

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
Para optar al título de Ingeniero Civil

TEMA:

Mejoramiento de la infraestructura vial de la carretera vieja a Tipitapa de 1,500 metros, tramo de Aguas Calientes a Ciudadela, Municipio de Tipitapa, elaborado durante el segundo semestre del 2023.

Autores:

Br. Bryams Wiston Cerda Calero
Br. Bayardo Jose Dávila Martinez
Br. Dagoberto Antonio Cantillano Centeno

TUTOR TÉCNICO Y METODOLÓGICO:

Ing. Carlos Alberto Cornejo Acosta
Master en Diseño y Construcción de Obras Hidráulicas

COLABORADORA:

Lic. Lee Escobar.
Master en Educación.

Managua, Nicaragua, 26 de Noviembre del 2023



domingo, 22 de octubre de 2023

Señores:

Bryams Wiston Cerda Calero

Bayardo José Dávila Martínez

Dagoberto Antonio Cantillano Centeno

PARTICIPANTES DEL PROYECTO DE GRADUACION

DE LA CARRERA DE ING. CIVIL

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES UCC

Mediante la presente reciban un cordial saludo de parte de la coordinación de Arquitecturas e Ingeniería Civil.

Referente a solicitud de aprobación de tema de proyecto de graduación.

Se concluye que el tema presentado: *“Mejoramiento de la infraestructura vial de la carretera vieja a Tipitapa de 1,500 metros, tramo de Aguas Calientes a Ciudadela, Municipio de Tipitapa elaborado durante el segundo semestre del 2023.”*. Cumple con los requerimientos técnicos del área del conocimiento correspondiente y está vinculado con las líneas de investigación correspondientes a la carrera de **Ingeniería Civil**.

Por lo cual se les brinda el correspondiente visto bueno y aprobación del tema, para que puedan proceder a desarrollarlo de acuerdo a los parámetros establecidos en el régimen académico de la Institución.

Sin otro particular, me despido atte.


Erick Puerta Castillo.
Arquitecto e Ing. Civil
Coord. de Carreras de Ingeniería Civil &
Arquitecturas.



Universidad de Ciencias Comerciales

Campus Managua:

Frente al Polideportivo España, Managua.

Tel: 2277-1931. Fax: 2277-3006 Apartado Postal: P-84.

www.ucc.edu.ni/ ucc@ucc.edu.ni.



Ing. Carlos Alberto Cornejo Acosta.

Celular: 5869 – 1660.

Correo Electrónico: cornejo031082@gmail.com

Diseño, Supervisión y Construcción de Obras Verticales y Horizontales. Consultorías, Topografía, Sistemas Hidrosanitario, Avalúos de Propiedades
Ruc: N° 2010310820003A Lic. MTI: N° 13772

CONSTANCIA

Managua, 14 de noviembre del 2023

Arq. Ing. Erick Puerta
Coordinador de Ingeniería Civil

Universidad de Ciencias Comerciales UCC-Managua

Su despacho.

Estimado Coordinador,
Por este medio hago de su conocimiento que he concluido la tutoría del Tema de Investigación para optar al título de **Ingeniero Civil** de la Universidad de Ciencias Comerciales UCC, sede Managua:

Tema:

“Mejoramiento de la infraestructura vial de la carretera vieja a Tipitapa de 1,500 metros, tramo de Aguas Calientes a Ciudadela, Municipio de Tipitapa, elaborado durante el segundo semestre del 2023.”

Elaborado por:

- **Br. Bryams Winston Cerda Calero**
- **Br. Bayardo José Dávila Martínez**
- **Br. Dagoberto Antonio Cantillano Centeno**

Durante el desarrollo, le di seguimiento y revisé detalladamente el documento de investigación, concluyendo con las correcciones y observaciones del documento. No omito manifestarle que los bachilleres en mención, demostraron mucha independencia y eficiencia en la realización del contenido de su trabajo investigativo, lo cual da un valor científico-técnico para futuros estudiantes interesados en la temática presentada, por lo tanto, el trabajo reúne los requisitos establecidos para su Defensa ante el jurado que usted estime conveniente.

Sin más a que referirme, me suscribo reiterándole las más altas muestras de consideración y respeto.



Atentamente.

Msc. Ing. Carlos Alberto Cornejo
Acosta

CC:

Br. Bryams Winston Cerda Calero	Sustentante
Br. Bayardo Antonio Dávila Martínez	Sustentante
Br. Dagoberto Antonio Cantillano Centeno	Sustentante
Archivo Cronológico	



Universidad de Ciencias Comerciales

CONSTANCIA DE EGRESADO

La Suscrita Secretaria General de la **UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**, hace constar que el Br. : Bryams Wiston Cerda Calero, ha cumplido satisfactoriamente con el PENSUM académico de la Carrera: Ingeniería Civil , que sirve esta Universidad para que sea acreditado como Egresado y pueda optar al Título de: Ingeniero Civil.

A solicitud de parte interesada se extiende la presente **Constancia de Egresado**, para los fines pertinentes, dado en la Ciudad de Managua Nicaragua, a los doce días del mes de agosto del año dos mil veintitres.

Atentamente,


Martha Potosme Aguilar
Secretaria General





Universidad de Ciencias Comerciales

CONSTANCIA DE EGRESADO

La Suscrita Secretaria General de la **UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**, hace constar que el Br. : **Bayardo José Dávila Martínez**, ha cumplido satisfactoriamente con el PENSUM académico de la Carrera: **Ingeniería Civil** , que sirve esta Universidad para que sea acreditado como Egresado y pueda optar al Título de: **Ingeniero Civil**.

A solicitud de parte interesada se extiende la presente **Constancia de Egresado**, para los fines pertinentes, dado en la Ciudad de Managua Nicaragua, a los siete días del mes de agosto del año dos mil veintitres.

Atentamente,


Martha Potosme Aguilar
Secretaria General





Universidad de Ciencias Comerciales

CONSTANCIA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario General de la **UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**, hace constar que el Br. : **Dagoberto Antonio Cantillano Centeno**, ha cumplido satisfactoriamente con el PENSUM académico de la Carrera: **Ingeniería Civil**, que sirve esta Universidad para que sea acreditado como egresado y pueda optar al Título de: **Ingeniero Civil**.

A solicitud de parte interesada se extiende la presente Constancia de egresado, para los fines pertinentes, dado en la Ciudad de Managua Nicaragua, a los cuatro días del mes de Mayo del año dos mil quince.

Atentamente,

JORGE ALFONSO MORENO CHAVEZ
Secretario General





DEDICATORIA

Lleno de alegría y esperanza dedico este proyecto a las personas que han creído en mí, siendo parte de este proceso.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, este logro que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo que me he ganado.

A mis padres Lic. Edgard Cerda y Sr. Sugey Calero, porque son la motivación de mi vida, mi orgullo de ser lo que seré.

A mis hermanos, Edgard cerda Jr. y Yasser cerda porque son la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mi meta, gracias a ello por confiar en mí siempre.

AGRADECIMIENTO

También sin dejar atrás a mis familiares por confiar en mí, a mis abuelas, tíos, primos, amigos y persona especial que estuvieron durante mi ciclo universitario y de vida gracias por todo y ser parte de este propósito.

Br. Bryams Wiston Cerda Calero



DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, por proporcionarme la vida, la sabiduría, y las fuerzas necesarias para culminar con éxito la coronación de mi carrera profesional, por darme el entendimiento que en el soy más que vencedor, y darme la bendición más grande de dar la vida de su hijo Jesucristo por mí y por la demás persona en el mundo.

A mis padres, la Sra. Justina Martínez Garmendia, y Sr. Leonardo Dávila Reyes, por el esfuerzo y apoyo incondicional que me han dado para forjarme como persona y como un profesional.

AGRADECIMIENTO

A mi hijo, Leonardo Dávila Salgado, “aunque aún no lo sepas eres y serás lo más importante en mi vida, hoy he dado un paso más para servir de ejemplo a la persona que más amo en este mundo.

Gracias a ti he decidido subir un escalón más y crecer como persona y profesional. Espero que un día comprendas que te debo lo que soy a hora y que este logro sirva de herramienta para guiar cada uno de tus pasos Gracia por existir, te amo”.

Br. Bayardo Antonio Dávila Martínez



DEDICATORIA

Primeramente, al Dios y padre de mi Señor Jesucristo que me hizo renacer para una esperanza viva, por la resurrección de Jesucristo de los muertos (...) (Santa Biblia RV, 1 Pedro 1:3, 1960)

A Trinidad Cantillano Ordeñana y Sonia del Carmen Centeno Oviedo; mis padres que con mucho amor y paciencia se esforzaron para darme lo mejor de ellos.

Delmi Silva Salmerón, Gerson Cantillano Silva y Catherine Cantillano Silva; mi esposa e hijos que generan en mi vida el deseo de seguir superando.

Martha, Estela, Yamileth, Roger, Alcira, Jorge y Ana; mis hermanos que con sus palabras daban esperanza y confianza para que cumpliera mis metas.

AGRADECIMIENTO

A cada uno de los maestros que desde mi niñez hasta la actualidad lograron transferir sus valiosos conocimientos científicos.

Br. Dagoberto Antonio Cantillano Centeno



RESUMEN

Se hizo un estudio para determinar el tipo de suelo y en que condición estaba la sub rasante, primeramente, se removió el pavimento existente, se ocuparon bulldozer entre otras maquinarias para este proceso ya que estaba muy bien adherido al suelo.

Se observó que la sub rasante estaba en perfectas condiciones se procedió a calificar, para una mejor homogeneidad en todo el tramo, se siguió con el proceso hasta compactar y humedecer el material que se utilizara para la nueva sub rasante. Antes de aplicar la capa sub base se tiene que elaborar los andenes peatones para que estos tengan los bordes, para este proceso se utilizo la mano de obra para poder vaciar el concreto hidráulico, con la ayuda del trompo o batidoras.

Se realizaron las cunetas y bordillos, al igual que en las partes altas se hicieron taludes de tierra para evitar que los andenes de fracturen en sus lados, con formaletas de acero se fueron dando la forma.

Se prosiguió a revertir el líquido llamado emulsión este con el propósito de que nuestro asfalto se aferre al camino, teniendo una temperatura de 150 °C lo cual debe tener un secado de 24 horas ya que es un elemento muy viscoso de igual manera se debe cortar el tráfico.

Con la maquina finalizadora o finisher se ira dejando por todo el tramo el asfalto en caliente, con una capa de 4 pulgadas, detrás de ella vendrán dos trabajadores en apoyo a esta maquinaria, esta queda con una exacta y correcta alineación. Luego de aplicado el asfalto se realiza a compactar con rodos que llevan vibrados entre 2 a 3 pasadas por carril, también se utiliza el rodo con neumáticos este se encarga de darle la textura y solidos al asfalto.



ABSTRACT

A study was carried out to determine the type of soil and the condition of the subgrade. First, the existing pavement was removed. Bulldozers, among other machinery, were used for this process since it was very well adhered to the soil.

It was observed that the subgrade was in perfect condition, it was qualified, for better homogeneity throughout the section, the process continued until the material used for the new subgrade was compacted and moistened. Before applying the sub-base layer, the pedestrian platforms must be prepared so that they have edges. For this process, labor was used to pour the hydraulic concrete, with the help of the trompo or mixers.

The ditches and curbs were made, just as in the upper parts earth slopes were made to prevent the platforms from fracturing on their sides, with steel forms the shape was given.

The liquid called emulsion continued to be reversed with the purpose of our asphalt clinging to the road, having a temperature of 150 °C which must dry for 24 hours since it is a very viscous element and must also be cut. the traffic.

With the finishing machine or finisher, the hot asphalt will be left along the entire stretch, with a layer of 4 inches. Two workers will come behind it to support this machinery, it will be left with an exact and correct alignment. After the asphalt has been applied, it is compacted with rollers that are vibrated between 2 to 3 passes per lane. The roller with tires is also used, this is responsible for giving the asphalt its texture and solidity.



CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.1 Antecedentes y Contexto del Problema	21
1.2 Objetivos de la investigación	22
1.3 Descripción del Problema	23
1.4 Justificación.....	24
1.5 Limitaciones	25
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL	26
2.1 Pavimento Flexible	26
2.1.2 Mezclas Asfálticas Emulsionada	28
2.1.3 Mezclas de Asfalto en Caliente	33
2.1.4 Cemento Asfáltico AC-30	33
2.1.5 Zonificación climática.	38
2.2 Cemento Portland	40
2.2.2 La Norma NTON Para Cemento	42
2.3 Maquinarias.....	47
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	54
3.1 Tipo de Investigación	54
3.2 Área de estudio	55
3.3 Diagrama Metodológico	59
3.3.1 Procedimiento de análisis	66
3.3.2 Metodología Básica.....	71
3.3.3 Programación.....	75
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS	76
4.1 Cantidad de Personal.....	76
4.2 Tipo de Maquinarias.....	78
4.3 Cantidades de Obras	80
4.4 Presupuesto de la Obra	81



CAPITULO V: CONCLUSIONES	82
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	85
Anexo 1: Programación de Personal y Maquinaria	85
Anexo 2: Cantidad de Obra y Presupuesto a Detalle.....	86
Anexo 3: Planimetría del Lugar	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Figura 1. Pavimento Flexible.....	27
Figura 2. Mezcla Asfáltica Emulsionada	28
Figura 3. Imprimación Asfáltica.....	32
Figura 4. Asfalto en Caliente AC - 30.....	34
Figura 5. Fabricación del Asfalto.....	37
Figura 6. Diseño de Esal´s.....	39
Figura 7. Cemento Pórtland Tipo I: Uso General (GU)	43
Figura 8. Concreto Hidráulico	43
Figura 9. Maquina Finisher AP655D	49
Figura 10. Compactadora Vibratoria Tándem CB534D.....	51
Figura 11. Compactadora de Neumáticos PS150C	53
Figura 12. Macro Localización	56
Figura 13. Micro Localización del Tramo de Carretera	57
Figura 14. Proceso Constructivo de la Carpeta de Rodamiento	59
Figura 15. Proceso Constructivo de Obras Menores	63
Figura 16. Desviación Vehicular	65
Figura 17. Tabla de Espesores del Pavimento	66
Figura 18. Estructura de Carretera.....	68
Figura 19. Diseño del Canal Trapezoidal	69
Figura 20. Plano del Canal Trapezoidal – Obras Menores	70
Figura 21. Grieta por Fatiga en Pavimento Asfalto Flexible	72
Figura 22. Grietas longitudinales y/o transversales	73



Figura 23. Baches en Pavimento Flexible..... 74

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Especificaciones del AC-30.....	35
Tabla 2. Zonificación Climática	40
Tabla 3. REQUERIMIENTO FISICOS DEL CEMENTO PORTLAND	44
Tabla 4. REQUERIMIENTO QUIMICOS DEL CEMENTO PORTLAND.....	45
Tabla 5. Diseño de Espesores de Pavimento Flexible	67
Tabla 6. Progración de Maquinarias Y Personal.....	75
Tabla 7. Lista de personal en la obra.....	77
Tabla 8. Maquinarias Utilizadas En Recarpeteo	78
Tabla 9. Cantidades de Obras en Proyecto	80
Tabla 10. Listado de Materiales de Construcción	81



Conceptos básicos

Alcaldía: Es el Gobierno Municipal, unidad base de la división político administrativa del país, son Personas Jurídicas de Derecho Público, con plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones.

