y SUBBASES				993.070,08
1	SUBBASE DE MATERIAL DE BANCO	M3	18.282,24	32,00	585.031,68
9640439	SUBBASE DE MATERIAL DE BANCO	M3	18282,24	32	585.031,68
2	BASE DE AGREGADOS NATURALES	M3	11.658,24	35,00	408.038,40
964040	BASE DE MATERIAL SELECTO ESTABILIZADO CON CEMENTO (MAT. COMPRADOS)	M3	11658,24	35	408.038,40
35	CARPETA DE RODAMIENTO				30.665.235,85
1	CARPETA DE ADOQUINES	GLB			30.665.235,85
50780	PAVIMENTO DE ADOQUÍN 3500PSI	M2	50.342,40	600	30.205.440,00
50781	CAMA DE ARENA DE 5CM	M2	50.342,40	9	453.081,60
50782	VIGA DE REMATE TRANSVERSAL	M3	22,86	250	5.714,25
962640	CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS (CONCRETO-BASE-RELLENOS)	GLB	1	1.000,00	1.000,00
45	CUNETAS Y BORDILLOS				515.200,00
1	VIGA DE REMATE	ML	14720	14	206.080,00
6919	BORDILLO CONCRETO PREFABRICADO DE 0.20mx0.40m, PARA ADOQUINADO (INCL. EXC. Y DES.)	ML	14720	14	206080
2	CUNETA DE CONCRETO	M2	14720	21	309.120,00
31060	CUNETA DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 3" COLOR NATURAL CORTADO Y SELLADO (INCL. TODO)	M2	14720	21	309.120,00
50	OBRAS DE DRENAJE				30.772,55
8	OBRAS DE DRENAJE MENOR	GLB			30.772,55
207(1)	EXCAVACION DE DRENAJE MENOR (ALCANTARILLAS Y TRAGANTES)	M3	421,8	41,0	17295,768
608(1A)	MAMPOSTERIA CON PIEDRA BRUTA CON MORTERO, ARENA Y CEMENTO	M3	66,2	24,0	1587,6
701(19B)	TUBERIA DE CR DE 91CM CLASE 2 (36")	ML	87,8	9,0	789,75
701(19C)	TUBERIA DE CR DE 122CM CLASE 2 (48")	ML	20,3	13,5	273,375
701(19E)	TUBERIA DE CR DE 137CM CLASE 2 (54")	ML	25,7	16,5	423,225
701(19H)	TUBERIA DE CR DE 183CM CLASE 2 (72")	ML	40,5	21,5	870,75
701	TUBERIA DE CR DE 213CM CLASE 2 (84")	ML	20,3	26,0	526,5
701(16)	LECHO DE TUBERIA DE CLASE B	M3	71,9	7,5	539,46
701(18)	RELLENO DE ALCANTARILLA	M3	352,8	24,0	8466,12
60	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				55.200,00
1	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	18.400,00	4,00	55.200,00
932610	PINTURA DE LINEA CONTINUA 10 CM TIPO TRAFICO	ML	3680	3	11.040,00
961690	PINTURA EN BORDES Y BORDILLOS (TIPO TRAFICO)	ML	14720	3	44.160,00
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				518.144,00
1	LIMPIEZA FINAL	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
958770	LIMPIEZA FINAL MANUAL (CON DESALOJO)	M2	64.768,00	8,00	518.144,00
			COSTO TOTAL DE VEN		39.069.389,87
			15% DE IVA		5.860.408,48
			COSTO TOTAL		44.929.798,35

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 18. Costo de Mano de Obra Para Mantenimiento

Anexo 18.1 Costo de Mano de Obra por Mantenimiento Periódico Para Pavimento Asfáltico.

