



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO Y DRENAJE MENOR
DE 565 METROS DE CALLES, DEL BARRIO RONALDO ARAUZ, UBICADO EN
EL MUNICIPIO DE ESTELÍ, POR EL MÉTODO DE LA AASHTO - 93**

Para optar al Título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. William Antonio Torrez Flores.

Br. Fausto Miguel Figueroa Rivera.

Br. Rigoberto Matute Benavides.

Tutor

Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón

Managua, octubre de 2020.

DEDICATORIA.

A DIOS.

Primeramente, al todo poderoso nuestro Dios que a lo largo de esta trayectoria él ha permanecido de manera constante a mi lado bendiciéndome con salud, inteligencia, fuerzas, ánimos y constancia, sin estas bendiciones principales nada hubiera sido posible, gracias señor.

A MIS FAMILIARES.

A mis padres por haberme formado como una persona de bien y animarme en cada momento a no retroceder y cumplirles su sueño de verme con este triunfo, a mis hermanos por brindarme su mano amiga en cada momento oportuno y así hacer posible superar cada obstáculo en el camino, por haber sido el motor de mis ánimos, a mi hija por ser mi fuente de inspiración y ser un ejemplo para ella y que así ella pueda seguir mis pasos para que sea una persona de bien aplicándose a los estudios.

A MIS COMPAÑEROS.

A mis compañeros de estudio porque con ellos he compartido cada momento de inicio a fin en este largo y duro camino, pero que con su ayuda y apoyo incondicional he logrado superar obstáculos, de ellos he aprendido cosas importantes como estudiante y como persona.

A MIS MAESTROS

Gracias a ellos he aprendido cada cosa en cada materia impartida, porque son personas que con esmero y entusiasmo llegan a compartirnos sus conocimientos para hacer posible que yo me haya formado en base a sus conocimientos.

William Antonio Torrez Flores.

DEDICATORIA.

A DIOS.

Es un maravilloso placer el poder culminar satisfactoriamente esta etapa dentro de mi carrera como estudiante, por ello quiero agradecer a la fuerza de mi inspiración, como es Dios; que es el que me impulsa a buscar y lograr mis sueños.

A MIS HIJOS.

Este proyecto se lo dedico a mis hijos ya que gracias a ellos que siempre están a mi lado apoyándome incondicionalmente con palabras motivadoras. Se lo dedico a ellos porque son personas que me han incentivado con sus frases a desafiar los retos y alcanzar mis metas, ya que este sueño es de mucha importancia para mí.

A MIS COMPAÑEROS.

Se los dedico porque son personas muy comprensivas, entusiastas, solidarios y sobre todo muy inteligentes. Cada uno de ellos poseen algo que los hace especial y diferentes, y se los dedico porque he aprendido mucho de ellos y estoy agradecido por todo lo que compartieron conmigo.

A MIS MAESTROS

Les dedico mi trabajo como símbolo de gratitud, respeto y admiración por la labor que a diario realizan, por compartir sus conocimientos con cada uno de nosotros, por la atención y el tiempo que nos brindan durante el ciclo de aprendizaje.

Fausto Miguel Figueroa Rivera.

DEDICATORIA.

Esta monografía está dedicada a Dios todo poderoso por darme el ánimo, las fuerzas, la sabiduría y el entendimiento porque sin el nada hubiera sido posible llegar a esa meta que era mis sueños terminar mis estudios.

También dedico a la alcaldía de Estelí y a mi jefe de área por darme esa oportunidad, de permitirme ese espacio de superarme a través de las enseñanzas de la construcción.

Dedico también a mi familia por darme ánimo en mi vida estudiantil porque sin ellos no tuviera valor para seguir adelante, también a todos mis maestros porque ellos son los que nos brindan todos los conocimientos que adquirimos hoy en día.

También tienen parte de esta dedicatoria mis amigos que me brindaron apoyo a través de sus experiencias y conocimientos y me decían seguir adelante termina tus estudios fueron palabras de ánimo que recibí y cultive en mi pensamiento porque creo que es lo mejor que alguien le pueda brindar a una persona.

Rigoberto Matute Benavides.

AGRADECIMIENTO.

Dedicamos nuestro trabajo monográfico a Dios por haber estado en nuestras vidas en todo momento, por brindarnos salud y bienestar para lograr nuestros objetivos, de igual manera por darnos sabiduría, su infinita bondad y amor. A nuestros padres por su esfuerzo, amor, empeño y apoyo incondicional a lo largo de toda nuestra preparación tanto personal como profesional. Por los ejemplos de constancia y perseverancia que los caracterizan. Sin duda alguna son los pilares más importantes en nuestras vidas. A nuestros hermanos/as y seres queridos que nos dan su apoyo incondicional día a día. A nuestros docentes por brindarnos su guía y sabiduría. Por promover el desarrollo de nuestra formación profesional, en especial a nuestro tutor Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón por guiarnos en el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN EJECUTIVO.

El presente trabajo monográfico, comprende todos los criterios y estudios técnicos necesarios para la realización de la monografía titulada: **“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO Y DRENAJE MENOR DE 565 METROS DE CALLES, DEL BARRIO RONALDO ARAUZ, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE ESTELÍ, POR EL MÉTODO DE LA AASHTO-93”**.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

Este capítulo abordará aspectos tales como: Introducción, Antecedentes, Justificación y Objetivos.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE TRÁFICO

Contempla el estudio de tránsito, obtenido mediante un aforo manual en el tramo carretera mediante el cual se conoce el volumen y composición vehicular, el cual aportará la información necesaria para el cálculo del ESAL's de diseño.

CAPÍTULO III: ESTUDIO DE SUELOS

En este capítulo se muestra el estudio de suelo realizado en el tramo de estudio, mostrando parámetros esenciales como la granulometría del suelo, el peso volumétrico, límites de Atterberg y CBR.