Base: La capa o capas de material colocado sobre la sub-base o subrasante para soportar la capa superficial de un pavimento.

Capa Superficial: La capa o capas superiores de la estructura de un pavimento diseñadas para resistir la carga del tráfico, de las cuales la capa superior resiste el deslizamiento y desgaste del tráfico y los efectos desintegradores del clima. A la capa superior se le conoce también como “Capa de Desgaste”.

Carretera, Calle o Camino: Vía de comunicación entre poblaciones, debidamente acondicionada a la circulación de vehículos. Términos genéricos que designan una vía terrestre para fines de circulación de vehículos y que incluye la extensión total comprendida dentro del Derecho de Vía.

Carril: Banda longitudinal de la superficie de rodadura que tenga el ancho suficiente destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.

Conceptos Mayores y Menores del Contrato: Concepto Mayor del Contrato es el monto total en el Pliego de Licitaciones. Este monto será por lo menos igual al 10% del monto total original del Contrato. De presentarse posteriormente una modificación del Contrato será igual o mayor al 10% del Monto del Contrato. Todos los otros conceptos del contrato serán denominados conceptos menores.



Laboratorio: Lugar dispuesto para realizar ensayos y pruebas de control de materiales y productos de los mismos, autorizado por el Contratante.

Corte: Es la excavación que se realiza en el terreno para conformar la estructura de la vía y elementos auxiliares de conformidad con las líneas y niveles mostrados en los planos u ordenados por el Ingeniero.

Cuneta: Zanja lateral paralela al eje de una carretera, camino o calle construida inmediatamente después del borde de los hombros. En calles pavimentadas con aceras se entiende por cuneta la estructura acanalada que permite el escurrimiento del agua y, a la vez, sirve de barrera entre la calzada y la acera.

Equipo: Toda la maquinaria y equipo, junto con los suministros necesarios para su reparación y mantenimiento. También se incluye bajo este vocablo las herramientas y aparatos necesarios para la construcción y acabado aceptable del trabajo.

Especificaciones: En general, se denomina con este nombre a la compilación de estipulaciones y requisitos detallados para la construcción de las obras de un proyecto o el suministro de bienes o servicios.

Hombro: Área o superficie adyacente a ambos lados de la superficie de rodamiento, cuya finalidad es la de dar soporte lateral al pavimento, servir para la circulación de los peatones, (si no hay andenes) proporcionar espacio para las emergencias del tráfico, para el aparcado de vehículos y para dar al tráfico vehicular más seguridad.

Ingeniero (Ingeniero Supervisor): El representante del Contratante, debidamente autorizado para llevar a efecto la inspección y supervisión de la construcción de las obras de conformidad con el Contrato.



Lados del Camino: Vocablo general para designar a aquellas áreas pertenecientes al Derecho de Vía que quedan fuera de la plataforma o corona de la vía.

Contracuneta: Zanja lateral existente a cada lado de la vía, destinada a recoger las aguas que drenan hacia los taludes de la vía. Es construida generalmente en la parte superior de las laderas de corte o en la parte superior de las laderas donde se apoyen los taludes de terraplén, y su dirección es paralela a la línea central de la vía.

Curva: Todo tramo no rectilíneo de una carretera corresponde en sentido técnico se denomina curva y, por tanto, exige un tipo de conducción que dé al vehículo una trayectoria determinada, para mantenerlo dentro de la calzada

Estación: Este vocablo, usado como unidad de medida, significa una distancia de 20 metros lineales a lo largo del eje de la vía. Cuando se use para identificar a determinado lugar de la vía en construcción, significará la distancia acumulada en kilómetros y fracción de kilómetro medida a lo largo del eje de la vía a partir del punto de comienzo del proyecto.

Libro de Bitácora (Libro de Órdenes): Libro con sus páginas numeradas que debe permanecer en la oficina de campo del Ingeniero Supervisor. Cada página debe tener copias para el Contratante y sus asesores técnicos (si los tuviera) y para la Supervisión. Sirve para la comunicación de instrucciones y otros aspectos relacionados a la obra entre el Contratista y el Ingeniero Supervisor, sin perjuicio de las comunicaciones escritas cruzadas entre ambos.



Abreviatura

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)

ASTM: American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para pruebas y materiales)

AC-30: Asphalt cement (Cemento Asfáltico)

PAVINIC: Pavimento de Nicaragua

FOMAV: Fondo de Mantenimiento Vial

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

NTON: Norma Técnica Obligatoria Nicaraguense



INTRODUCCIÓN

Durante los años se han venido construyendo y mejorando caminos en todo el Municipio de Tipitapa, con el fin de mejorar la accesibilidad de los ciudadanos de las zonas rural y urbanas. El material asfáltico ha sido el más utilizado durante los años su estructura consta de múltiples capas de distintos materiales, al pasar del tiempo se requiere mantenimiento o el reemplazo de la estructura.

Se determinó que el tramo de carretera que comienza de las aguas calientes hasta Ciudadela a mantenido inactiva debido a los baches y deterioro del asfalto, el desarrollo de nuestro proyecto tiene la responsabilidad de realizar un diagnóstico sobre la estructura antigua de igual forma exponer las herramientas de investigación y los métodos y procesos constructivos.

Para su ejecución se procederá proceso de licitación correspondiente a los estatutos que están planteados por la ley 801- Ley de Contrataciones Administrativas Municipales; esta ley considera que los Municipios tienen competencias en todas las materias que incidan en el desarrollo socioeconómico de su circunscripción.

Para el desarrollo de la investigación contaremos con seis capítulos que nos ayudaran entender la principal razón por la cual hemos decidido optar por esta investigación, el principal motivo es elevar nuestro conocimiento mediante este sistema y como resultado de nuestro trabajo determinaremos que tipo de estructura de pavimento es la más idónea en este tramo de carretera, al igual conocer el sub suelo e historial geológico.



CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes y Contexto del Problema

Una de las principales calles del Municipio de Tipitapa que corresponde al tramo de carretera que comienza de las Aguas calientes hasta la comunidad de ciudadela que se encuentra en un deterioro significativo; por esta vía, se puede acceder a hospitales, colegios, mercados, centros comerciales e instituciones gubernamentales y privadas.

El deterioro de esta calle aumenta el tiempo de llegada a los destinos, desgaste en automotores; impactando directamente de manera negativa en la economía de todos usuarios y de manera indirecta las inversiones futuras.

La Unidad Técnica de la alcaldía de Tipitapa propuso el cambio de toda la carpeta de rodamiento del tramo de carretera antes mencionado y las mejoras de las obras menores (cunetas, andenes, desagües etc).

Se logró constatar en el sitio que las capas inferiores de la carpeta se encuentran en optimas condiciones y podrán ser utilizadas y sustituir el asfalto existente. Esto disminuye los costos y el tiempo de ejecución.

El contexto del problema es: ¿Qué factores han sido los causantes del deterioro del asfalto en este tramo de carretera?



1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo General

Evaluar propuesta del mejoramiento vial de 1,500 metros con carpeta de rodamiento asfáltico ubicado en la carretera vieja a Tipitapa, tramo de las Aguas Calientes hacia la comunidad de Ciudadela, Municipio de Tipitapa.

Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones de las obras menores de la carretera vieja a Tipitapa de 1,500 metros.
- Diagnosticar el tipo de revestimiento de carpeta de rodamiento asfáltico de la carretera vieja a Tipitapa de 1,500 metros.
- Elaborar presupuesto del mejoramiento vial de 1,500 metros de la carretera vieja a Tipitapa tramo de aguas calientes a Ciudadela.
- Elaborar programación de obra del mejoramiento vial de 1,500 metros de la carretera vieja a Tipitapa tramo de aguas calientes a Ciudadela.



1.3 Descripción del Problema

El material asfáltico durante el pasar de los años, tiene el problema de deteriorarse, existen muchos tipos de fallas en el asfalto esto en dependencia del tráfico que circula por la vía y sobre todo el diseño propuesto.

En este tramo de carretera, cuenta con el principal problema de baches en toda su estructura, por lo que se requiere un cambio de todo el material asfáltico, la afluencia de pobladores requiere completarse con andenes y el caudal de las aguas pluviales exigen cunetas para la protección de la carretera.

Para la construcción de una carpeta de rodamiento se debe tener en cuenta la capa base y sub base son componentes que se diseñará mediante un estudio del lugar, tomando como referencia la humedad y tipo de suelo, así lo estipula en el reglamento de diseño de pavimento flexible AASTHO ¹1993.

Para el problema antes mencionado nuestro equipo de investigación se tomó la obligación de darle seguimiento al proceso de ejecución, determinando los parámetros correspondientes para una nueva carpeta de rodamiento.

Detalle de la Evaluación de Propuesta:

- Analizar la estructura del asfalto.
- Calidad de ejecución.
- Pruebas de laboratorio.
- Presupuesto de obra

¹ AASTHO: American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)



1.4 Justificación

Con la inspiración de ejercer nuestros conocimientos obtenidos durante nuestra etapa como estudiantes de la carrera de ingeniería civil llegamos a conocer sobre los distintos procesos como lo son los presupuestos, alcances de obras que se requieren en todo los proyectos de igual manera los diseños de asfalto, tipos de instrumentos y maquinarias entre otras herramientas que la universidad otorga.

Utilizando normativas nacionales como internacionales, reglamentos que rigen los principales factores de diseño y para determinar las dimensiones, serán las principales guías para esta investigación, llevando los procesos ya antes mencionados de manera práctica, esto nos beneficiará, proporcionando nueva experiencia.

Ante el deterioro actual de la carretera asfáltica que conduce el tramo de Aguas calientes a Ciudadela, Municipio de Tipitapa ha disminuido el buen flujo vehicular tanto como transporte liviano y pesado, desencadenando diversas situaciones como dificultad al acceso, deterioro vehicular, disminución de posibles inversiones al sitio tanto del sector público y privado.

Al encontrar una infraestructura vial en excelentes condiciones beneficia a las zonas urbanas cercanas como San Luis, Cristo Rey, Los Laureles entre otras comunidades y comarcas que requieren de este acceso.

Es importante considerar la construcción de este acceso vial que vendrá a mejorar la movilidad entre la zona rural y casco urbano de Tipitapa, mientras que los diferentes volúmenes de tráfico ponen en situaciones vulnerables al peatón es por eso que se requiere la elaboración de andenes peatonales.



1.5 Limitaciones

- El acceso a la información de algunas entidades tanto gubernamentales como privadas ha restringido el alcance que se da a esta investigación.
- No se tomará en cuenta la caja puente del rio Tipitapa ya que esta no entra en los alcances de obras.
- El alcantarillado no será cambiado ni removido de sus ubicaciones.
- No se mejorarán los accesos de las casas, por las diferencias de alturas con la carretera.
- No incluiremos los reductores de velocidad.
- No realizaremos cambios en caja puente existente.
- No ubicaremos puentes peatonales.

CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Pavimento Flexible

Consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan. Es el material más común en los proyectos de construcción para fines de carreteras, aeropuertos, pavimentos y aparcamientos.

Hormigón asfáltico, también conocido como hormigón bituminoso o concreto bituminoso es el material más común en los proyectos de construcción para firmes de carreteras, aeropuertos y aparcamientos.

Consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan. Debido a sus buenas propiedades como impermeabilizante también se usa en el núcleo de ciertas presas como impermeabilizante.

Es la forma de hormigón asfáltico más comúnmente utilizada en las aceras de gran tráfico como las relativas a las principales autopistas, pistas de carreras y campos de aviación.

Mezcla de asfalto caliente de hormigón: Esto permite significativamente temperaturas más bajas de mezcla y lo que se traduce en un menor consumo de combustibles fósiles, lo que exige a menos dióxido de carbono, los aerosoles y vapores. Esta se realiza en plantas.

Mezcla de hormigón asfáltico en frío: Es producido por la emulsión de asfalto en agua con (jabón, esencialmente) antes de mezclarse con el agregado. Si bien en

su estado de emulsión el asfalto es menos viscoso y la mezcla es fácil de trabajar y compactar. La mezcla en frío se usa comúnmente como material para parches y en caminos con poco tráfico.

Características

El hormigón asfáltico tiene diferentes beneficios en términos de durabilidad de superficie, soporte de neumático, eficiencia de frenado y disminución de ruido. Las características necesarias del asfalto se obtienen en función de la categoría de tráfico y el coeficiente de fricción deseado. En términos generales el hormigón asfáltico genera menos ruidos que el proveniente del cemento portland.

Figura 1. Pavimento Flexible



Fuente: Elaboración Propia

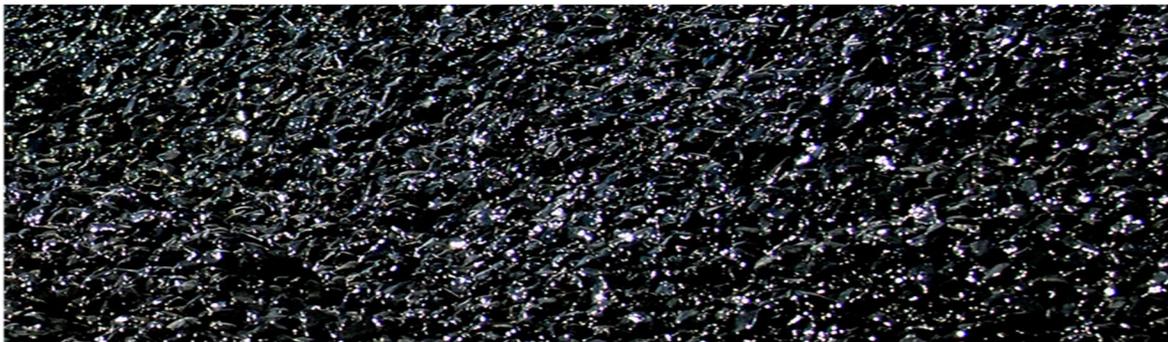
2.1.2 Mezclas Asfálticas Emulsionada

Se produce por la adición de zeolita, ceras o emulsiones asfálticas para realizar la mezcla. Esto permite bajar significativamente la temperatura de mezcla y extendido y disminuir el consumo de combustibles fósiles, además de disminuir la emisión de dióxido de carbono, aerosoles y vapores. También permite reducir el tiempo de construcción y ciertos aditivos facilitan sus características en la puesta.