Costo Total de Mantenimiento Periódico Para la Alternativa de Pavimento Asfáltico													
Cargo	Número de Personal	Ingresos			Deducciones			Total a Pagar Personal	Prestaciones de Ley				Total Mantenimiento Periódico
		Salario Ordinario	Salario por Hora	Total Ingresos	Inss	IR	Total deducción		INSS Patronal	Vacaciones	Aguinaldo	INATEC	
Caporal	1	C\$11,000.00	C\$57.29	C\$11,000.00	C\$687.50	C\$296.87	C\$984.37	C\$10,015.63	C\$2,475.00	C\$916.67	C\$916.67	C\$220.00	C\$14,323.96
Peon	8	C\$10,000.00	C\$52.08	C\$10,000.00	C\$625.00	C\$156.25	C\$781.25	C\$9,218.75	C\$2,250.00	C\$833.33	C\$833.33	C\$200.00	C\$105,083.34
Operador de Distribuidora de Asfalto	1	C\$13,500.00	C\$70.31	C\$13,500.00	C\$843.75	C\$648.44	C\$1,492.19	C\$12,007.81	C\$3,037.50	C\$1,125.00	C\$1,125.00	C\$270.00	C\$17,295.31
Total													C\$136,702.61

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 18. Costo de Mano de Obra Para Mantenimiento

Anexo 18.2 Costo de Mano de Obra por Mantenimiento Periódico Para Pavimento Concreto Hidráulico.

Costo Total de Mantenimiento Periódico Para la Alternativa de Pavimento de Concreto Hidráulico													
Cargo	Número de Personal	Ingresos			Deducciones			Total a Pagar Personal	Prestaciones de Ley				Total Mantenimiento Periódico
		Salario Ordinario	Salario por Hora	Total Ingresos	Inss	IR	Total deducción		INSS Patronal	Vacaciones	Aguinaldo	INATEC	
Caporal	1	C\$11,000.00	C\$57.29	C\$11,000.00	C\$687.50	C\$296.87	C\$984.37	C\$10,015.63	C\$2,475.00	C\$916.67	C\$916.67	C\$220.00	C\$14,323.96
Peon	8	C\$10,000.00	C\$52.08	C\$10,000.00	C\$625.00	C\$156.25	C\$781.25	C\$9,218.75	C\$2,250.00	C\$833.33	C\$833.33	C\$200.00	C\$105,083.34
Operador de Distribuidora de Asfalto	2	C\$13,500.00	C\$70.31	C\$13,500.00	C\$843.75	C\$648.44	C\$1,492.19	C\$12,007.81	C\$3,037.50	C\$1,125.00	C\$1,125.00	C\$270.00	C\$34,590.63
Total													C\$153,997.93

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 18. Costo de Mano de Obra Para Mantenimiento

Anexo 18.3 Costo de Mano de Obra por Mantenimiento Periódico Para Pavimento Adoquinado.

Costo Total de Mantenimiento Periódico Para la Alternativa de Pavimento de Adoquines													
Cargo	Número de Personal	Ingresos			Deducciones			Total a Pagar Personal	Prestaciones de Ley				Total Mantenimiento Periódico
		Salario Ordinario	Salario por Hora	Total Ingresos	Inss	IR	Total deducción		INSS Patronal	Vacaciones	Aguinaldo	INATEC	
Caporal	1	C\$11,000.00	C\$57.29	C\$11,000.00	C\$687.50	C\$296.87	C\$984.37	C\$10,015.63	C\$2,475.00	C\$916.67	C\$916.67	C\$220.00	C\$14,323.96
Peon	8	C\$10,000.00	C\$52.08	C\$10,000.00	C\$625.00	C\$156.25	C\$781.25	C\$9,218.75	C\$2,250.00	C\$833.33	C\$833.33	C\$200.00	C\$105,083.34
Total													C\$119,407.30

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 19. Factor de Precio Social

Precios Sociales de Nicaragua 	
Vigentes desde 2011	
Tasa Social de Descuento	8% 
Precio Social de la Divisa	1.015 
Precio Social de la Mano de Obra 	
Calificada con desempleo involuntario	0.82
No Calificada con desempleo involuntario	0.54
Calificada con pleno empleo	1.00
No Calificada con pleno empleo	0.83

Fuente: Iniciativa de Inversión. Sistema Nacional de Inversiones Públicas.

Anexo 20. Encuesta de Beneficio Social.