CAPITULO IV: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

En este capítulo se describirá el procedimiento realizado para obtener las coordenadas y elevaciones de los puntos de referencia en el tramo de estudio, los cuales serán de utilidad en la estimación de los costos de la obra en estudio.

CAPÍTULO V: ESTUDIO HIDROLÓGICO

Para el diseño hidráulico del drenaje menor en el tramo de estudio se requiere la estimación del caudal concurrente en el tramo de estudio. En este capítulo se muestra el procedimiento de cálculo hidrológico mediante el método racional.

CAPÍTULO VI: DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO ARTICULADO

En este capítulo se detalla el procedimiento de diseño, aplicando el método AASHTO-93, para el dimensionamiento de los espesores de pavimento, fundamentándose en el tráfico de diseño y el estudio de suelo realizado.

CAPÍTULO VII: COSTO Y PRESUPUESTO

En este capítulo mostramos el costo estimado que incluyen materiales y mano de obra, así como maquinarias y equipos necesarios para la ejecución del proyecto basándonos en el catálogo de etapas y sub etapas propuesto por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) en el mes de agosto del 2007.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se muestran las conclusiones obtenidas al desarrollar cada capítulo propuesto en este documento, de igual manera se reflejan las recomendaciones necesarias acorde a cada conclusión establecida.

ÍNDICE.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES	
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
1.5.1. Localización	5
1.5.2. Demografía.....	7
1.5.3. Clima	8
1.5.4. Geografía y geología	8
1.5.5. Socio economía	9
CAPÍTULO II. ESTUDIO DE TRÁFICO	
2.1. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).....	10
2.1.1. Aforo vehicular.....	10
2.1.2. Cálculo del TPDA	11
2.1.3. Tasas de crecimiento para proyección de tránsito.....	13
2.2. TRÁNSITO DE DISEÑO	20
2.2.1. Periodo de diseño.....	20
2.2.2. Proyección del tránsito	20
2.2.3. Factor de distribución por dirección.....	22
2.2.4. Factor de distribución por carril.....	22
2.2.5. Factor de crecimiento	23
2.2.6. Tránsito de diseño	23
2.2.7. Factor ESAL	24
CAPÍTULO III. ESTUDIO DE SUELOS	
3.1. TRABAJO DE CAMPO.....	26
3.1.1. Sondeos manuales	26
3.1.2. Resultados de ensayos	27
3.1.3. Pruebas de laboratorio	32
3.1.4. Bancos de materiales	32

3.1.5.	Estudio de laboratorio para bancos	32
3.1.6.	Consideraciones para elección del banco a utilizar	34
3.1.7.	Banco de materiales propuesto para la Capa Base.....	35
3.1.8.	Banco de materiales propuesto para la capa Sub-Base.....	36
3.1.9.	Elección de los de Bancos Préstamos a Utilizar para Base y Sub-base	37
3.1.10.	Determinación del CBR de diseño.....	38
3.1.11.	Identificación de la Sub-Rasante	39
CAPÍTULO IV. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		
4.1.	Generalidades.....	43
4.2.	Procedimiento	43
CAPÍTULO V. ESTUDIO HIDROLÓGICO		
5.1.	CÁLCULO HIDROLÓGICO.....	47
5.2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL (MÉTODO RACIONAL) .	48
5.2.1.	Período de Retorno	49
5.2.2.	Pendiente	49
5.2.3.	Coeficiente de Escorrentía	49
5.2.4.	Tiempo de Concentración.....	51
5.2.5.	Intensidad Duración Frecuencia	52
5.3.	DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS PROPUESTAS.....	53
5.3.1.	Coeficiente de Rugosidad.....	53
5.3.2.	Dimensionamiento de cunetas y vados	53
CAPÍTULO VI. DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO ARTICULADO		
6.1.	MÉTODO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE (AASHTO-93)..	55
6.1.1.	Serviciabilidad.....	55
6.1.2.	Confiabilidad (R).....	56
6.1.3.	Desviación estándar	57
6.1.4.	Módulo de Resiliencia de la sub rasante (MR)	57
6.1.5.	Coeficiente de drenaje.....	58
6.1.6.	Coeficientes de las capas estructurales	59
6.1.7.	Coeficiente estructural de la carpeta de rodamiento a1.....	59
6.1.8.	Coeficiente estructural para base a2	60
6.1.9.	Coeficiente estructural para sub- base a3	61

6.1.10. Números estructurales aportados y determinación de espesores	62
6.1.11. Determinación de números estructurales	62
6.1.12. Cálculo de espesores de pavimento	65
6.1.13. Uso del programa WinPAS	71
CAPÍTULO VII. COSTO Y PRESUPUESTO.....	
7.1. ESTIMACIÓN DE COSTO DE LA OBRA.....	77
7.1.1. Costos Directos	77
7.1.2. Costos indirectos.	77
7.2. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS.....	78
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS.