Podemos definir una emulsión como una dispersión fina más o menos estabilizada de un líquido en otro, los cuales son no miscibles entre sí y están unidos por un emulsificante, emulsionante o emulgente. Las emulsiones son sistemas formados por dos fases parcial o totalmente inmiscibles, en donde una forma la llamada fase continua (o dispersante) y la otra la fase discreta (o dispersa).

En el caso de emulsiones asfálticas, los líquidos no miscibles son el agua y el asfalto. Adicionalmente se tiene el emulgente el cual se deposita en la interface entre el agua y el asfalto y estabiliza la emulsión; éste depende del tipo de emulsión que se requiera.

Figura 2. Mezcla Asfáltica Emulsionada



Fuente: PAVINIC - Pavimento de Nicaragua

A- Fabricación de Emulsiones Asfálticas

El equipo y producción para la fabricación de emulsiones es muy simple y fácil de conseguir en el mercado. El problema está en la formulación de las emulsiones que deben adaptarse a los materiales pétreos. Los requerimientos para la fabricación de las emulsiones asfálticas son sencillos.

Se coloca los materiales agua, emulsión y grava para luego mandarlos a la planta que procesara estos elementos convirtiéndolos en concreto asfáltico por lo cual serán almacenando a temperaturas según la especificación.

En la mayor parte de los casos, para fabricar el asfalto se mezcla el craqueo del petróleo con la gravilla o piedra para formar una especie de masa, la que después se coloca en las carreteras. Cuando se trata de la mezcla caliente, para que esta funcione debe estar a aproximadamente 150 grados centígrados.

En el caso de la mezcla fría, al contrario, se mezcla con unos agregados químicos especiales que hacen que funcione, aunque solo en pequeñas cantidades. Los pavimentos de asfalto se tratan en ocasiones con diferentes polímeros para que, en el caso de las carreteras, se resista mejor el paso del tiempo.

B - Rompimiento de las Emulsiones Asfálticas

Cuando uno usa emulsiones asfálticas, es necesario tener control sobre la estabilidad de la emulsión, o sea, se tiene que poder controlar el rompimiento de la misma. Pasado un tiempo determinado, el cual depende de la situación en particular que se esté trabajando, las emulsiones tienen que desestabilizarse para que el asfalto se deposite como una capa sobre el material pétreo.

Este fenómeno de rompimiento o ruptura de la emulsión ocurre debido a la carga eléctrica que tiene el material pétreo.

La carga que tiene el material pétreo neutraliza la carga de las partículas de asfalto en la emulsión, permitiendo que se acerquen unas a otras para formar agregados de gran tamaño; estos agregados son los que se depositan sobre el material pétreo formando una capa asfáltica.

Durante este proceso el agua es eliminada del sistema asfalto-pétreo. En el proceso de desestabilización, la emulsión como va perdiendo agua, pasa por una emulsión inversa en donde el asfalto forma la fase continua y el agua la fase discreta, o sea que se forman pequeñas gotas de agua en el interior del asfalto, las cuales posteriormente, cuando se deposita la capa de asfalto, son eliminadas.

En general, los factores que influyen en la ruptura de la emulsión aniónica son la evaporación de la fase acuosa, la difusión del agua de la emulsión y la absorción superficial de una parte del emulsificante en el material pétreo.

La ruptura de la emulsión catiónica se produce por la absorción de la parte polar del emulgente por los agregados, provocando la ruptura de la emulsión y haciendo que las partículas del asfalto se adhieran inmediatamente a las partículas del material pétreo, aun en presencia de humedad.

El proceso de ruptura de una emulsión en tres pasos: primero se observa la emulsión, enseguida cuando se inicia el rompimiento y después cuando se produce la ruptura completa y queda el material pétreo cubierto por el asfalto.

La forma de rompimiento de las emulsiones asfálticas catiónicas, en la mayoría de los casos, mejora la adherencia y permite una mejor distribución de la mezcla dentro



de la masa del agregado pétreo; adicionalmente permite proseguir los trabajos de asfaltado en regiones con climas húmedos o durante una temporada de lluvias, garantizando la apertura de caminos al tránsito en un corto período de tiempo.

C – Imprimación Asfáltica

La imprimación asfáltica permite obtener una capa impermeable, logrando una cohesión superficial y permitiendo condiciones adecuadas de adherencia entre la superficie tratada y la capa de rodadura a colocar. Se recomienda que se evite pasar sobre el líquido Emulsionado, de igual manera se detenga el tráfico vehicular y peatonal durante su aplicación debido a la temperatura que este tendrá.

Entre los principales objetivos de realizarla tenemos:

- Impermeabiliza la superficie
- Se encarga los espacios capilares
- Endurece las superficies
- Revierte y pega sobre la superficie las partículas sueltas. Gracias a ella, se sellan poros, grietas pequeñas y fisuras.
- Facilita el mantenimiento
- Promueve la adherencia entre la superficie sobre la que se coloca y la primera capa asfáltica sobre ella.

La principal función de la imprimación asfáltica, tal y como lo mencionamos es, cubrir los huecos, endurecer la superficie, colaborando con la ligación de la capa asfáltica a colocar encima.

De esta forma, favorecerá un mejor agarre entre las capas granulares y las bituminosas, para mejorar la transmisión de cargas. Cantidad del material que debe ser aplicado De la textura y porosidad del material sobre el cual es aplicado va a depender el tipo y cantidad del material de asfaltado de pistas.

Figura 3. Imprimación Asfáltica



Fuente: Elaboración Propia

2.1.3 Mezclas de Asfalto en Caliente

Son producidas por el calentamiento del aglutinante asfáltico, lo que aumenta su viscosidad, y permite mezclar el material con el agregado de áridos. La mezcla se realiza a 150 °C a 185 °C si el asfalto está modificado con polímeros. La extensión y el compactado tienen que realizarse mientras el material está caliente.

En muchos países el asfalto se restringe a los meses de calor porque en invierno la base compactada puede estar demasiado fría para realizar la operación. Es el material más empleado en carreteras, autopistas, aeropuertos y pistas de carrera.

Nicaragua un país tropical necesita de un asfalto capaz de soportar altas temperaturas, y no tan vulnerable a las deformaciones permanentes.

Dentro de la gama de cementos asfálticos están los AC- 05, AC-10, AC-20, AC-30, etc. Resulta que no todos ellos presentan las propiedades viscoelásticas necesarias ni soportan el tráfico al cual nuestras carreteras están expuestas.

Debido a esto la refinería en Nicaragua no prepara ni suministra una mezcla distinta al cemento asfáltico AC-30. Una de las empresas encargadas de comercializar la mezcla asfáltica en el país es PAVINIC, S.A la cual facilitó un galón del AC-30 para su estudio en los Laboratorio de SOLTECAS.

2.1.4 Cemento Asfáltico AC-30

El análisis de las características físicas y mecánicas del cemento asfáltico AC-30, es el único que tiene las propiedades óptimas para soportar las temperaturas del territorio nicaragüense.

Es un cemento asfáltico clasificado por viscosidad, de gran versatilidad y de frecuente uso internacionalmente en la confección de mezclas asfálticas utilizadas para la construcción de pavimentos. Cumple con la norma internacional ASTM D 3381.

Se presenta como una masa negra, brillante y adhesiva. Es un material viscoelástico que a temperatura ambiente se comporta similar a un sólido, y que debe ser calentado a altas temperaturas para poder ser manipulado durante las etapas de fabricación y colocación de las mezclas asfálticas.

Figura 4. Asfalto en Caliente AC - 30



Fuente: Elaboración Propia

Como todo cemento asfáltico, AC-30 se caracteriza por su adherencia, impermeabilidad, flexibilidad, durabilidad, además de su alta resistencia a la mayoría de los ácidos, sales y álcalis.

Su densidad es variable según su temperatura y origen, pero generalmente oscila entre los 0,94 kg/lit (a 150°C) y los 1,03 kg/lit (a 15°C). Para efectos prácticos puede considerarse igual a 1 kg/lit

TABLA 1. Especificaciones del AC-30

N°	ANÁLISIS	MÉTODOS ASTM	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
1	VISCOSIDAD, 140°F (60°C); P	D 4402	3,360	3,000 ± 600
2	VISCOSIDAD, 275°F (135°C); cSt	D 4402	525.9	350 min.
3	PENETRACIÓN 25°C, 100g, 5S;mm/10	D 5	54	50 min.
4	PUNTO DE DESTELLO,COC; °C	D 92	338	230 min.
5	PUNTO DE ABLANDAMIENTO; °C	D 36	52.8	N.E
6	GRAVEDAD ESPECIFICA, A 60° F	D 70	1.037	N.E
7	DUCTILIDAD A 25° C, cm	D 113	>150	40 min.
8	SOLUBILIDAD IN TRICLOROETILENO,min, %	D 2042	99.96	99 min.
ENSAYOS AL RESIDUO DE RTFO				
9	VISCOSIDAD, 140°F (60°C); P	D 4402	7,820	12,000 máx.
10	PÉRDIDA DE MASA, % Wt	D 2872	0.039	1.0 máx.
11	DUCTILIDAD A 25° C, cm	D 113	150+	40 min.

Fuente: PAVINIC – Pavimentos de Nicaragua S.A

A - Usos Principales

El principal uso del AC-30 es para la confección de mezclas asfálticas en caliente para la pavimentación de caminos, carreteras, autopistas, aeropuertos y aeródromos. Estas mezclas pueden corresponder a bases asfáltica (binder) o carpeta de rodadura.

AC-30 se puede utilizar para la confección de mezclas asfálticas en caliente tradicionales y también para algunos tipos de mezclas asfálticas especiales, tales como las mezclas recicladas y estabilidades con asfalto espumado, mezclas en caliente modificadas con polvo de caucho y mezclas en caliente con RAP. Se sugiere siempre consultar las bases técnicas del proyecto a ejecutar.

B – Rendimiento

El rendimiento dependerá del tipo de mezcla asfáltica a confeccionar y los materiales escogidos. Se deberá realizar un diseño y dosificación en un laboratorio especializado, con el cual se podrá determinar con precisión el rendimiento teórico. Se pueden obtener rangos referenciales, según tipo de mezcla.

C – Recomendación De Uso

AC-30 se puede degradar y perder sus propiedades fisicoquímicas cuando es calentado a temperaturas por encima de 200°C o intervalos superiores a los reportados para el mezclado.

Se recomienda almacenar el cemento asfáltico convencional AC-30, en el tanque a una Temperatura mínima de 120 °C; con una recirculación semanal.

Para el mejor desempeño, se recomienda realizar un control estricto de las temperaturas durante el proceso y mantener los instrumentos de medición calibrados y/o verificados

En caso de querer realizar la Emulsificación del ligantes asfáltico, deberá realizar previamente la verificación de la compatibilidad con el emulgente, mediante el adecuado desarrollo de la formulación²

Figura 5. Fabricación del Asfalto



Fuente: Elaboración Propia

² Pavimento De Nicaragua - PAVINIC



2.1.5 Zonificación climática.

Uno de los parámetros más importantes que determina la calidad y vida útil del cemento asfáltico AC-30 es la temperatura a la cual está expuesta, el uso de datos meteorológicos de 17 estaciones facilitados por INETER, determina la temperatura máxima y mínima promedio. El grado de fiabilidad de los datos presentados es de un 98 %.

El Esal's es un sistema de medición vehicular que se utiliza para calcular la carga vehicular que transita por la una vía, con este dato podemos determinar el tipo de carpeta de rodamiento que colocaremos y espesor de la misma.

En cuanto a la cantidad de Ejes Equivalentes de Cargas (Esal's) estimados para Nicaragua no superan los 20 millones de Esal's considerando periodos de diseño de 20 años. Sin embargo, se deberá de tomar en cuenta que la variación de temperatura durante el periodo de vida útil es considerable y esto afecta directamente las propiedades de la mezcla asfáltica.

El clima municipio de Tipitapa corresponde al Tropical de Sabana, determinado por una estación seca marcada, que dura de 6 a 7 meses, incluye los meses de noviembre a abril; se caracteriza por poseer temperaturas altas durante casi todo el año. La temperatura promedio es de 26° C, con temperatura máxima de 35° C en los meses de marzo, abril y mayo y temperatura mínima de 20° C en los meses de enero, agosto y septiembre³.

³ Instituto de Estudios Territoriales - INETER

Figura 6. Diseño de Esal's

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (Fc)						
HISTORIAL	2022	2018	2015	2009	2006	2002
	2018	2015	2009	2006	2002	1999
TPDA _i =	10000	8730.0054	8500	8400	8355	7000
TPDA ₀ =	8730.0054	8500	8400	8355	7500	6500
n =	4	3	6	3	4	3
1/n	0.250	0.333	0.167	0.333	0.250	0.333

TASA DE CRECIMIENTO		%	
TC	1.03453782	0.0345	3.45
TC2	1.008939664	0.0089	0.89
TC3	1.001974356	0.0020	0.20
TC4	1.00179212	0.0018	0.18
TC5	1.027356795	0.0274	2.74
TC6	1.025010296	0.0250	2.50

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

TASA DE CRECIMIENTO FINAL (Tf)

$$Tf = \left[(TC_1 * TC_2 * \dots * TC_n)^{1/n} \right]$$

n =	6	%	Tasa de Crecimiento Para Todos Los Vehiculos
Tf =	0.0095	0.95	

FACTOR DE CRECIMIENTO (FC)

$$F_c = \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right)$$

i =	0.0095		
n =	6	12	20

FC =	6.14
	12.65
	21.92

FACTOR DE DISTRIBUCION POR SENTIDO		
FS =	50	0.50

FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL		
FCa =	50	0.50

TPDA*FC*fs*Fca*365		
CALCULO DE TRANSITO DE DISEÑO		
TD = Esal's	5,607,061.71	6 AÑOS
	10,076,475.22	12 AÑOS
	20,000,000.08	20 AÑOS

TABLA 2. Zonificación Climática

Estación	Temperatura intermedia del pavimento (°C)	Temperatura Máxima del Pavimento (°C)
Managua	37.6	62.2
Masatepe	38.1	58.1
Corinto	40.0	62.0
Nandaime	41.3	60.5
Bluefields	39.6	61.6
Puerto Cabezas	39.7	60.7
San Carlos	38.8	61.0
Chinandega	43.5	62.8
Condega	33.7	61.5
Jinotega	34.9	55.5
Juigalpa	38.2	61.7
León	38.2	60.4
Masaya	39.7	59.4
Muy Muy	37.3	61.6
Ocotal	33.7	61.5
San Isidro	35.2	60.1
Rivas	37.4	58.8

Fuente: INETER⁴

2.2 Cemento Portland

Para la elaboración de Obras Menores como andenes, canales y bordillos utilizaremos concreto hidráulico de 3000 psi, por lo cual debemos saber las propiedades químicas y físicas del cemento Pórtland. Es producido al pulverizar clínker Pórtland, consistente básicamente de silicatos de calcio hidráulicos, y que usualmente contiene una o más formas de sulfato de calcio como adición de molienda.