ENCUESTA **“FORMULACION A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL MEJORAMIENTO** **DEL TRAMO DE CARRETERA EMPALME LOS CERRITOS – EMPALME** **CHILAMATILLO (7.36 KM), EN EL MUNUCIPIO DE ESTELI”.**

Fecha: ___/___/___

Ocupación: _____

Comunidad: _____

Objetivo: Consultar el medio de transporte que utilizan los pobladores de las comunidades de San Juan, Las Pilas y Sabana Redonda. Además de la calidad de vida en relación a las condiciones actuales del tramo de carretera.

1. Gastos por movilización

¿Qué medio de transporte utiliza y cuánto considera es el gasto semanal por movilización? (vehículo propio, transporte público colectivo, transporte público selectivo o ninguno de los anteriores).

En caso de movilizarse con vehículo propio ¿Qué tipo de vehículo utiliza y qué daños presenta por las condiciones actuales de la vía?

¿Cuánto considera es el gasto promedio mensual por el mantenimiento?

2. Gastos por atención médica

¿Con qué frecuencia sus familiares tienen padecimientos médicos? (Dengue, Diarrea e I.R.A).

¿Cuánto ha sido el gasto promedio por atención médica cada vez que una persona del núcleo familiar se enferma? (Dengue, Diarrea e I.R.A).

3. Otras Consideraciones

¿Qué otras afectaciones presentan en su familia, producto de las malas condiciones de la vía? ¿Cuánto es el monto que le genera dicha afectación?

¿Cuánto es el tiempo que demora para trasladarse a sus actividades cotidianas?

¿Qué beneficios considera le traería el mejoramiento de la vía?

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 21. Aumento por Excedente del Productor.

Anexo 21.1 Áreas Explotadas en el Área de Estudio

Municipio comarca y localidad	Principales Indicadores Agropecuarios									
	EA's que sembraron cultivos anualeso temporales				EA's con cultivos permanentes y semipermanentes	Existencia de Ganado				Total de aves de corral
	Granos Basicos	Oleaginosas	Otros cultivos temporales			Bovino	Porcino	Equino	Ovino y caprino	
Estelí	1750	-	367	467	35096	2523	4086	450	34207	
Urbano	40	-	18	21	1794	43	128	38	733	
Rosario	8	-	-	7	271	19	40	4	197	
Villa vieja	11	-	9	4	961	14	53	10	260	
La chacara	5	-	3	2	32	7	8	16	118	
Boris Vega	6	-	3	3	133	-	3	-	17	
La Laguneta	11	-	3	5	397	3	24	8	141	
Comarca	1710	-	349	446	33302	2480	3958	412	33474	
Miraflor	260	-	129	171	3838	258	356	16	5686	
Santa Isabel	13	-	5	12	219	26	38	2	370	
EL Chapernal	4	-	2	4	105	4	7	-	138	
Las cruces	6	-	3	5	160	6	9	-	100	
Puertas azules	6	-	4	8	79	4	12	-	119	
La naranja	6	-	5	8	60	1	19	-	227	
EL Tayacan	7	-	8	9	105	6	16	-	248	
La Perla	12	-	7	6	230	11	25	-	257	
El Zacaton	6	-	6	4	30	3	6	-	91	
La fortuna	13	-	11	9	151	18	15	-	285	
Los apantes	5	-	1	-	12	1	8	-	48	
La Pita	24	-	6	16	96	31	36	-	573	
El Cebollal	30	-	28	18	517	51	76	8	720	
San José del Rodeo	21	-	8	15	135	17	28	-	455	
El Carrizo	7	-	-	5	33	1	6	-	141	
El Robledal	17	-	6	13	241	28	102	-	433	
Yarculi	5	-	1	-	73	1	19	-	70	
Matapalo	11	-	4	10	159	7	14	-	307	
El Coyolito	39	-	14	16	313	23	47	6	552	
Las Palmas	6	-	2	4	47	1	5	-	128	
El Chilamatillo	1	-	-	-	399	-	41	-	12	
Sabana Redonda	7	-	5	4	268	11	11	-	191	
Saca Agua	10	-	3	5	405	7	26	-	221	
La Campana	49	-	17	9	2663	497	210	44	1254	
Las Lajas # 2	4	-	-	-	115	9	22	5	154	
El Cortijo	2	-	1	2	74	-	6	-	102	
La Carmelita	2	-	3	1	100	-	-	30	3	
La Campana	8	-	2	-	1164	66	91	-	349	
Las Limas	8	-	2	1	358	29	19	6	284	
La Thompson	10	-	7	4	399	10	49	1	205	
Isidriilo	13	-	1	-	271	13	10	-	118	
Las Lajas # 1	2	-	1	1	182	370	13	-	39	

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo. Estelí en Cifra. Managua. 2008.