Tabla- 1: Censo de habitantes del sitio 2015. _____	7
Tabla- 2: Porcentajes del censo. _____	7
Tabla- 3: Dependencia de Estaciones 2018. _____	11
Tabla- 4: Resumen del TP(D) por tipo de vehículo, ambos sentidos. _____	12
Tabla- 5: Factores de tránsito. _____	12
Tabla- 6: TPDA estimado para el año 2019. _____	12
Tabla- 7: Registros históricos. _____	13
Tabla- 8: Logaritmos naturales de datos históricos. _____	14
Tabla- 9: Tasas de crecimiento para cada variable. _____	19
Tabla- 10: Periodos de diseño según tipo de tramo. _____	20
Tabla- 11: Proyección del tránsito para el año 2029. _____	21
Tabla- 12: Factores de distribución direccional. _____	22
Tabla- 13: Factores de distribución por carril. _____	22
Tabla- 14: Cálculo del ESAL de diseño _____	25
Tabla- 15: Ubicación de sondeos manuales _____	26
Tabla- 16: Granulometría en muestras de sondeos (Tramo-1). _____	29
Tabla- 17: CBR de sondeos de línea (Tramo-1). _____	29
Tabla- 18: Granulometría en muestras de sondeos (Tramo-2). _____	30
Tabla- 19: CBR de sondeos de línea (Tramo-2). _____	30
Tabla- 20: Límites de Atterberg y clasificación de suelo. _____	31
Tabla- 21: Ensayos de laboratorio realizados. _____	32
Tabla- 22: Características de los bancos de préstamos identificados _____	34
Tabla- 23: Especificaciones de materiales empleados en una Base-Granular. _____	34
Tabla- 24: Especificaciones de materiales empleados en una Base-Granular. _____	35
Tabla- 25: Requerimientos Mínimos para la Capa Base. _____	35
Tabla- 26: Requisitos Graduación de Agregados (Banco #1). _____	36
Tabla- 27: Requerimientos Mínimos para Capa Sub-Base _____	36
Tabla- 28: Requisitos de Graduación de Agregados (Banco #2). _____	37
Tabla- 29: Banco de material a utilizar para Base / Sub-Base. _____	38
Tabla- 30: Criterio del Instituto de Asfalto para Determinar CBR de diseño. _____	39

Tabla- 31: Valores a utilizar para el Cálculo de CBR de Diseño (Tramo-1).	40
Tabla- 32: Valores a utilizar para el Cálculo de CBR de Diseño (Tramo-2).	40
Tabla- 33: Clasificación del CBR (Tramo-1).	41
Tabla- 34: Clasificación del CBR (Tramo-2).	42
Tabla- 35: Coordenadas UTM por código.	46
Tabla- 36: Datos generales de microcuencas para cuneta	48
Tabla- 37: Datos generales de microcuencas para vados	48
Tabla- 38: Periodos de retorno (Sc).	49
Tabla- 39: Escorrentías para cunetas.	50
Tabla- 40: Escorrentías para vados.	50
Tabla- 41: Factores para coeficientes de escorrentía.	51
Tabla- 42: Tiempos de concentración obtenidos para cunetas.	51
Tabla- 43: Tiempos de concentración obtenidos para vados.	51
Tabla- 44: Cálculo de caudales para cunetas.	52
Tabla- 45: Cálculo de caudales para vados.	53
Tabla- 46: Parámetros hidráulicos de cunetas.	54
Tabla- 47: Parámetros hidráulicos de vados.	54
Tabla- 48: Niveles de confiabilidad recomendados por la AASHTO.	57
Tabla- 49: Nivele de confiabilidad recomendados por la AASHTO.	57
Tabla- 50: Coeficientes de drenaje para pavimentos articulados.	59
Tabla- 51: Espesores mínimos sugeridos por capa.	65
Tabla- 52: Espesores de Diseño (tramo-1).	67
Tabla- 53: Espesores de Diseño (tramo-2).	70
Tabla- 54: Datos de Entrada en WinPAS.	71

INDICE DE FIGURAS.

Figura- 1: Macro localización del Municipio de Estelí, departamento de Estelí.	5
Figura- 2: Micro localización del tramo, Municipio de Estelí	6
Figura- 3: Distribución de demanda según tipo de vehículo.	10
Figura- 4: Tendencia del crecimiento poblacional.	15
Figura- 5: Tendencia del Producto Interno Bruto	15
Figura- 6: Tendencia del TPDA de Estación de Corta Duración 108	16
Figura- 7: Tendencia del TPDA de Estación de Mayor Cobertura 200	16
Figura- 8: Tendencia del Consumo de Combustible.	17
Figura- 9: Línea de tendencia del PIB vs TPDA 200	17
Figura- 10: Línea de tendencia del PIB vs TPDA 108.	18
Figura- 11: Línea de tendencia del PIB vs Combustible.	18
Figura- 12: Línea de tendencia del PIB vs Población	19
Figura- 13: Tipo de suelos por estrato.	31
Figura- 14: Selección del CBR de diseño (Tramo-1).	41
Figura- 15: Selección del CBR de diseño (Tramo-2).	42
Figura- 16: Micro Cuencas.	47
Figura- 17: Coeficiente estructural a_2 , para Base Granular no tratada.	60
Figura- 18: Coeficiente estructural a_3 , para Sub-Base Granular.	61
Figura- 19: Obtención del Numero estructural SN_2 y SN_3 .	63
Figura- 20: Obtención del Numero estructural SN_2 y SN_3 .	64
Figura- 21: Estructura Final de Pavimento (tramo-1).	67
Figura- 22: Estructura Final de Pavimento (tramo-2).	70
Figura- 23: Software de diseño WinPAS.	72
Figura- 24: Selección del Tipo de Pavimento a diseñar.	72
Figura- 25: Introducción de Datos en WinPAS (tramo-1).	73
Figura- 26: Introducción de Datos en WinPAS (tramo-2).	73
Figura- 27: Numero Estructural Requerido según WinPAS (tramo-1).	74
Figura- 28: Numero Estructural Requerido según WinPAS (tramo-1).	74

Figura- 29: Introducción de Layers de Diseño (tramo-1).	75
Figura- 30: Introducción de Layers de Diseño (tramo-2).	75
Figura- 31: Espesores de Diseño (Tramo-1).	76
Figura- 32: Espesores de Diseño (Tramo-2).	77

LISTA DE PLANOS.

Lámina 1:	Portada, Micro localización y tabla de contenido
Lámina 2:	Planta y perfil longitudinal de calle 1
Lámina 3:	Planta y perfil longitudinal de calle 1
Lámina 4:	Secciones transversales de calle 1
Lámina 5:	Secciones transversales de calle 1
Lámina 6:	Planta y perfil longitudinal de calle 2
Lámina 7:	Secciones transversales de calle 2
Lámina 8:	Planta y perfil longitudinal de calle 3
Lámina 9:	Secciones transversales de calle 3
Lámina 10:	Planta y perfil longitudinal de calle 4
Lámina 11:	Secciones transversales de calle 4
Lámina 12:	Detalles típicos y simbología

LISTA DE SIMBOLOS.