⁴ Instituto de Estudios Territoriales - INETER



Para el caso de los Cementos Pórtland, éstos se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

- Cemento Pórtland Tipo I. Para uso general, cuando propiedades especiales de cualquier otro tipo no son requeridas.
- Cemento Pórtland Tipo IA. Cemento con aire incluido, similar al TIPO I, donde la condición de aire incluido es deseada.
- Cemento Pórtland Tipo II. Para uso general cuando se requiere una moderada resistencia a los sulfatos y un moderado calor de hidratación.
- Cemento Pórtland Tipo IIA. Cemento con aire incluido, similar al TIPO II, donde la condición de aire incluido es deseada.
- Cemento Pórtland Tipo III. Utilizado cuando se requiere una alta resistencia inicial.
- Cemento Pórtland Tipo IIIA. Cemento con aire incluido, similar al TIPO III, donde la condición de aire incluido es deseada.
- Cemento Pórtland Tipo IV. Para uso cuando se requiere un bajo calor de hidratación.
- Cemento Pórtland Tipo V. Utilizado cuando se requiere una alta resistencia a los sulfatos.
- Cementos Hidráulicos Adicionados

2.2.2 La Norma NTON Para Cemento

La verificación y certificación de esta Norma estará a cargo del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), a través de la Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano. Todos los cementos nacionales, así como los cementos importados serán sometidos a inspecciones de oficio. El costo de los muestreos y pruebas de calidad deberán ser asumidos por los fabricantes, importadores, distribuidores, constructoras y usuarios respectivos quienes están obligados a cumplir las disposiciones establecidas en la presente norma.

A - Criterios de Aceptación o Rechazo

El cemento podrá rechazarse si no cumple con algún requisito especificado en la presente norma. En el caso de que el cliente y el productor no se pongan de acuerdo sobre las causales del rechazo del cemento, se recomienda conformar un comité técnico que evaluará y emitirá el diagnóstico respectivo acerca del tema.

Si después de verificar el cumplimiento de los requisitos especificados, el cemento permanece almacenado en fábrica, lugares de expendio o en obras, por un período mayor de 45 días después de su empaque, este cemento podrá rechazarse, debido a las condiciones de alta humedad de territorial nacional. Criterio ligado al numeral 7,3e

Es opción del cliente la verificación del contenido neto del producto, para esto podrá rechazarlo con variaciones de más o menos el 2% con respecto a la masa etiquetada numeral 7,3d; y si el promedio de la masa de las bolsas de cualquier cargamento, obtenido de 50 bolsas seleccionadas al azar, es menor que la masa etiquetada numeral 7,3d rechace el cargamento completo.

Figura 7. Cemento Pórtland Tipo I: Uso General (GU)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8. Concreto Hidráulico



Fuente: Elaboración Propia

TABLA 3. REQUERIMIENTO FISICOS DEL CEMENTO PORTLAND

Requerimiento Físico Para Cementos Portland									
Tipo de Cemento	Prueba ASTM aplicable	I	IA	II	IIA	III	IIIA	IV	V
Superficie específica, m ² /kg (min)	C 204-05	280	280	280	280	.....	.....	280	280
Método de permeabilidad de Aire									
Finura pasante en malla 45-um (No.325), % (min)	C 430-96 (2003)	.....	..... ..	.....	.....	..... ..	.....	.....	.....
Cambio en longitud-Autoclave %, (max)	C 151-05	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Tiempo de Fraguado, Prueba Vicat									
Inicia, no menos de, minuto	C 191-04b	45	45	45	45	45	45	45	45
Final, no más de, minutos		375	375	375	375	375	375	375	375
Contenido de Aire en el volumen del mortero, % (max)	C 185-02	12	22	12	22	12	22	12	12
Contenido de Aire en el volumen del mortero, % (min)	C 185-02	.....	16	.....	16	.....	16	.....	.....
Resistencia a la compresión, mínima									
1 día, Mpa (PSI)	C 109C109M-05	.....	..... ..	.....	.....	12-1740	10-1450	.....	.....
3 día, Mpa (PSI)		12-1740	10-1450	10-1450	8-1160	24-3480	19-2760	.....	8-1160
7 día, Mpa (PSI)		19-2760	16-2320	17-2470	14-2030	..... ..	..... ..	7-1020	15-2180
28 día, Mpa (PSI)		.....	..... ..	.....	..... ..	.....	..... ..	17-2470	21-3050
Color de hidratación, kJ/kg (max)		C 186-02	290	290	250
7 días	.....		..... ..	.....	.....	.....	.....	290	.....
28 días	.....		.......	.....	.....	.....	.....	.....	.....

TABLA 4. REQUERIMIENTO QUIMICOS DEL CEMENTO PORTLAND

Requerimientos Químico Para Cementos Portland.									
Tipo de Cemento	Prueba ASTM aplicable	I	IA	II	IIA	III	IIIA	IV	V
Oxido de Aluminio, Al ₂ O ₃ % (max)	C 114-05			6.0	6.0				
Oxido de Hierro, Fe ₂ O ₃ % (max)	C 114-05			6.0	6.0			6.5	
Oxido de Magnesio, MgO % (max)	C 114-05	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Azufre, SO ₃ % (max)	C 114-05								
Cuando C ₃ A ≤ 8%		3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	2.3	2.3
Cuando C ₃ A ≥ 8%		3.5	3.5			4.5	4.5		
Perdida por Ignición % (max)	C 114-05	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0
Residuo Insoluble % (max)	C 114-05	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Silicato Tricalcico, C ₃ S % (max)	C 114-05							35	
Silicato Dicalcico, C ₂ S % (min)	C 114-05							40	
Aluminato Tricalcico, C ₃ A % (max)	C 114-05			8.0	8.0	15	15	7.0	5.0
Suma de: C ₄ AFS + 2 (C ₃ A), % (max)	C 114-05								25

Fuente: Norma Técnica Obligatoria N°. Nton 12 006-11⁵

⁵ Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense - NTON 12 006-11

B - Campo De Aplicación

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense "Fabricación, Uso y Manejo del Cemento", NTON 12 006-11 aplica a todos los cementos que se comercialicen en el país, clasificando los cementos en Pórtlands, Cementos Hidráulicos, Cementos Hidráulicos Adicionados y Cementos para Albañilería.

Cementos Hidráulicos Norma NTON 12 006-11. Su composición química no está especificada, sin embargo, el cemento y sus constituyentes individuales, molidos conjuntamente o mezclados, deben ser analizados y reportados. Para los requerimientos físicos deben cumplir con los requisitos especificados de NTON 12 006-11.

Las pruebas físicas se regirán por las siguientes normas, según el Volumen 04 - 01 de la Sección 4 del Manual de Estándares de ASTM, en su revisión más reciente:

- ASTM C 109: Resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico.
- ASTM C 151: Expansión autoclave del cemento Pórtland.
- ASTM C 185: Contenido de aire de morteros de cemento hidráulico.
- ASTM C 186: Calor de hidratación del cemento hidráulico.
- ASTM C 187: Consistencia Normal del cemento hidráulico.
- ASTM C 188: Densidad del cemento hidráulico.
- ASTM C 191: Tiempo de fraguado del cemento hidráulico con aguja Vicat.
- ASTM C 204: Fineza del cemento hidráulico por permeabilidad al aire.
- ASTM C 230: Uso de la mesa de flujo en pruebas de cemento hidráulico.
- ASTM C 430: Fineza del cemento hidráulico por malla No. 325⁶

⁶ Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense - NTON 12 006-11



2.3 Maquinarias

A – Finisher AP655D

La gran capacidad de producción y la óptima calidad de pavimentación combinadas con un desplazamiento de alta velocidad y uniforme son las características básicas de la AP655D. Con muchas características y opciones mejoradas, la tracción potente del modelo AP655D garantiza resultados óptimos y producción continua incluso en terrenos irregulares.

Especificaciones Técnicas

- Capacidad del tanque de combustible: **291 L (77 gal)**
- Capacidad de la tolva (incluidos túneles): **6,5 m³ (230 pies³)**
- Sistema eléctrico: **24 V, 80 A alternador**
- Solamente Tractor AP655D: **15.320 kg (33.775 lb)**
- Eficiencia de la maquinaria: **3.58 m³/h**

Diseño eficiente de flujo de aire

El diseño de flujo de aire proporciona aire a temperatura ambiente a través del compartimiento del motor y de los enfriadores. Este diseño permite que el aire del escape salga hacia la tolva para proporcionar un compartimiento del motor y un entorno de operación más fríos.

Ventilador de velocidad variable

El ventilador de velocidad variable es controlado electrónicamente e impulsado hidráulicamente para proporcionar un enfriamiento proporcional a la demanda. Esta



operación proporcional a la demanda reduce la demanda de potencia al motor, disminuye los niveles de ruido y aumenta la eficiencia del combustible.

Comodidad del operador para un entorno productivo

Estaciones de operación dobles Las estaciones del operador dobles incorporan consolas completamente equipadas, indicadores de velocidad de desplazamiento, asientos con suspensión ajustable con portavasos, posabrazos y cinturones de seguridad retráctiles de 76 mm (3").

Visibilidad del operador

Las estaciones del operador dobles se pueden posicionar en una de cuatro ubicaciones diferentes para proporcionar una óptima visibilidad. Las estaciones se pueden extender más allá del bastidor de la máquina para aumentar la visibilidad cuando las aplicaciones de pavimentación exigen un control preciso.

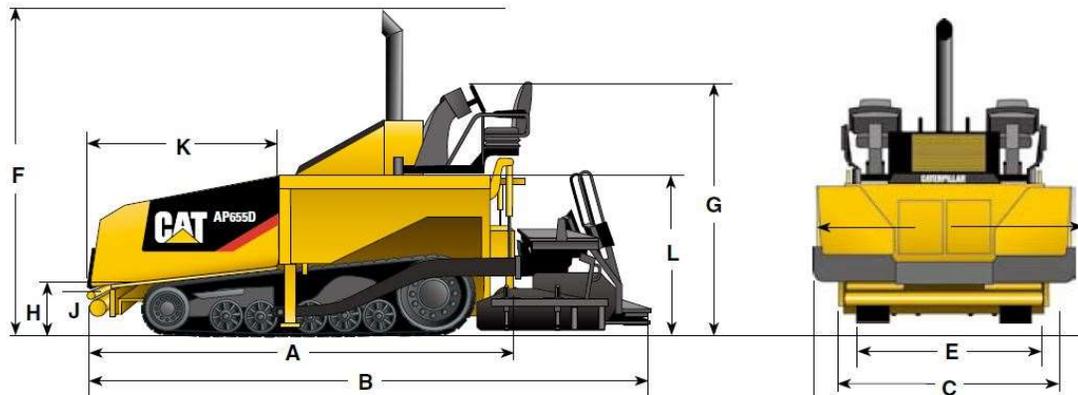
Consolas inclinables

Las consolas inclinables aumentan la comodidad del operador al ofrecer varias posiciones. Un suministro eléctrico de 12 voltios ubicado en la consola derecha permite la utilización de accesorios.

La pantalla del Advisor simplifica la operación

La pantalla de Advisor proporciona acceso a la lista de comprobación de arranque, las preferencias del operador, los parámetros de operación del motor y de la máquina, la "Calculadora de pavimentación" y la opción "Pavimentación por secuencia de números".

Figura 9. Maquina Finisher AP655D



Dimensiones

A	Largo del tractor c/rodillo de empuje	4,95 m (16' 3")
B	Largo c/rodillo de empuje y reglón AS2252C	6,65 m (21' 7")
	Largo c/rodillo de empuje y reglón AS3251C	6,80 m (22' 4")
C	Ancho de transporte con reglón y compuertas (tolva levantada)	2,72 m (8' 11")
	Ancho de transporte sin reglón y compuertas (tolva levantada)	2,44 m (8')
D	Ancho en orden de trabajo del tractor (tolva bajada)	3,31 m (10' 10")
E	Ancho del medidor de cadena	2,20 m (7' 3")
F	Altura de operación	3,84 m (12' 7")
G	Altura de transporte con silenciador, tubo de escape vertical y asiento bajado	2,82 m (9' 3")
H	Altura de descarga del camión	605 mm (24")
I	Ancho de entrada del camión	3,20 m (10' 6")
J	Altura del rodillo de empuje	533 mm (21")
K	Largo de tolvas	1,96 m (6' 5")
L	Altura de cubierta	1,78 m (5' 10")



Fuente: Caterpillar – Nimac

B – Compactadora Vibratoria Tándem CB534D

Son máquinas más utilizadas en la compactación de firmes asfálticos que en obras de tierras. Constan de dos cilindros montados sobre un bastidor, articulado o rígido. En este caso todo el peso se suma al esfuerzo de compactación. Pueden ser vibrantes uno o los dos cilindros, y ser tractores uno o ambos.

Especificaciones de operación

- Capacidad del tanque de combustible: **219 L**
- Capacidad del tanque de rociado de agua: **1100 L**
- Velocidad de desplazamiento: **máxima 13 km/h**
- Potencia bruta: **97 kW**
- Modelo de motor: **3054C**
- Eficiencia de la Máquina: **2600 m²/h**

Motor Cat 3054C

El Motor 3054C produce 97 kW (130 hp) de potencia a 2.200 rpm y ofrece eficiencia del combustible.

Con turbo compresor para brindar un rendimiento superior

El motor con turbo compresor proporciona una operación eficiente en especial a grandes altitudes, de hasta 2.500 metros (8.200') sin reducción de potencia.

Potencia equilibrada

La válvula de anulación de presión (POR) equilibra la demanda de potencia para proporcionar sensibilidad.

Tanque de agua de gran capacidad

El tanque de agua único de polietileno de gran capacidad está cerrado dentro del bastidor de la máquina y proporciona una operación prolongada.

Sistema de bomba doble

La configuración de control automático de las bombas selecciona el agua de una bomba al desplazarse hacia adelante y de la otra al desplazarse hacia atrás.