Anexo 21. Aumento por Excedente del Productor.

Anexo 21.2 Áreas Explotadas en Maíz y Frijol en el Municipio de Estelí

Tabla 19. Cantidad de EA's en las que se sembró granos básicos durante el año agrícola 2000-2001, según municipios.

Municipios / superficie / promedio	Total	EA's con 1 o más cultivos de granos básicos 1)	%	Principales cultivos de granos básicos					
				Maíz	%	Frijol	%	Sorgo (millón y blanco)	%
Esteli (Dep.)									
E.A's	7 935	6 976	88	6 564	94	5 716	82	2 059	30
Superficie 2)	226 698.47	39 622.91	17	16 218.05	41	17 548.19	44	4 947.27	12
Promedio	28.57	5.68		2.47		3.07		2.4	
Pueblo Nuevo									
E.A's	1 427	1 273	89	1 193	94	1 056	83	525	41
Superficie	20 241.00	5 880.04	29	2 763.87	47	2 403.13	41	708.54	12
Promedio	14.18	4.62		2.32		2.28		1.35	
Condega									
E.A's	1 634	1 493	91	1 459	98	1 398	94	351	24
Superficie	34 508.16	7 647.58	22	3 383.61	44	3 764.71	49	498.26	7
Promedio	21.12	5.12		2.32		2.69		1.42	
Esteli									
E.A's	2 075	1 750	84	1 618	92	1 573	90	313	18
Superficie	89 731.23	10 141.57	11	3 961.75	39	5 471.92	54	643.65	6
Promedio	43.24	5.8		2.45		3.48		2.06	

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) características de la explotación agropecuaria 2001.

Anexo 21. Aumento por Excedente del Productor.

Anexo 21.3 Precios de Venta al por Mayor de Granos Básicos.

PRODUCTO	UNIDAD DE VENTA	PRECIO MAYORISTA	PRECIO DETALLE
Arroz Nacional	Quintal (100 lb)	C\$1.100.00	C\$13.00
Arroz Importado	Quintal (100 lb)	C\$1.100.00	C\$13.00
Frijol Rojo	Quintal (100 lb)	C\$1.200.00	data
Frijol Negro	Quintal (100 lb)	C\$1.700.00	C\$13.00
Maiz Blanco	Quintal (100 lb)	C\$1.200.00	C\$13.00
Sorgo Blanco	Quintal (100 lb)	C\$470.00	C\$13.00
Sorgo Rojo	Quintal (100 lb)	C\$400	C\$13.00
Cacao	Quintal (100 lb)	C\$3.000.00	C\$13.00
Soya	Quintal (100 lb)	C\$900.00	C\$13.00

Fuente: Bolsa Agroindustrial (UPANIC, S.A.). Precios agropecuarios nacionales 2023.

Anexo 22. Tabla de Flujo Financiero

Anexo 22.1. Tabla De Flujo Financiero Para Alternativa De Concreto Hidráulico

FLUJO EFECTIVO SIN FINANCIAMIENTO ALTERNATIVA DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO																					
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
Costos Fijos	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$2.339.304,20
Utilidad Antes de Impuesto	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20
Impuesto	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
Utilidad Despues de Impuesto	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20
Inversión Inicial	C\$109.265.313,67	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
FEN	-C\$109.265.313,67	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.339.304,20

Elaboración: Fuente Propia.

Anexo 22. Tabla de Flujo Financiero.