A :	Área de drenaje de la subcuenta (km^2).
$ESAL_{\text{Diseño}}$:	Cantidad de ejes equivalentes de 18 kilo-libras.
Q :	Caudal (m^3/s).
a_2 :	Coeficiente de capa para la base.
a_1 :	Coeficiente de capa para la carpeta de rodamiento.
a_3 :	Coeficiente de capa para la sub - base.
C :	Coeficiente de escorrentía.
n :	Diferencia entre valor actual y valor base.
$H_{\text{máx}}$:	Elevación máxima de la sub cuenca.
$H_{\text{mín}}$:	Elevación mínima de la sub cuenca.
D_1, D_2, D_3 :	Espesores de las capas en pulgada para la carpeta asfáltica, base y sub - base.
F_c :	Factor de crecimiento.
F_D :	Factor de distribución direccional.
F_{carril} :	Factor de distribución por carril.
$F_{\text{expansión}}$:	Factor de expansión.
$F_{\text{día}}$:	Factor día.
F_{ESAL} :	Factor ESAL, según AASHTO 93.
F_{semana} :	Factor semana.
P_t :	Índice de serviciabilidad final.
I :	Intensidad de la lluvia (mm/hora).
L :	Longitud máxima en metros.
L :	Longitud.
P_t :	Pendiente del terreno en %
Sc :	Pendiente en m/m .
Sc :	Pendiente media del terreno.
ΔPSI :	Perdida de serviciabilidad
P_0 :	Perdida de serviciabilidad inicial.
n :	Periodo de diseño.

$Tráns_{prom}$:	Promedio de tránsito por tipo de vehículo.
i :	Tasa de crecimiento.
T_c :	Tiempo de concentración en minutos.
T_s :	Tipo de suelo.
$TPDA$:	Tráfico promedio diurno anual.
$TPDiS$:	Tráfico promedio diurno semanal.
T_D :	Tránsito de diseño.
U_s :	Uso del suelo.
v_i :	Valor actual.
v_{i-1} :	Valor base.
A, b y d :	Valores determinados con los datos de intensidad de lluvia.



CAPÍTULO I.

GENERALIDADES



1.1. INTRODUCCIÓN.

En Nicaragua las carreteras han sido diseñadas y construida basándose en criterios estandarizados, a raíz de lo antes mencionado provoca que se manifieste el deterioro en un corto periodo de tiempo, esto genera costo en cuanto a mantenimiento tanto preventivo como correctivo. No obstante, se conoce que el transporte vial de cualquier población tiene una gran importancia para su economía y para sus habitantes que les facilita movilizarse de un punto a otro para realizar sus actividades cotidianas.

La ciudad de Estelí está ubicada en la zona norte del país, debido al tipo de suelo en esta localidad las calles sufren severos daños en épocas de invierno y por el transporte pesado que por ahí circula. A esto se debe la necesidad de poder contar con mejores vías de acceso que faciliten el tráfico tanto vehicular como peatonal.

En el distrito II de esta ciudad el tráfico es variado con poco flujo vehicular teniendo presencia la ruta urbana que transita de Hospital San Juan de Dios al barrio Ronaldo Arauz y sigue una ruta de los barrios circundantes, esta ruta como todas las demás siempre transitan por el parque central, el tipo de pavimento predominante en este distrito es el adoquinado (pavimento articulado).

Se realizó el análisis del tramo en el barrio Ronaldo Arauz con el fin de cuantificar el tráfico vehicular actual que permita facilitar el flujo máximo vehicular que a diario transita para el diseño apropiado de la estructura del pavimento aplicando los criterios de la AASHTO-93.

Se propone con este proyecto una alternativa de diseño que permita a los pobladores o a la comuna la construcción de dicho proyecto; ya que es necesario en la época de inviernos para la accesibilidad de la circulación vehicular así mismo para un mejor acceso para los habitantes de este sector.

1.2. ANTECEDENTES.

La ciudad de Estelí está compuesta por 3 distritos donde existen 56 barrios aproximadamente y 7 comunidades. En el periodo 1995 - 2004 se revistieron con adoquín 16.44 km de calles (correspondiente el 77% al periodo 2000 – 2004), así como el mejoramiento y conformación de 37.4 km de macadán.

Antes del año 2014 las calles en el distrito II eran de terreno natural cuyo suelo es arcilloso (sonsocuite), últimamente se han realizado mejoramientos con material conocido como macadán, esta necesidad obliga a la institución (alcaldía de Estelí) a elaborar el diseño vial en este barrio.

De acuerdo a estudios de suelo realizados en el año dos mil por la empresa CONSULTRANS S.A se obtuvo como resultado que el 90% de los estratos son arcilla lo cual abarca la zona Este de la ciudad de Estelí.

Cada año se le da un mantenimiento con el revestimiento de material selecto, para proporcionar una solución rápida para el tiempo de lluvias. Sin embargo, las calles se deterioran fácilmente por la fluidez de vehículos que circulan por ella.

Debido al mal estado de las calles, la congestión de tránsito urbano cada vez es mayor a consecuencia del aumento vehicular y poblacional, ocasionando un impacto económico negativo tanto para el transporte colectivo, selectivo y privado, siendo de esta manera los más afectados la población que se ve en la necesidad de hacer uso de estos medios día a día.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Dadas las circunstancias del estado que presentan las calles actualmente del barrio Ronaldo Arauz se ve la necesidad de elaborar el proyecto de pavimento articulado para resolver la problemática y beneficiar a la población del lugar.

Normalmente las calles de Estelí se ven altamente afectadas en tiempos de invierno debido a la falta de drenaje pluvial que facilite evacuar las aguas antes de que socaven el material de revestimiento.