El sistema mantiene el uso uniforme de las bombas para que su vida útil también lo sea. Se proporciona control de anulación manual.

Figura 10. Compactadora Vibratoria Tándem CB534D



Fuente: Caterpillar – Nimac

C – Compactadora de Neumáticos PS150C

Son máquinas más utilizadas en la compactación de firmes asfálticos que en obras de tierras. Constan de dos cilindros montados sobre un bastidor, articulado o rígido. En este caso todo el peso se suma al esfuerzo de compactación.

- Peso en orden de trabajo: **Lastre máximo 12940 kg**
- Ancho de compactación: **1740 mm**
- Potencia bruta: **75 kW**
- Capacidad del tanque de rociado de agua: **394 L**
- Capacidad del tanque de combustible: **173 L**
- Neumáticos: **6 telas 8,50/90 x 15**
- Longitud total: **4290 mm**
- Ancho total: **1740 mm**
- Eficiencia de la Máquina: **1560 m²/h**

Excelente eficiencia del combustible

El motor con turbo compresión proporciona 75 kW (100 hp) de potencia bruta. La inyección directa controlada mecánicamente proporciona una excelente eficiencia del combustible.

Cámara de combustión

La cámara de combustión altamente eficiente aumenta la potencia mientras disminuye el consumo de combustible, las emisiones del motor y el ruido.

Alta relación entre la cilindrada y la potencia

Una alta relación entre la cilindrada y la potencia permite una vida útil más prolongada y una excelente fiabilidad y durabilidad.

Protección del sistema de inyección de combustible

La combinación del filtro de combustible y el separador de agua ofrece una protección superior para el sistema de inyección de combustible⁷.

Figura 11. Compactadora de Neumáticos PS150C



⁷ Caterpillar – Nimac

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

Esta investigación por su método de investigación es combinada de documental y de campo. Es una investigación cuyo método de recopilación y análisis de datos se conjunta la investigación documental con la de campo, con la finalidad de profundizar en el estudio del tema propuesto para tratar de cubrir todos los posibles ángulos de una exploración.

Al aplicar ambos métodos se pretende consolidar los datos y los resultados obtenidos. del sitio, Proyecto, terreno, propuesta, etc.

Por el tipo de tema que se aborda esta investigación es teórico-práctica. Son investigaciones cuyo diseño, planteamiento de estudio, realización y conclusiones abarcan temas derivados de alguna teoría que se pretende llegar a comprobar dentro de un ambiente práctico, experimental o empírico.

Por la forma de recopilación y por el tratamiento de su información Son los trabajos de investigación que, como en cualquier otro caso, se apoyan en los datos e información de textos y documentos que servirán para fundamentar un tema; con su análisis y conclusiones se pretende aportar conocimientos adicionales a lo que se está investigando.

Para fundamentar estas investigaciones, el investigador se respalda en textos, conceptos, definiciones y aportaciones comprobadas.

Esta investigación de acuerdo a su enfoque investigativo es cuantitativa donde la recolección de datos es numérica, estandarizada y cuantificable, y el análisis de



información y la interpretación de resultados permiten fundamentar la comprobación de una hipótesis mediante procedimientos estadísticos, los cuales ofrecen la posibilidad de generalizar los resultados.

De acuerdo con el objetivo de estudio de la investigación es de carácter interpretativo. El objetivo de este tipo de investigación está enfocado a tratar de indagar, desentrañar y comprender, mediante un método formal de investigación, alguna teoría, fenómeno, hecho o problemática relacionados con un comportamiento social, económico, político, físico o de cualquier otra clase.

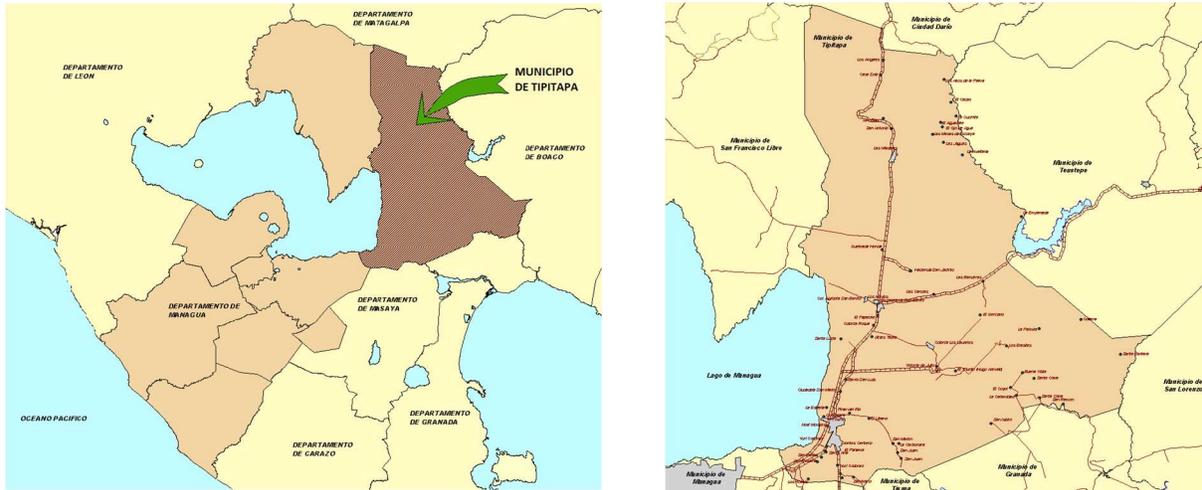
3.2 Área de estudio

El municipio de Tipitapa del departamento de Managua, se ubica entre las coordenadas 12° 11' latitud norte y 86° 05' longitud oeste, con respecto al meridiano Greenwich. El municipio está ubicado a 22 Km. de Managua, Capital de la Republica.

Según la Ley de División Político Administrativa de Nicaragua, este Municipio pertenece al Departamento de Managua, ocupando en extensión territorial, con doscientos noventa y dos kilómetros cuadrados. (975.17 Km²) y a una altura de 50.44 m.s.n.m.

Tipitapa limita al norte con Ciudad Darío (Dpto. de Matagalpa), al este con Teustepe, San Lorenzo (Dpto. de Boaco), al oeste con San Francisco Libre, Managua (Dpto. de Managua), al este Tisma, (Dpto. de Masaya), al sur con el Lago de Managua, (Dpto. de Managua) y (Dpto. de Masaya), al sur con Nindirí, Tisma, Masaya (Dpto. de Masaya), Malacatoya, Granada (Dpto. de Granada), oeste con (Dpto. de Managua).

Figura 12. Macro Localización



Fuente: Elaboración Propia

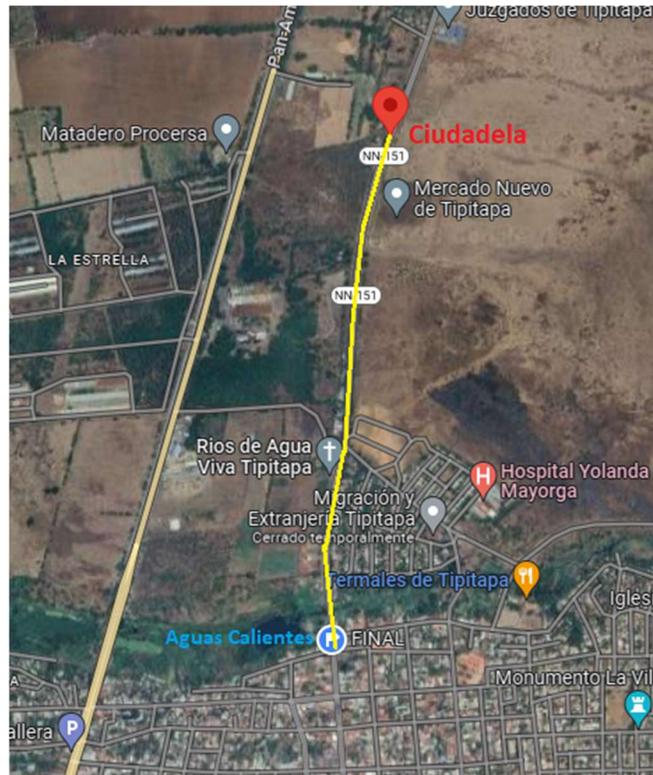
Para la ejecución de las obras del Proyecto de Recarpeteo Asfáltico de 2 carriles que se ubica en el departamento de Tipitapa, su inicio se establece en las Aguas calientes y su fin en Comunidad de Ciudadela, cuenta con una longitud de 1500 m, coordenadas y se localiza con las coordenadas de⁸:

Aguas Calientes: 12°12'07.6"N - 86°05'47.8"W

Ciudadela: 12°12'07.6"N - 86°05'47.8"W

⁸ DGIC - División General de Inversiones y Cooperación

Figura 13. Micro Localización del Tramo de Carretera



Fuente: Elaboración Propia

Este consiste en una carretera asfaltada de topografía plana, consta de 2 carriles, con cunetas caite, ancho de rodamiento de 6m derecho de vía de 20 m, posee una carpeta de rodamiento asfáltica en regular estado, la cual posee numerosos baches, además fisuras y grietas en toda su longitud.

El diseño de ampliación de la carretera existente aprovecha en toda su longitud el trazado original de la carretera. Pero introduciendo mejoras al trazado, evitando en lo posible se produzcan afectaciones a las propiedades aledañas a la vía.



La alineación horizontal se proporcionó de tal manera que se adapte al trazado existente, propiciando de esta manera una disminución en el impacto de las actividades de movimiento de tierra. En general prevalecen curvas amplias con radio mínimo de 229 m, radios de curva máximo de 358 m para la implementación de curvas con espirales de transición.

Para el proceso constructivo, el replanteo del Eje Proyectado se realizará a partir de la localización de los puntos de la línea base que se establecieron durante los trabajos de campo de la carretera en el proceso de Estudios Topográficos.

Se aplicará el método de replanteo desde la Línea Base establecida, utilizando la metodología de cálculo por coordenadas, anteriormente descrita, cuyos puntos al igual que los del Eje cuentan con sus respectivas coordenadas Tridimensionales que se muestran en los planos planta-perfil.

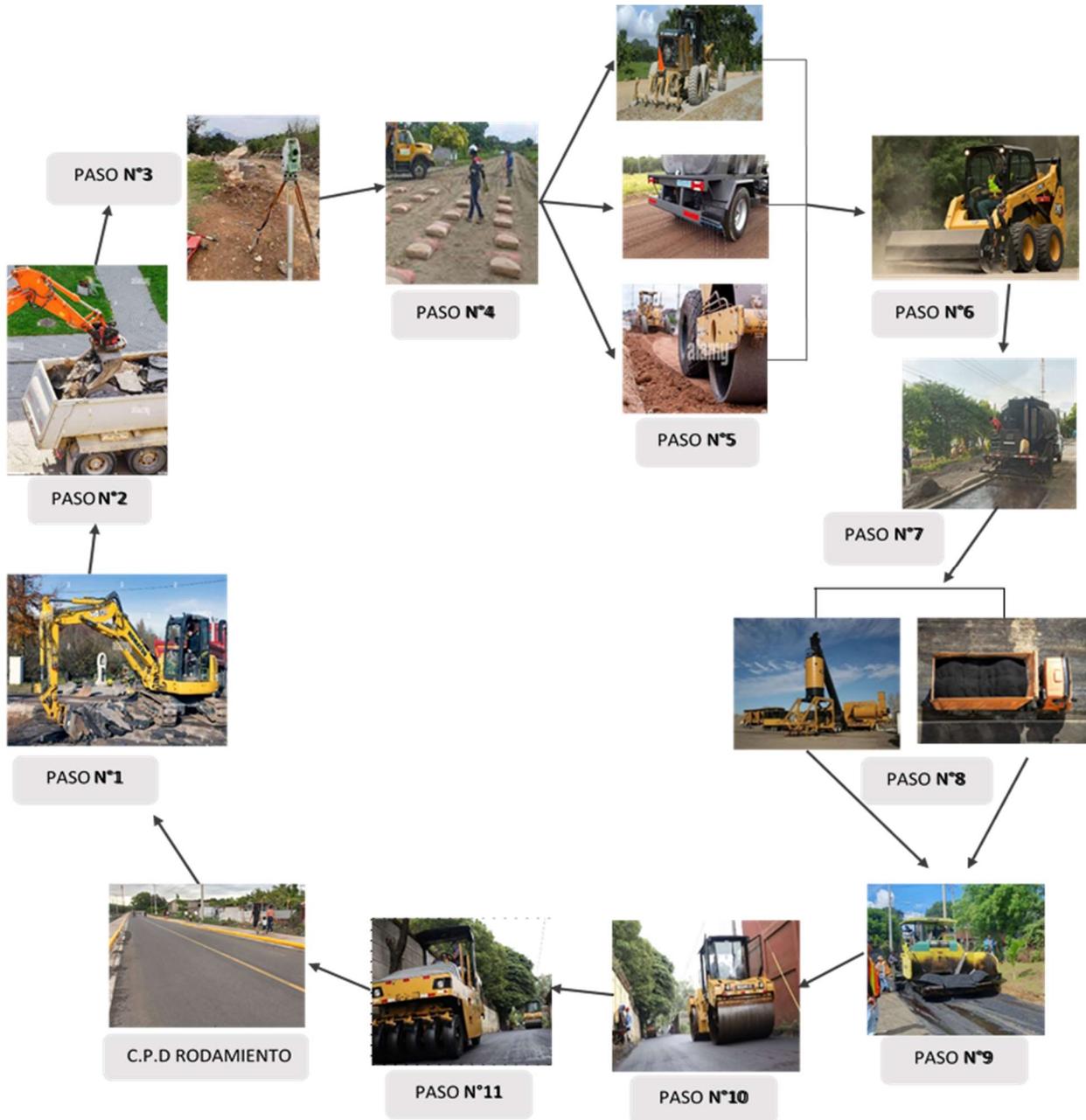
En general se trató de aprovechar en lo posible el pavimento existente. Sin embargo, las mejoras introducidas en el diseño hidráulico, como es el incremento de la capacidad hidráulica de las obras de drenaje existente, fueron determinantes para introducir incrementos en los niveles de rasante.

Se estableció una pendiente longitudinal máxima equivalente al 10% y una pendiente mínima de 0.5%, en el sub tramo predominan pendientes mínimas que en algunos casos llega a ser 0% y en pocos casos hasta 5.96%. La velocidad de diseño en zonas rurales es de 80 km/hora, en zonas urbanas 40 km/hora⁹.