Anexo 22.2 Tabla de Flujo Financiero Para Alternativa De Pavimento Asfáltico

FLUJO EFECTIVO SIN FINANCIAMIENTO ALTERNATIVA DE PAVIMENTO DE ASFALTO																					
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
Costos Fijos	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$2.373.797,93
Utilidad Antes de Impuesto	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93
Impuesto	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
Utilidad Despues de Impuesto	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93
Inversión Inicial	C\$74.569.843,87	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00
FEN	-C\$74.569.843,87	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	C\$0,00	-C\$2.373.797,93

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 23. Tabla de Flujo Social.

Anexo 23.1 Tabla De Flujo Social Para Alternativa De Concreto Hidráulico.

FLUJO EFECTIVO SOCIAL ALTERNATIVA DE CONCRETO HIDRAULICO																					
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos	C\$15,645,210.00	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	C\$1,619,886.93	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	C\$1,871,943.90	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$2,164,652.27	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$2,504,684.02
Costos Fijos	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,021,795.76	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,021,795.76	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,021,795.76	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	
Utilidad Antes de Impuesto	C\$15,645,210.00	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	-C\$401,908.83	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	-C\$149,851.86	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$142,856.51	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$482,888.26
Impuesto	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00
Utilidad Despues de Impuesto	C\$15,645,210.00	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	-C\$401,908.83	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	-C\$149,851.86	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$142,856.51	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$482,888.26
Inversión Inicial	C\$94,775,872.76	C\$0.00																			
FEN	-C\$79,130,662.76	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	-C\$401,908.83	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	-C\$149,851.86	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$142,856.51	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$482,888.26

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 23. Tasa de Flujo Social.

Anexo 23.2 Tasa de Flujo Social Para Alternativa De Pavimento Asfáltico

FLUJO EFECTIVO SOCIAL ALTERNATIVA DE ASFALTO																					
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos	C\$15,645,210.00	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	C\$1,619,886.93	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	C\$1,871,943.90	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$2,164,652.27	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$2,504,684.02
Costos Fijos		C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,050,755.37	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,050,755.37	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,050,755.37	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,050,755.37
Utilidad Antes de Impuesto	C\$15,645,210.00	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	-C\$430,868.44	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	-C\$178,811.46	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$113,896.90	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$453,928.65
Impuesto	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00
Utilidad Despues de Impuesto	C\$15,645,210.00	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	-C\$430,868.44	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	-C\$178,811.46	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$113,896.90	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$453,928.65
Inversión Inicial	C\$64,621,974.19	C\$0.00																			
FEN	-C\$48,976,764.19	C\$1,443,635.12	C\$1,485,748.74	C\$1,529,135.59	C\$1,573,834.85	-C\$430,868.44	C\$1,667,333.49	C\$1,716,217.48	C\$1,766,583.20	C\$1,818,476.31	-C\$178,811.46	C\$1,927,034.53	C\$1,983,798.25	C\$2,042,286.69	C\$2,102,553.07	C\$113,896.90	C\$2,228,640.88	C\$2,294,577.25	C\$2,362,521.55	C\$2,432,535.82	C\$453,928.65

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 24. Fotografías Recopiladas en Sondeo Visual.

Anexo 24.1 Fotografía de Empalme Los Cerritos, Inicio del Tramo.



Fuente: Fotografía Propia.

Anexo 24. Fotografías Recopiladas en Sondeo Visual.

Anexo 24.2 Estructura Actual del Tramo de Carretera, Estructura de Macadán.



Fuente: Fotografía Propia.

Anexo 24. Fotografías Recopiladas en Sondeo Visual.

Anexo 24.3 Movilización de Vehículos de Carga y Livianos, Demanda Actual.



Fuente: Fotografía Propia.

Anexo 24. Fotografías Recopiladas en Sondeo Visual.

Anexo 24.4 Obstaculización en la Carretera, Condiciones Actuales de la Vía.



Fuente: Fotografía Propia.

Anexo 24. Fotografías Recopiladas en Sondeo Visual.

Anexo 24.5 Daño en la Estructura del Camino, Condiciones Actuales de la Vía.



Fuente: Fotografía Propia.

Anexo 24. Fotografías Recopiladas en Sondeo Visual.

Anexo 24.6. Fotografía de Empalme de Chilamatillo, Fin del Tramo.



Fuente: Fotografía Propia.