Económicamente este lugar es muy activo por los comerciantes de productos varios y productores de tabaco, por lo tanto, es de importancia realizar el proyecto para facilitar el crecimiento económico.

Con este estudio se establecerá la comunicación de la red vial en los barrios periféricos y la zona céntrica de la ciudad resolviendo la problemática de la población.

Este proyecto se llevará a cabo gracias al aporte del 80% por parte de la Alcaldía municipal de Estelí, y el otro 20% por la población del sitio que será beneficiado, completando en conjunto el 100% del presupuesto de la obra.

1.4.OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo general

- Diseñar la estructura de pavimento articulado y drenaje menor de 565 metros de calles, del barrio Ronaldo Arauz, ubicado en el municipio de Estelí, por el método de la AASHTO - 93.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar estudio de tránsito para determinar las cargas que actuarán sobre la estructura del pavimento.
- Presentar estudios de suelos, tanto del sitio como del banco del material a explotar para el mejoramiento adecuado.
- Ejecutar el levantamiento topográfico para conocer la altiplanimetría de las calles donde se realizará el diseño del pavimento articulado.
- Elaborar el estudio hidrológico de la sub-cuenca del sitio para el diseño de obras menores.
- Determinar los espesores de la estructura de pavimento, que soportará las cargas de diseño, usando el método AASHTO-93.
- Revisar los espesores de pavimento calculados usando el software WinPAS 12.
- Estimar el costo y presupuesto del proyecto, que permitirá la gestión de fondos para su construcción.

1.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

1.5.1. Localización.

1.5.1.1. Macro-localización.

El sitio de estudio se encuentra ubicada en la ciudad de Estelí departamento de Estelí, a 146 km de la capital Managua hacia el norte, colinda al norte con el municipio de Condega, al sur con el municipio de la Trinidad y San Nicolás, al este con la Concordia que es un municipio del departamento de Jinotega y al oeste con el municipio de Limay y Achuapa que es un municipio del departamento de León (Ver Figura 1).

Figura- 1: Macro localización del Municipio de Estelí, departamento de Estelí.

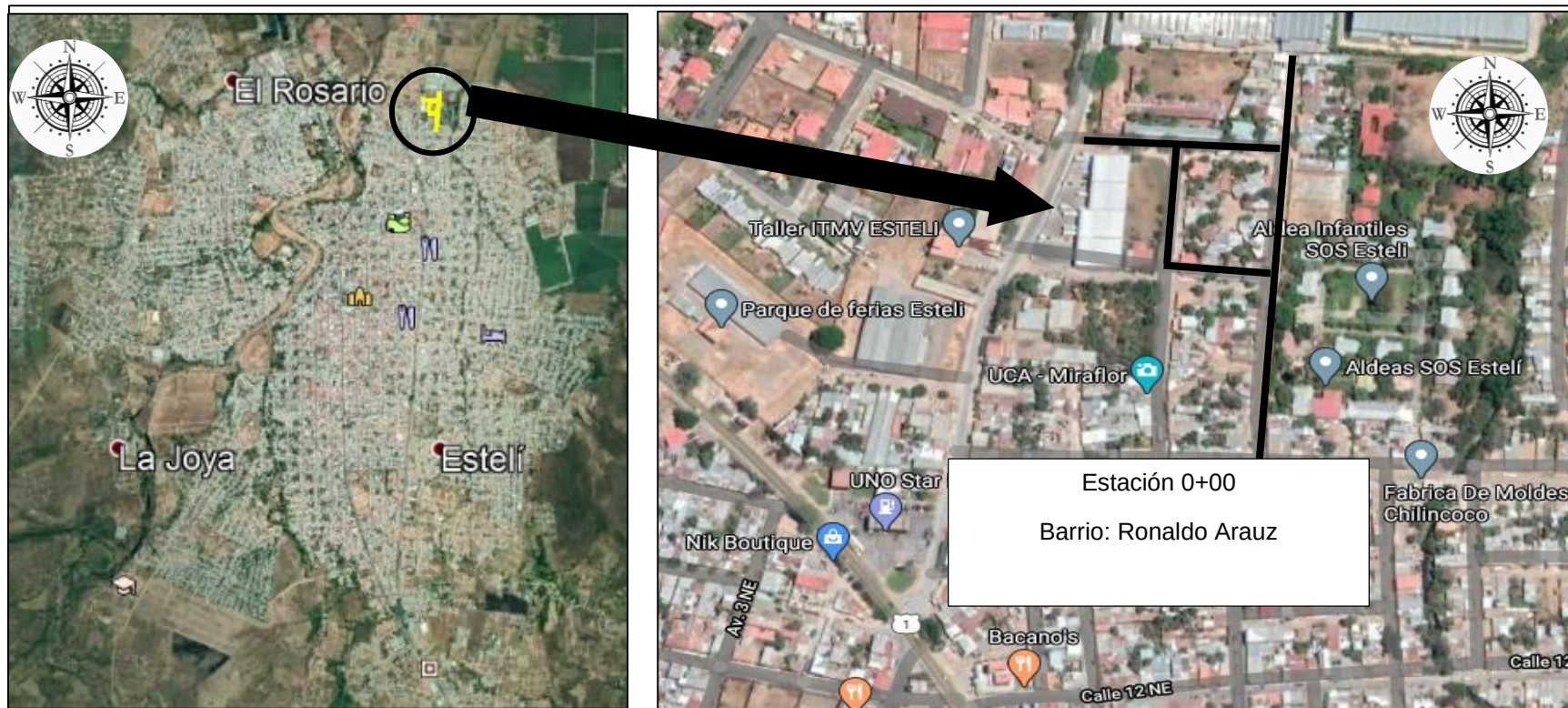


Fuente: www.googleearth.com.