⁹ Alcaldía Municipal de Tipitapa

3.3 Diagrama Metodológico

Figura 14. Proceso Constructivo de la Carpeta de Rodamiento





PASO N°1:

Remoción de capa asfáltica existente: Como primera actividad del proceso constructivo del recarpeteo, se procede a remover la capa asfáltica hasta llegar a la capa base, este proceso se logra con la ayuda de una maquina amarilla esta puede ser una excavadora o una retroexcavadora.

PASO N°2:

Desalojo: Con la ayuda de uno o más camiones volquete que tenga capacidad la tina de 12 mts³ se traslada el material asfaltico a un botadero estipulado por el contratista y la supervisión, dejando el área libre de escombros o materia que pueda contaminar la capa base.

PASO N°3:

Trazo y nivelación con equipo topográfico: Mediante los datos geométricos el topógrafo ayudado con 2 auxiliares coloca (estaca o pie de amigo) a lo largo del tramo señalizando el trazo por donde es el ancho de la carretera con su nivelación, pendiente y bombeo requerido.

PASO N°4:

Ecolocación de aditivo (cemento): Una vez limpio el tramo a intervenir se procede a colocar de manera transversal 3 bolsas de cemento por cada 12 metros, una vez extendido se procede a extraer o separar el cemento de la bolsa para su siguiente procesamiento.



PASO N°5:

Estabilización de capa base con cemento: Extendido el cemento sobre el tramo a procesar se escarifica 10 a 20 cm con la motoniveladora, una vez escarificado se procede a combinar el material granular con el cemento llevándolo al nivel definido por el diseño geométrico. Luego se verifica la humedad óptima para proceder a la compactación hasta llegar a la densidad necesaria.

PASO N°6:

Limpieza sobre la capa base: Una vez estabilizada la capa base la cual se colocará la capa con mezcla asfáltica se procede a realizar un barrido con la maquina llamada mini cargador, eliminando el polvo y escombros en toda el área.

PASO N°7:

Imprimación: Con la ayuda de un camión cisterna el cual consta de una cisterna de calentamiento óptimo para mantener el ligantes asfáltico a una temperatura de 120° a 160°, el cual se extenderá sobre la capa base para afirmar la adherencia de la capa asfáltica.

El ángulo de aspersión de los agujeros debe establecerse adecuadamente, generalmente entre 15° y 30° desde el eje horizontal de la barra de aspersión, de modo que los flujos individuales no interfieran entre sí o se mezclen

PASO N°8:

Fabricación y trasportación de mezcla asfáltica: De manera continua hasta llegar al volumen requerido de mezcla asfáltica para intervenir el tramo a recarpetear,



son combinado, calentado y secado con asfalto los diferentes agregados en la planta asfáltica para obtener mezcla asfáltica en caliente. Para ser trasladado por medio de camiones volquete los cuales deben de estar equipados con escotillas para verter el asfalto, manteniendo la temperatura necesaria para garantizar la correcta aplicación del asfalto.

PASO N°9:

Colocación de mezcla asfáltica: El siguiente proceso consta de extender la mezcla asfáltica sobre el tramo, esto se logra con la maquina “Finisher” o tren pavimentador, cual a su vez va dando el espesor, alineamiento, pendiente y ancho específico.

PASO N10:

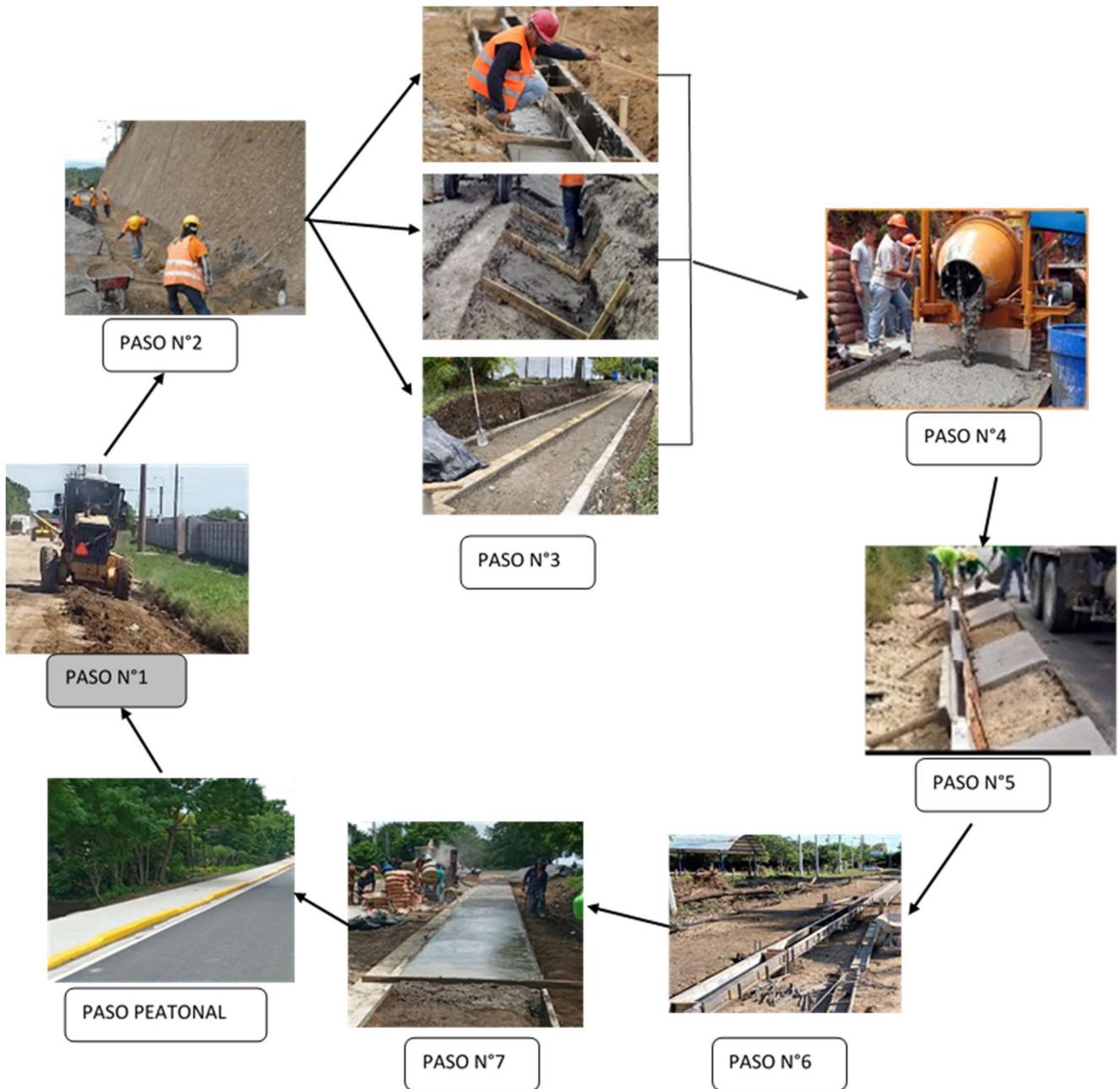
Compactación con la maquina doble rodo metálico: Este proceso de compactación se hace una vez extendida la mezcla asfáltica por el finisher logrando una superficie de calzada uniforme y resistente al desgaste vehicular.

PASO N°11:

Compactación con la máquina de rodos neumáticos: Este proceso es la etapa final la cual costa con diferente número de pasada por la maquina sobre el tramo dándole el sellado y la compresión necesaria para el tráfico estipulado.

Capa de Rodamiento: Luego de haber finalizado todo el proceso debemos de dejar que el material tome rigidez durante unas horas para que el trafico circule.

Figura 15. Proceso Constructivo de Obras Menores





PASO N°1:

Descapoté y limpieza: Para el inicio de este proceso se debe de despejar el área de maleza y escombros, este proceso se realiza con una motoniveladora la cual perfila y nivela el terreno de acuerdo a los planos técnicos de cunetas, bordillo y andenes.

PASO N°2:

Conformación y compactación: De manera técnica y apoyada con mano de obra se perfila y se nivela el área donde la máquina no alcanza a realizar dicho proceso de manera seguida con la ayuda de la Brinquina se procede a la compactación del área donde se construirá la cuneta y andenes peatonales.

PASO N°3:

Formaleteo: Una vez compactado el terreno, la primera actividad de construcción será el bordillo trazando el área longitudinalmente y con la pendiente se procede a escavar 15 cm de profundidad, seguido se coloca par de caja de perling para dar el alto y ancho del bordillo.

Seguido como siguiente actividad teniendo compactada el área de las cunetas se procede a colocar regletas de madera cada metro esto con el propósito de llenar 1 tramo de por medio facilitando el acabado de la cuneta y facilitando la desencofrada de ella misma.

PASO N°4:

Fabricación de concreto: El proceso de fabricación de concreto de 3,000 psi, se realiza en el sitio de llenado con la ayuda de una batidora manual con una porción continua hasta llegar a los metros requerido de concreto de 1:2:3, es consta con una bolsa de cemento, 2 cubeta de arena y 3 cubeta de piedrín.

PASO N°4,5,6:

Fundición y Acabado: En el proceso de chorrea de concreto se aplica vibración con un vibrador eléctrico de sonda, seguido del acabado, el albañil se apoya con un codal de aluminio o madera dándole la textura y el acabado a la cuneta, bordillo y andenes¹⁰.

Figura 16. Desviación Vehicular



¹⁰ Elaboración Propia

3.3.1 Procedimiento de análisis

Estructura del Carretera – Obras Mayores

Para determinar el espesor de la capa de rodamiento se utilizará las ecuaciones de la guía AASHTO la cual requiere los datos estudiados del lugar, con ayuda de la herramienta Excel haremos los análisis necesarios para determinar la carpeta de rodamiento, es importante conocer los datos del CBR, MR para poder calcular el SN el cual nos darán los espesores mediante otras fórmulas de la guía.

Figura 17. Tabla de Espesores del Pavimento

PENDIENTES DE TALUDES

EN TERRAPLÉN		EN CORTE	
H < 1.50	T = 3.0	EN ROCA SANA	C = 0 a 0.50
1.50 < H < 3.00	T = 2.0	EN TIERRA COMPACTA	C = 1
H > 3.00	T = 1.5	EN TIERRA MENOS COMPACTA	C = 1.25 a 2.00

TABLA DE ESPESORES DE MATERIALES SIN APROVECHAMIENTO

DESCRIPCIÓN	①	②	③	④	⑤
TRAMO I	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (21 kg/cm ²) RODAMIENTO (cm)	BASE DE AGREGADOS TRITURADOS ESTABILIZADOS CON CEMENTO (cm)	SUB-BASE DE AGREGADOS GRANULARES NATURALES, CBR<math>35\%	TERRACERIA MEJORADA CON MAT. PRESTAMO, CBR<math>20\%	TERRACERIA (cm)
	10	20	15	30	VARIABLE

El análisis vehicular adquirido por fuentes externas nos dice que el Esal's del sitio es de 1,350,000.00 para 20 años, utilizando este dato y los mostrados en la tabla de diseño de espesores determinamos que la carpeta de rodamiento tendrá un espesor de 4 pulgadas de asfalto en caliente modificado con polímero, con especificaciones AC-30 mientras que la capa base tendrá un espesor de 8 pulgadas con relleno de suelo cemento y compactado para la capa sub base serán 6 pulgadas de agregados naturales (Material Selecto) como lo muestra la imagen siguiente¹¹:

¹¹ Elaboración Propia

TABLA 5. DISEÑO DE ESPEORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE

DATOS		
R =	90	%
Zr =	-1.282	
SO =	0.49	
ESALs	1,35X10E6	1,350,000.00
W18 =	1,350,000.00	
W18 SNReq	1,359,925.00	APP
Pso =	4.5	
Pst =	2.5	
ΔPSI =	2	
ESCALIFICACION	12	PULGADAS

MATERIAL	MR (PSI)	ai	mi	SN DE DISEÑO	
Concreto Asfaltico	450,000	0.44			
Sub Base Granular	15,000	0.11	0.8	SN2	2.802
Capa Base de Grava	30,000	0.14	0.8	SN3	2.164
Sub Rasante	11,044			SN1	3.132

D1	7.118181818	ESPESOR	4	PULGADAS
SN1	3.132	≥	SN1	1.760

OK

D2	3.61	ESPESOR	8	PULGADAS
			SN2	0.896

D3	1.66	ESPESOR	6	PULGADAS
			SN3	0.528

SNT - CALCULADO			3.1840	
-----------------	--	--	--------	--

SNTc	3.184	≥	SNd	3.132
------	-------	---	-----	-------

OK

W18	6.1303338	<	W18	6.1335150
-----	-----------	---	-----	-----------

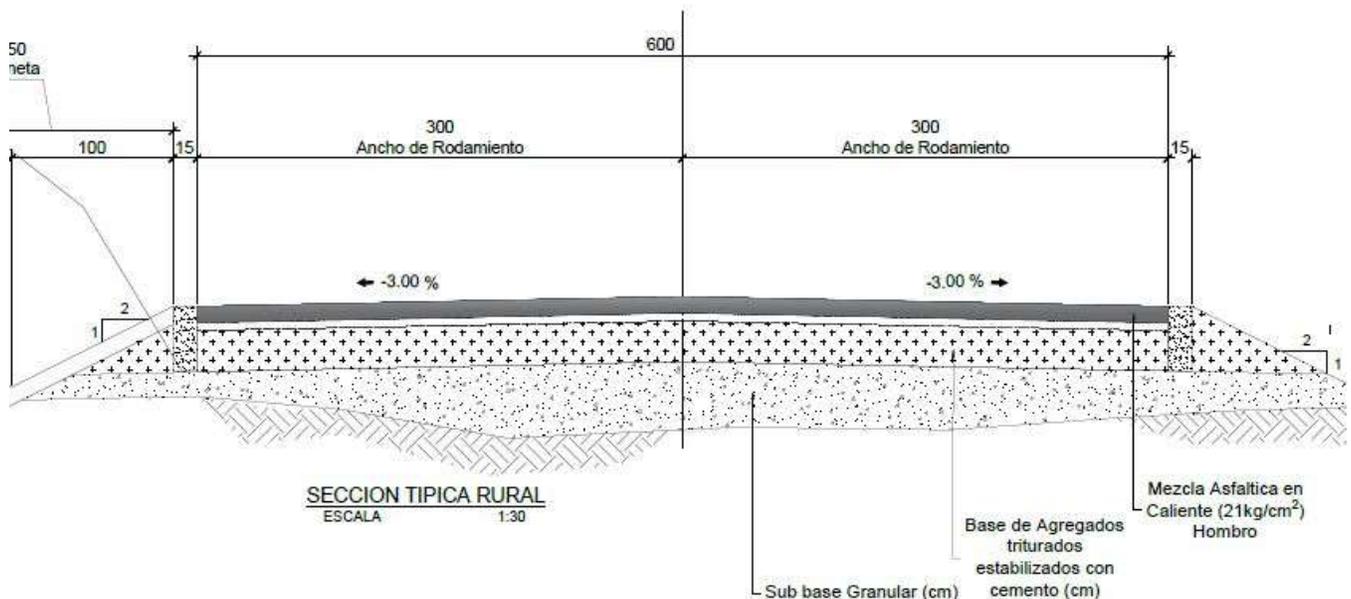
OK

Fuente: Elaboración propia

Tendrá dos carriles de 3 metros de ancho por carril de material asfáltico teniendo una pendiente o bombeo del 3% del centro de la vía hacia las cunetas, con bordillos de 15 cm de espesor de concreto hidráulico con una resistencia de 3000 psi de igual manera los andenes peatonales de 1.35 metros de ancho están compuestos de concreto hidráulico de 3000 psi, en las zonas rurales se colocarán canales trapezoidales mientras que en los lugares urbanos se ubicarán caites.

Su estructura está compuesta de 10 cm de espesor de concreto asfáltico en caliente de 21 kg/cm², para la capa base de 20 cm estabilizada con suelo cemento y compactada en seco, mientras que en la capa sub base de 15 cm estará compactada con material selecto.

Figura 18. Estructura de Carretera



Fuente: Elaboración Propia

Estructura de Canales – Obras Menores

El estudio de la cuenca hidrográfica de la alcaldía en el informe se determinó que durante las lluvias el caudal que pasa por el lugar afectara a la capa de rodamiento socavando el subsuelo debido a eso se diseñaron canales y caites para agilizar el paso del agua. Se estableció que los volúmenes de caudales de $3.9 \text{ m}^3/\text{s}$ por lo tanto se propuso dimensiones al canal para conducir el caudal de diseño y garantizar la eficiencia hidráulica dado la ubicación y trayectoria de la carretera utilizaremos un canal pluvial de forma trapezoidal, obteniendo los siguientes resultados.

Figura 19. Diseño del Canal Trapezoidal

Lugar:	<input type="text" value="TIPITAPA"/>	Proyecto:	<input type="text" value="RECARPETO ASFALTICO"/>
Tramo:	<input type="text" value="AS CALIENTES- CIUDELA"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="CONCRETO"/>

Datos:	
Tirante (y) :	<input type="text" value="0.50"/> m
Ancho de solera (b) :	<input type="text" value="0.0"/> m
Talud (Z) :	<input type="text" value="1.5"/>
Coefficiente de rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.014"/>
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.2"/> m/m

Resultados:			
Caudal (Q) :	<input type="text" value="4.2054"/> m ³ /s	Velocidad (v) :	<input type="text" value="11.2145"/> m/s
Area hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.3750"/> m ²	Perímetro (p) :	<input type="text" value="1.8028"/> m
Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.2080"/> m	Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="1.5000"/> m
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="7.1610"/>	Energía específica (E) :	<input type="text" value="6.9100"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

Activar W
Ve a Configu

Lugar:	TIPITAPA	Proyecto:	RECARPETEO ASFÁLTICO
Tramo:	AGUAS CAL. - CIUADELA	Revestimiento:	CONCRETO

Datos:

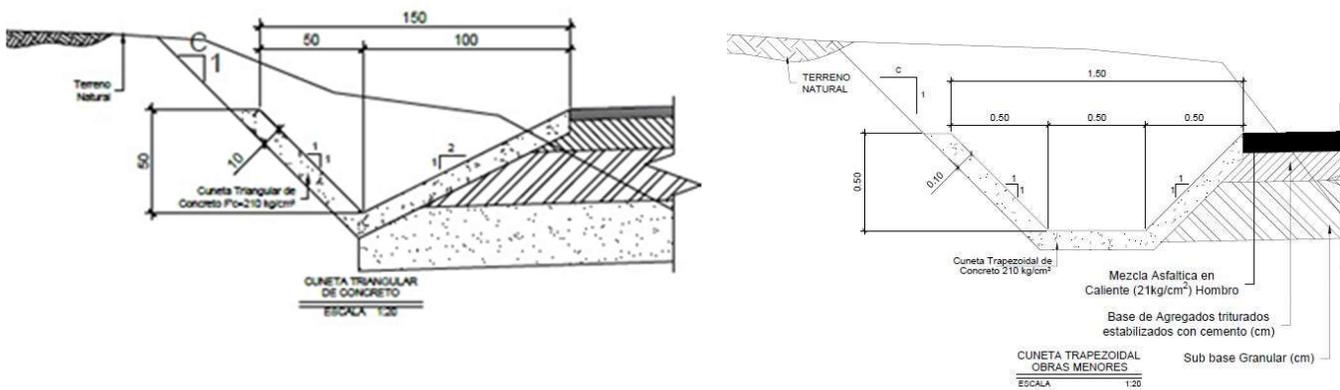
Tirante (y) :	0.50	m
Ancho de solera (b) :	0.50	m
Talud (Z) :	1	
Coefficiente de rugosidad (n) :	0.014	
Pendiente (S) :	0.2	m/m

Resultados:

Caudal (Q) :	6.5264	m ³ /s	Velocidad (v) :	13.0529	m/s
Area hidráulica (A) :	0.5000	m ²	Perímetro (p) :	1.9142	m
Radio hidráulico (R) :	0.2612	m	Espejo de agua (T) :	1.5000	m
Número de Froude (F) :	7.2183		Energía específica (E) :	9.1839	m-Kg/Kg
Tipo de flujo :	Subcrítico				

Fuente: Elaboración Propia

Figura 20. Plano del Canal Trapezoidal – Obras Menores



Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Metodología Básica

Fallas en pavimentos asfálticos y Propuesta de Reparación

El deterioro de los pavimentos produce fallas, las cuales reducen la capacidad de servicio. Estas se presentan debido al desgaste natural de la superficie de rodamiento o de las capas que conforman la estructura de los mismos.

Sus causas son variadas, suelen ser comúnmente por la repetición de carga-descarga, clima, humedad, baja calidad de los materiales, diseño deficiente, por mencionar algunos.

Visualmente podemos determinar que las principales afectaciones de la vía fueron grietas por fatiga, grietas longitudinales y falla por bache abierto afectando a lo largo del tramo esto también tomando en cuenta que una de las principales causas es tipo de vehículos pesados, que hace algunos años no transitaban por esta zona a continuación detallaremos los diferentes problemas ya antes mencionados.

Grietas por fatiga en pavimento asfáltico

Son fisuras interconectadas con patrones irregulares, comúnmente observados en donde las cargas son de mayor intensidad o los esfuerzos por cortante son frecuentes (aceleración desaceleración de los vehículos).

Las causas frecuentes de esta falla son:

- Espesor de estructura insuficiente para las cargas a las que se es sometida
- Oxidación o envejecimiento

- Deficiencia en la compactación de alguna de las capas, incluida la carpeta asfáltica.
- Mezcla asfáltica demasiado flexible
- Drenaje deficiente

Figura 21. Grieta por Fatiga en Pavimento Asfalto Flexible



Grietas longitudinales y/o transversales

Ambas se presentan por la incapacidad de la carpeta (o alguno de los materiales de la estructura) para soportar los esfuerzos de tensión; en caso de presentarse en zonas de alta carga pueden ser síntoma de fatiga en alguna de las capas de la estructura, otros de los factores que producen la aparición de estas fisuras son:

- Exceso de Filler, lo cual rigidiza la mezcla asfáltica
- Diferencias de temperatura mayor a 25 ° C
- Falla de la estructura
- Deficiente o nulo riego de liga
- Zona de transición de corte a terraplén o de terraplén a corte

Figura 22. Grietas longitudinales y/o transversales



Fuente: Elaboración Propia

Falla por bache abierto

Debido a mezclas pobres en los pavimentos o la incapacidad de alguna de las capas para soportar las cargas, se generan socavamiento. Éstos incrementan su tamaño rápidamente con las lluvias.

Figura 23. Baches en Pavimento Flexible



El análisis visual determina que las afectaciones son de consideración mayores y se requiere un cambio en toda la estructura del pavimento, las cargas que soporta el pavimento existente son excesivas a diferencia de algunos años, se debe considerar que el ESAL'S supero los alcances ya estimulados en los estudios anteriores por lo cual se debe realizar un nuevo Aforo. Los datos geológicos dictaminan que el material asfáltico en caliente es el más adecuado para esta zona debido a los cambios de temperatura del sitio, a la humedad expuesta entre otros factores.

3.3.3 Programación

Es la parte principal de cualquier proyecto, ya que nos indica el periodo de tiempo que se necesita para completarla obra, para solicitar las maquinarias, mano de obra y materiales a utilizar así poder dar un día exacto para el término del proyecto.

Este proyecto tendrá como duración 120 días avilés, Iniciando labores a mitad del mes de enero y concluyendo a mitad de mayo, se trabajará los sábados hasta medio día, el personal y maquinaria que solicitará según lo requieran el cronograma.

TABLA 6. PROGRACIÓN DE MAQUINARIAS Y PERSONAL

Programación de Actividades para 1500 mts de recarpeteo						
	Actividades	Mes				
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	PRELIMINARES					
10	Limpieza Inicial	—				
20	Trazo y nivelación con equipo de Topografía (Incluye cuadrilla completa)	—				
30	Movilización y desmovilización de equipos. Considerando como punto de referencia el edificio de la Alcaldía Municipal.		—			
40	Demolición de cunetas de concreto tipo caíte, para la evacuación de agua hacia caja puente existente. Incluye desalojo de escombros.		—			
60	Reten para desvío provisional de vehículos. Utilizar vallas metálicas de 3.5m x 1.30m, con forro de lámina lisa y reflectores (Incluye pintura anticorrosiva color amarillo).		—	—	—	—
100	MOVIMIENTO DE TIERRA					
110	Abra y destronque (Limpieza del derecho de vía). Incluye tala y desalojo de árboles existentes en la estación desde la estación 0+ 000 hasta la estación 0 + 210 Excavación sobre la vía (Material reutilizable)		—			
120	Excavación sobre la vía (Material reutilizable)		—			
130	Terraplen con material de excavacion en la vía		—			

Fuente: Elaboración Propia

Solo se mostraron las primeras 2 etapas, ver información completa en el Anexo 1



CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Cantidad de Personal

Para la ejecución de este proyecto se utilizó en su totalidad la cantidad de 67 personas esto según lo requiera el proyecto, para el avance de 300 metros Lineales se requieren 21 personas claves del proyecto entre ellos son oficiales, ayudantes, topógrafos, entre otras ocupaciones para un periodo de 120 días avilés.

Cuadrilla 1: 2 oficial de albañilería + 4 ayudantes

Actividades: Formaletas de Andenes, cunetas y bordillos.

Cuadrilla 2: 2 oficial de albañilería + 2 ayudantes

Actividades: Acabados, obras de drenaje menor, etc.

Cuadrilla 3: 2 topógrafos + 4 ayudantes

Actividades: Levantamiento Topográfico, Trazo y nivelación de Terreno.

Cuadrilla 4: 5 Ayudantes

Actividades: Carga, descarga y acarreo de materiales, limpieza, curados, etc.

Este personal no es el único, que existe en el proyecto, pero siendo el más necesario para poder desarrollar la obra, siendo personas claves del proyecto. En el campo de la construcción se forman las que llámanos cuadrillas que son grupos de trabajos.

TABLA 7. LISTA DE PERSONAL EN LA OBRA

PERSONAL DESTINADO AL PROYECTO	U/M	CANTIDAD
PERSONAL CLAVE DEL PROYECTO		
Gerente de Proyecto	und.	1
Ing. Supervisor	und.	2
Ing. Residente del proyecto.	und.	4
Maestro de obras	und.	2
Ayudantes	und.	15
Oficiales	und.	5
Operador de cisterna	und.	1
Operador de Motoniveladora	und.	1
Operador de excavadora	und.	1
Operador de excavadora	und.	1
Operador de compactadora de Neumático	und.	2
Operador de compactadora	und.	2
Chofer de camión de Imprimación	und.	3
Operador de Finisher	und.	3
PERSONAL NO CLAVE DEL PROYECTO		
Bodeguero	und.	2
Cuadrillas de topografía (Por Etapas)	und.	2
Dibujante y calculista	und.	2
Fiscal administrador de Construcción	und.	1
Cuadrillas de Pintores	und.	4
Chofer de camión Volquete	und.	5
Operador de equipos	und.	5
Total de Personal		64

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Tipo de Maquinarias

TABLA 8. MAQUINARIAS UTILIZADAS EN RECARPETEO

TIPOS DE MAQUINARIAS	U/M	CANTIDAD	\$ X HR
MAQUINARIA PESADA			
Motoniveladora	und.	2	75
Camión Volquete de 12 m ³	und.	3	40
Excavadora 320 GC	und.	2	65
Retroexcavadora Pivote Central 416	und.	2	85
Compactadora de Neumáticos PS150C	und.	1	50
Compactadora de Asfalto Tándem CB534D	und.	1	50
Compactadora de Suelo Vibratorio CS11GC	und.	2	50
Finisher AP655D	und.	1	250
Camión Cisterna de Agua	und.	2	110
Camión de Riego Emulsionado	und.	1	150
Góndolas de 20 m ³	und.	3	60
MAQUINARIA MANUAL			\$ X DIA
Mezcladora de Concreto Manual (Trompo)	und.	2	15
Vibrador para Concreto	und.	2	3
Soplete Grande	und.	2	5
Mini Tanque de Agua	und.	2	10
Compactadora Manual (Brinquina)	und.	2	7

Fuente: Elaboración Propia

Las maquinarias son elementos primordiales en la construcción esto nos garantiza una mejor eficiencia, en nuestro proyecto.



Las carreteras elaboradas de asfalto necesitan equipos especiales para su manejo a diferencia del concreto hidráulico. Las maquinas al igual que el personal se agrupan para formar módulos de trabajo que están compuestos por 1 elemento de cada máquina, es decir:

Módulo 1: 1 Motoniveladora, 1 volquete, 1 Retroexcavadora, 1 cisterna, 1 compactadora.

Actividad: Sub rasante, base, Sub base.

Módulo 2: 1 Motoniveladora, 1 volquete, 1 Retroexcavadora, 1 cisterna, 1 compactadora.

Actividad: Sub rasante, base, Sub base.

Módulo 3: 1 Finisher, Compactadora de neumáticos, Compactadora de rodo, 1 cisterna de emulsión, 3 Góndolas.

Actividad: Capa de rodamiento

Módulo 4: 2 Excavadoras, 2 Volquete.