1.5.1.2. Micro-localización.

El área de estudio se encuentra ubicada en el distrito II de la ciudad de Estelí, barrio Ronaldo Arauz, el área del proyecto colinda al norte con residencial Mirafior, al sur con el barrio Sandino, al este con el barrio los Ángeles y al oeste con el barrio Omar Torrijos (Ver Figura 2).

Figura- 2: Micro localización del tramo, Municipio de Estelí



Fuente: www.googleearth.com .

1.5.2. Demografía.

Según el último censo realizado por el consejo supremo electoral, Estelí en el año 2015, en la **Tabla 1** se muestra la cantidad de habitantes en la zona del proyecto.

Tabla- 1: Censo de habitantes del sitio 2015.

Rango de edades	Cantidad de habitantes
0-15	172
15-30	116
30-50	208
50 a más	55

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE-2018)

Según los estudios obtenidos se deduce que:

Tabla- 2: Porcentajes del censo.

Cantidad de casas	102
Cantidad de personas	551
% de personas de 0-15 años	31.216%
% de personas de 15-30 años	21.053%
% de personas de 30-50 años	37.75%
% de personas de 50-más años	9.982%
% TOTAL	100%

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE-2018)

1.5.3. Clima.

Hasta el año 1,998 el clima en Estelí era uno de los más fríos del país debido a que gozaba de buena vegetación y ríos caudalosos en todo el año, en esta fecha el huracán Mitch provoco desastres en gran parte del país en el que se vio afectado gravemente la flora de la que gozaba hasta este momento. Debido al daño causado a la naturaleza por el huracán y el calentamiento global la flora fue disminuyendo provocando así la sequía de los ríos, a causa de esto el cambio climático ha sido severo, los cambios de temperatura son muy drásticas dependiendo del mes en el año que nos encontramos. Actualmente los climas en la ciudad de Estelí son muy variados ya que en épocas específicas del año estos son bien extremistas.

1.5.3.1. Temperatura.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 15° C a 37° C, en la ciudad de Estelí. En épocas de verano (marzo, abril) las temperaturas ascienden hasta los 37° C, y en tiempos de frío (diciembre, enero) las temperaturas descienden hasta los 15° C.

1.5.3.2. Precipitación.

El clima de Estelí es calificado como tropical, la menor precipitación en la zona es en el mes de febrero descendiendo hasta los 2 mm, como precipitación máxima se encuentra en el mes de septiembre ascendiendo hasta los 201 mm.

1.5.4. Geografía y geología.

1.5.4.1. Relieve.

Es un territorio muy accidentado topográficamente, es ondulado con elevaciones montañosas y mesetas de considerables alturas. Caracterizada por un relieve que representa las primeras etapas del proceso erosivo efectuado principalmente en las mesetas, lomas y cuencas del departamento de Estelí.

1.5.4.2. Conformación del suelo.

Los materiales que se encuentran en la zona del proyecto son suelos arcillosos altamente plásticos y extremadamente compresibles. Su uso no es recomendable para ninguna de los espesores de pavimento, excepto si se aplica en ellos algún componente estabilizante que favorezca su uso reduciendo los altos índices de plasticidad propios de estos tipos de materiales.

1.5.5. Socio economía.

En los últimos años, la economía de Estelí ha incrementado en gran manera, el sector tabaco es una de las fuentes de empleo que más contribuyen al desarrollo económico municipal, generando así el 40% de empleos de manera directa, y un 20% de manera indirecta, provocando así en el sitio del proyecto un tráfico bastante saturado tanto de transporte colectivo como selectivo y la mayor parte de estos usuarios son trabajadores y estudiantes.



CAPÍTULO II

ESTUDIO DE TRÁFICO



2.1. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).

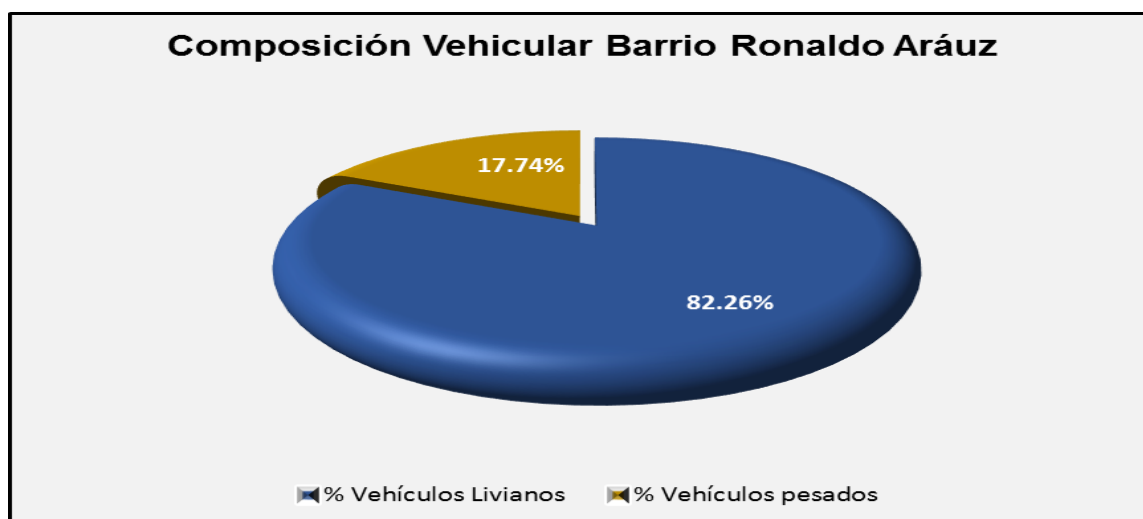
2.1.1. Aforo vehicular.