Actividad: Descapotado de asfalto viejo, limpieza de los escombros.

Las maquinarias Manuales se utilizan en determinados puntos del proyecto, de igual forma son necesarias para un mejor acabado. Su precio se cobra por días a diferencia de la maquinaria pesada que su valor es por hora.

4.3 Cantidades de Obras

Las cantidades de obras están basadas a la interpretación de planos y presupuesto, esta cuenta con cinco etapas para finalizar el proyecto.

TABLA 9. CANTIDADES DE OBRAS EN PROYECTO

CANTIDADES DE OBRAS					
	Descripción	U.M	Cantidad	Unitario Directo (C\$)	Total Directos (C\$)
0	PRELIMINARES				
10	Limpieza Inicial	M2	14,352.00	24.11	346,026.72
20	Trazo y nivelación con equipo de Topografía (Incluye cuadrilla completa)	M2	14,352.00	19.68	282,447.36
30	Movilización y desmovilización de equipos. Considerando como punto de referencia el edificio de la Alcaldía Municipal.	Glb	3.00	28,500.00	28,500.00
40	Demolición de cunetas de concreto tipo caite, para la evacuación de agua hacia caja puente existente. Incluye desalojo de escombros.	MI	900.00	120.00	108,000.00
60	Reten para desvío provisional de vehículos. Utilizar vallas metálicas de 3.5m x 1.30m, con forro de lámina lisa y reflectores (Incluye pintura anticorrosiva color amarillo).	C/U	6.00	12,500.00	75,000.00
100	MOVIMIENTO DE TIERRA				
110	Abra y destronque (Limpieza del derecho de vía). Incluye tala y desalojo de árboles existentes en la estación desde la estación 0+ 000 hasta la estación 0 + 210 Excavación sobre la vía (Material reutilizable)	Ha	1.44	35,838.00	51,606.72
120	Excavación sobre la vía (Material reutilizable)	M3	451.53	450.00	203,188.50
130	Terraplén con material de excavación en la vía	M3	361.20	320.00	115,584.00

Fuente: Elaboración Propia

Solo se mostraron las primeras 2 etapas, ver información completa en el Anexo 2.

4.4 Presupuesto de la Obra

Lista de precios y cantidad de los principales materiales utilizados para la elaboración de obras menores y recarpeteo, sin incluir el precio de la mano de obra, de las maquinarias y entre otros. Para el cálculo de los precios unitarios se tomó como referencia las ventas de materiales más importantes y eficientes del país de igual forma él se utilizó la cantidad de obras y los costos unitarios obtenidos de las normativas de construcción del FISE.

TABLA 10. LISTADO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

LISTA DE PRECIOS Y CANTIDAD DE MATERIALES PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA RECARPETEO Y OBRAS MENORES					
N°	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO TOTAL C\$
00	Obras Menores				
01	Acero Corrugado G-40, # 4	QQ	2	3,200.00	6,400.00
02	Acero de Estribo G-40, 1/4"	QQ	1	2,565.00	2,565.00
03	Formaleta tipo C Acero 6"	ML	300	1,600.00	480,000.00
04	Cemento Portland Holcim	Bolsa	5,553	393.76	2,186,726.47
05	Arena	M3	397	600.00	238,392.00
06	Grava	M3	623	850.00	529,609.50
07	Material Selecto	M3	270	580.00	156,600.00
00	Recarpeteo				
01	Cemento Portland Holcim	Bolsa	3,000	393.76	1,181,280.00
02	Material Selecto	M3	2,250	580.00	1,305,000.00
03	Material Asfaltico	M3	900	350.00	315,000.00
04	Emulsión liquida	Galón	2,406.66	278.00	669,051.48
05	Pintura Amarilla	Galón	117	9,560.00	1,118,520.00
06	Material Cero	M3	1,200	800.00	960,000.00
	Total				9,149,144.5

Fuente: Elaboración Propia



CAPITULO V: CONCLUSIONES

Después de ser analizada y procesada la información obtenida para el desarrollo de este trabajo se presentan las siguientes conclusiones:

El asfalto existente se deterioró con el paso del tiempo debido al aumentó vehicular que provoca que la estructura de pavimento sea sometida a las diferentes cargas axiales, ocasionando daños a la infraestructura como baches, fisuras, entre otras patologías.

Por las fuertes afectaciones se determinó remover toda la capa de rodamiento asfáltica existente y colocar una nueva con espesores que soporten el tránsito actual para esto se utilizó el dato ESAL'S de 1,350,000.00 proporcionado por la Alcaldía Municipal de Tipitapa.

La capa de rodamiento que utilizaremos será de asfalto en caliente con especificaciones técnicas AC-30 que generalmente son la más utilizadas en el país.

Se colocarán caites y canales en forma trapezoidal, esto con el objetivo de proteger nuestra estructura vial de igual forma ayudara a circular el caudal de las zonas rural y urbanas.

Se elaboró el presupuestó de la obras mayores y menores con el costo total de C\$ 25,316,232.95 el cual incluye los manos de obra, materiales y maquinaria que se requieren en la obra.

Se realizarán las actividades según el orden cronológico, con el que podemos determinar las actividades esenciales mediante el cual solicitar los equipo, materiales y personal a utilizar.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

Se recomienda que se realice un mantenimiento vial, cada 5 años para evitar que el asfalto sufra cualquier patología ya que su vida útil esta diseñara para 15 años, de igual forma debe realizarse un rediseño de las obras mayores de drenaje que existen en el lugar.

Se recomienda poner señales de tránsito en toda la vía, también colocar reductores de velocidad en los tramos con pendientes pronunciadas en zonas urbanas ya se encuentran niños y personas mayores en sus alrededores.

Se recomienda que el ingeniero supervisor y/o residente permanezca en el lugar del proyecto para así llevar un control de calidad en las diferentes etapas, de igual forma utilizar los instrumentos de medición y realizar las pruebas de compactación, temperatura del asfalto.

Se recomienda utilizar ayudantes de las cercanías del lugar ya que esto facilitara en los gastos de transporte y los horarios extras que se tengan que realizar esto excepcionado el personal especial.

Se recomienda aplicar la capa de rodamiento en horas nocturnas ya que el trafico disminuye esto permite el mejor avance, de igual forma la temperatura ambiente es más confortable para los ayudantes de la aplicación del material.

Se recomienda mejorar la ruta alterna durante el proceso constructivo, que conectar la ruta ciudadela – carretera Norte. De igual forma trabajar durante horas nocturnas para un mejor desarrollo del tráfico.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (1993). **“Guide for design of Pavement structures”** Washington DC, EUA.
- Fondo Monetario de Inversión (2015) **“Catalogo de Etapas y Sub etapas”** Managua, Nicaragua.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (2019) **“Especificaciones Generales para La Construcción”** Managua, Nicaragua.
- MTI – Departamento de Planificación Vial (2018) **“Red vial de Nicaragua 2022”** Managua, Nicaragua.
- NTON **“Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense”** - NTON 12 006-11
- FISE – **“Fondo de Inversión Social De Emergencia Abril del 2022”** – Managua, Nicaragua.
- Rico A. y Del Castillo H. (2006). **“La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Volumen 2”**, Editorial Limusa, México DF.
- Cal R. y Cárdenas J. (2007). **“Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones”**, octava edición, Editorial Alfaomega, México DF.

ANEXOS

Anexo 1: Programación de Personal y Maquinaria

Programación de Actividades para 1500 mts de recarpeteo						
	Actividades	Mes				
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0	PRELIMINARES					
10	Limpieza Inicial	—				
20	Trazo y nivelación con equipo de Topografía (Incluye cuadrilla completa)	—				
30	Movilización y desmovilización de equipos. Considerando como punto de referencia el edificio de la Alcaldía Municipal.		—			
40	Demolición de cunetas de concreto tipo caite, para la evacuación de agua hacia caja puente existente. Incluye desalojo de escombros.		—			
60	Reten para desvío provisional de vehículos. Utilizar vallas metálicas de 3.5m x 1.30m, con forro de lámina lisa y reflectores (Incluye pintura anticorrosiva color amarillo).	—	—	—	—	—
100	MOVIMIENTO DE TIERRA					
110	Abra y destronque (Limpieza del derecho de vía). Incluye tala y desalojo de árboles existentes en la estación desde la estación 0+ 000 hasta la estación 0 + 210 Excavación sobre la vía (Material reutilizable)	—				
120	Excavación sobre la vía (Material reutilizable)		—			
130	Terraplen con material de excavacion en la vía		—			
200	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
210	Base estabilizada con selecto-cemento en proporción 1.5 qq/m ³ . Incluye nivelación, conformación y compactación de capa de 20 cm.		—	—		
220	Sub-base de agregados granulares naturales, CBR 40%. Incluye nivelación, conformación y compactación de capa de 15 cm. Proctor 90%.		—		—	
230	Imprimación con emulsión y acarreo hasta el sitio del proyecto		—	—	—	
250	Colocación de pavimento de concreto asfáltico en caliente, espesor de capa de 10 cm. Con temperatura 130°C. Proctor ≥ 95% y acarreo hasta el sitio del proyecto			—	—	—
400	OBRAS MENORES					
430	Construcción de cuneta urbana (Caite y bordillo), de concreto simple de 3,000 PSI con acabado integral. Incluye zanjeo, formaleta, fundición (Utilizar vibrador eléctrico de sonda), curado del concreto, repello y pintado de bordillo con pintura amarilla tipo tráfico. Ver detalle en plano		—	—		
440	Anden de concreto de 3,000 PSI hecho en mezcladora, sin refuerzo. Con espesor de 0.075m y viga de remate longitudinal de 0.20 m x 0.10 m. Ver detalle en plano. Incluye junta fría a cada 1.40 mts			—	—	
450	Anden de concreto de 3,000 PSI hecho en mezcladora, reforzado con doble parrilla de hierro No.4 @ 0.15m en A/D. Espesor de anden de 0.075m. Incluye formaletas. Ver detalle en plano.				—	
460	Línea discontinua de 10cm en el centro de la carpeta de rodamiento con pintura tipo tráfico. Aplicar con maquina compresora					—
470	Línea continua de 10cm en ambos lados del tramo con pintura tipo tráfico. Aplicar con maquina compresora					—
500	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA					
510	Limpieza final y entrega. Incluye desalojo de escombros					—

Anexo 2: Cantidad de Obra y Presupuesto a Detalle.

CANTIDADES DE OBRAS					
	Descripción	U.M	Cantidad	Unitario Directo (C\$)	Total Directos (C\$)
0	PRELIMINARES				
10	Limpieza Inicial	M2	14,352.00	24.11	346,026.72
20	Trazo y nivelación con equipo de Topografía (Incluye cuadrilla completa)	M2	14,352.00	19.68	282,447.36
30	Movilización y desmovilización de equipos. Considerando como punto de referencia el edificio de la Alcaldía Municipal.	Glb	3.00	28,500.00	28,500.00
40	Demolición de cunetas de concreto tipo caite, para la evacuación de agua hacia caja puente existente. Incluye desalojo de escombros.	MI	900.00	120.00	108,000.00
60	Reten para desvío provisional de vehículos. Utilizar vallas metálicas de 3.5m x 1.30m, con forro de lámina lisa y reflectores (Incluye pintura anticorrosiva color amarillo).	C/U	6.00	12,500.00	75,000.00
100	MOVIMIENTO DE TIERRA				
110	Abra y destronque (Limpieza del derecho de vía). Incluye tala y desalojo de árboles existentes en la estación desde la estación 0+ 000 hasta la estación 0 + 210 Excavación sobre la vía (Material reutilizable)	Ha	1.44	35,838.00	51,606.72
120	Excavación sobre la vía (Material reutilizable)	M3	451.53	450.00	203,188.50
130	Terraplén con material de excavación en la vía	M3	361.20	320.00	115,584.00



200 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
210	Base estabilizada con selecto-cemento en proporción 1.5 qq/m ³ . Incluye nivelación, conformación y compactación de capa de 20 cm.	M3	1,656.00	4,950.00	8,197,200.00
220	Sub-base de agregados granulares naturales, CBR 40%. Incluye nivelación, conformación y compactación de capa de 15 cm. Proctor 90%.	M3	1,242.00	3,850.00	4,781,700.00
230	Imprimación con emulsión y acarreo hasta el sitio del proyecto	Galón	2,406.66	278.00	669,051.48
250	Colocación de pavimento de concreto asfáltico en caliente, espesor de capa de 10 cm. Con temperatura 130°C. Proctor ≥ 95% y acarreo hasta el sitio del proyecto	M3	828.00	350.00	289,800.00
400 OBRAS MENORES					
430	Construcción de cuneta urbana (Caite y bordillo), de concreto simple de 3,000 PSI con acabado integral. Incluye zanqueo, formaleta, fundición (Utilizar vibrador eléctrico de sonda), curado del concreto, repello y pintado de bordillo con pintura amarilla tipo tráfico. Ver detalle en plano	MI	920.00	280.00	257,600.00
440	Anden de concreto de 3,000 PSI hecho en mezcladora, sin refuerzo. Con espesor de 0.075m y viga de remate longitudinal de 0.20 m x0.10 m. Ver detalle en plano. Incluye junta fría a cada 1.40 mts	M2	26.00	4,500.00	117,000.00
450	Anden de concreto de 3,000 PSI hecho en mezcladora, reforzado con doble parrilla de hierro No.4 @ 0.15m en A/D. Espesor de anden de 0.075m. Incluye formaletas. Ver detalle en plano.	M2	17.94	5,850.00	104,949.00



460	Línea discontinua de 10cm en el centro de la carpeta de rodamiento con pintura tipo tráfico. Aplicar con maquina compresora	MI	920.00	85.00	78,200.00
470	Línea continua de 10cm en ambos lados del tramo con pintura tipo tráfico. Aplicar con maquina compresora	MI	460.00	85.00	39,100.00
480	Construcción de Canal trapezoidal (forma v), de concreto simple de 3,000 PSI con acabado integral. Incluye zanjeo, formaleta, fundición (Utilizar vibrador eléctrico de sonda), curado del concreto y repello.	MI	2,000.00	765.00	1,530,000.00
500	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				
510	Limpieza final y entrega. Incluye desalojo de escombros	M2	14,352.00	18.00	258,336.00
CONCEPTOS					C\$
TOTAL DIRECTOS					17,533,289.78
INDIRECTOS					8% 1,402,663.18
ADMINISTRACION					3% 568,078.59
UTILIDAD					10% 1,950,403.16
SUB TOTAL					21,454,434.71
IVA (15%)					3,218,165.21
IM (1%)					214,544.35
IR (2%)					429,088.69
TOTAL (C\$)					25,316,232.95

Anexo 3: Planimetría del Lugar