Para el diseño del pavimento es importante determinar la carga que actuará en un tramo cualquiera, sabiendo que la misma es ocasionada en mayor instancia por los diferentes vehículos que circulan en un periodo de trabajo especificado. A esto se le conoce como estudio de tráfico, dentro del cual, está comprendido el aforo vehicular, encargado primordialmente del conteo total de los distintos tipos de vehículos que circulan en el tramo de estudio. Para este proyecto se realizó un aforo vehicular de 12 horas, por 3 días en el tramo de estudio (Jueves, Viernes y Sábado) 09, 10 Y 11 de Mayo del 2019, ubicados en la estación 0+00 del tramo #1 por ser la más concurrida, con ayuda de las tablas de clasificación vehicular las cuales están dadas por el Manual Centroamericano para el Desarrollo de Pavimento, SIECA 2010 y Anuario de Aforos de Tráfico del MTI 2018. (Ver Anexos, Tablas 55, 56 y 57, paginas I, II y III)

2.1.1.1. Clasificación vehicular.

Del conteo realizado se puede apreciar que la mayor sollicitación de carga de tráfico en el tramo de estudio corresponde a vehículos liviano en un 82.26%, así mismo, se aprecia que, para vehículos pesados, la demanda es de 17.74% (Ver Figura 3).

Figura- 3: Distribución de demanda según tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración Propia

2.1.2. Cálculo del TPDA.

A partir de los datos recopilados en el aforo vehicular, se determina el Tráfico Promedio Diario, así mismo se determinó el Tráfico Promedio Diario Anual en función a los factores día, semana, fin de semana y factor de expansión a TPDA tomados según la Estación de Mayor Cobertura EMC 200 Entrada al INCAE – El crucero (**Ver Anexos, Tabla 58, pág. V**), del Anuario de Aforos de Tráfico del MTI 2018 dado que es la estación más cercana al proyecto usando la Estación de Corta Duración ECD 108 Empalme San Isidro-La trinidad (**Ver Anexos, Tabla 59, pág. VI**), mediante la **EC 1** (**Ver Tabla 4, 5 y 6, páginas 12**)

$$TPD_{12\text{ hrs}} = Tráns_{promDiario}$$

Donde:

TPD : Tráfico promedio diario.

$Tráns_{prom}$: Promedio de tránsito por tipo de vehículo.

$$TPDA = TPD * F_{dia} * F_{semana} * F_{Fin\ de\ semana} * F_{Expansion}$$

EC 1

Donde:

$TPDA$: Tráfico promedio diario anual.

F_{dia} : Factor día.

F_{semana} : Factor semana.

$F_{Fin\ de\ semana}$: Factor de fin de semana.

$F_{Expansión}$: Factor expansión.

Tabla- 3: Dependencia de Estaciones 2018.

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
200 Entrada al INCAE - El Crucero	NIC-1	108	ECD	Emp. San Isidro - La Trinidad
	NIC-1	112	ECD	Emp. Yalagüina - Somoto
	NIC-2B	215	ECD	Hotel Nejapa - Km.10 1/2 Carretera Sur (Ida)
	NIC-2	209	ECD	Km. 10 1/2 Carretera Sur - Entrada al INCAE
	NIC-2	202	ECD	El Crucero - Cuatro Esquinas
	NIC-2	203	ECD	Cuatro Esquinas - Diriamba
	NIC-2	204	ECD	Diriamba - Jinotepe
	NIC-4	404	ECD	Granada - Emp. Guanacaste
	NIC-4B	432	ECD	Rtda.Nindiri - Rtda. Coyotepe (circunvalación)
	NIC-8	802	ECD	El Salto - San Rafael del Sur

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico 2018, página 49.

Tabla- 4: Resumen del TP(D) por tipo de vehículo, ambos sentidos.

RESUMEN DE CONTEO					SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS			UBICACIÓN: BARRIO RONALDO ARAUZ EST. 0+000			
DIAS		VEHÍCULOS DE PASAJEROS				VEHÍCULOS DE CARGA		EQUIPO PESADO		Total / Veh 12 hrs	
		Motocicletas	Autos	Jeep	Camioneta	Micro bus	C2	C3	V.A		V.C
Jueves	09/05/2019	281	34	7	12	8	46	10	3	7	408
Viernes	10/05/2019	282	21	5	10	8	46	8	3	5	388
Sábado	11/05/2019	289	20	4	11	0	46	14	8	18	410
Total / Veh.		852	75	16	33	16	138	32	14	30	1,206
Total		992				170		44		1,206	
Veh/12hrs, % por tipo		70.65%	6.22%	1.33%	2.74%	1.33%	11.44%	2.65%	1.16%	2.49%	100%
		82.26%				17.74%				100%	
		% Vehículos Livianos				% Vehículos pesados					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla- 5: Factores de tránsito.

Factores del segundo cuatrimestre del año Mayo - Agosto																	
Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.25	1.28	1.22	1.25	1.20	1.14	1.26	1.20	1.24	1.13	1.00	1.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.13
Factor Semana	0.96	1.01	1.05	0.98	0.98	0.91	0.97	0.89	0.90	0.97	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91
Factor Fin de Semana	1.11	0.98	0.90	1.04	1.05	1.33	1.10	1.42	1.36	1.10	1.00	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.31
Factor Expansión a TPDA	1.04	1.23	1.30	1.18	1.20	1.18	1.11	1.20	1.31	1.13	1.00	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico 2018, página 290.

Tabla- 6: TPDA estimado para el año 2019.

Factor / tipo de vehículo	VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA		EQUIPO PESADO		Total
	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro bus	C2	C3	V.A	V.C	
Tránsito Promedio	284	25	5	11	5	46	11	5	10	402.00
Factor día	1.25	1.28	1.22	1.25	1.20	1.24	1.13	1.00	1.00	10.57
Factor semana	0.96	1.01	1.05	0.98	0.98	0.90	0.97	1.00	1.00	8.85
Factor Fin de Semana	1.11	0.98	0.90	1.04	1.05	1.36	1.10	1.00	1.00	10
Factor Expansión a TPDA	1.04	1.23	1.30	1.18	1.20	1.31	1.13	1.00	1.00	10
TPDA (vpd)	393	39	8	17	8	91	15	5	10	585
% TPDA	67.20%	6.65%	1.37%	2.82%	1.35%	15.62%	2.48%	0.80%	1.71%	100%
	79.39%					20.61%				100%
	% De vehiculos livianos					% De vehiculos pesados				

Fuente: Elaboración propia.

2.1.3. Tasas de crecimiento para proyección de tránsito.

Para determinar la tasa de crecimiento de tránsito más adecuada, es necesario tomar en cuenta los datos históricos que están fuertemente relacionados para la proyección del mismo, entre ellos están: Producto Interno Bruto (PIB), consumo de combustible, TPDA de las estaciones relacionadas al tramo en estudio y el crecimiento Poblacional (POB), la tasa de crecimiento del tránsito se puede definir con el promedio de las tasas de las variables PIB, POB y Consumo de Combustible. (Ver Anexos, Tablas 60 y 61, págs. VI-VII)

2.1.3.1. Registros históricos.

Los registros históricos analizados son los de mayor vinculo respecto a los estudios de tránsito para una proyección más acertada.

Tabla- 7: Registros históricos.

AÑO	PIB (Millones de C\$ constantes)	Consumo Nac. Combustible (miles barriles)	TPDA ECD 108	TPDA EMC 200	Población
2008	129,160.50	4,858.80	3,586	5,856	5668,876
2009	124,907.70	4,935.20	-	6,379	5742,310
2010	130,416.30	5,143.10	3,597	6,412	5815,524
2011	138,654.20	5,388.00	-	6,435	5996,619
2012	147,661.40	5,615.80	4,072	6,862	6071,045
2013	154,936.80	5,788.20	-	7,783	6134,270
2014	162,351.30	6,127.10	-	7,783	6198,154
2015	170,131.60	6,913.70	4,832	8,685	6262,703
2016	177,894.90	7,287.50	-	9,466	6327,927
2017	186,212.40	7,596.40	4,261	10,089	6393,824
2018	179,107.00	7,060.30	-	8,918	6460,411

Fuente: Anuario de Estadísticas Macroeconómicas 2018 (BCN), Pág.8 y 30.

Anuario de Aforos de Tráfico 2018 (MTI), Pág.105 y 110.

Anuario Estadístico 2018 (INIDE), Pág.30.

Con el fin de generar las rectas de regresión extraemos los logaritmos neperianos de los datos correspondientes a la **Tabla 7** para así luego determinar los distintos coeficientes de correlación entre cada una de las variables en donde usaremos las correlaciones que se aproximen más al 100% para obtener así las distintas tasas de crecimiento. **(Ver Tabla 8)**

En seguida se muestran las correlaciones correspondientes a cada una de las variables de acuerdo con el tiempo mostrando sus respectivas líneas de tendencia de donde obtendremos porcentajes de correlación y tasas de crecimiento en base a la **ecuación 2**.

$$Y = mx + b$$

EC 2.

Donde:

Y: Variable dependiente.

m: Pendiente de la recta (tasa de crecimiento de la variable).

b: Es el intersección en la ordenada.

Tabla- 8: Logaritmos naturales de datos históricos.

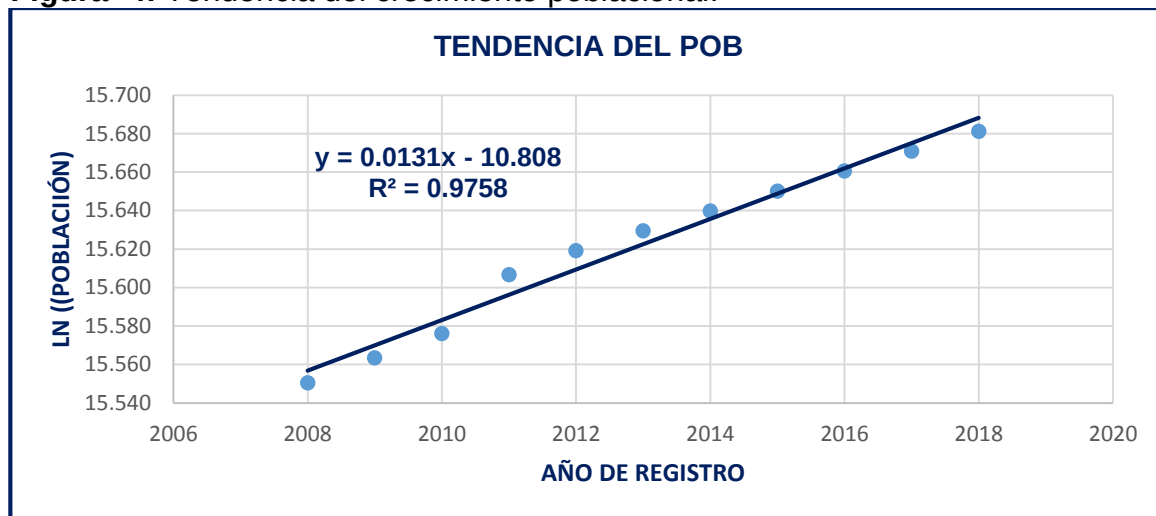
AÑO	PIB (Millones de C\$ constantes)	Consumo Nac. Combustible (miles barriles)	TPDA ECD 108	TPDA EMC 200	Población
2008	11.769	8.489	8.185	8.675	15.551
2009	11.735	8.504	-	8.761	15.563
2010	11.778	8.545	8.188	8.766	15.576
2011	11.840	8.592	-	8.770	15.607
2012	11.903	8.633	8.312	8.834	15.619
2013	11.951	8.664	-	8.960	15.629
2014	11.998	8.720	-	8.960	15.640
2015	12.044	8.841	8.483	9.069	15.650
2016	12.089	8.894	-	9.155	15.660
2017	12.135	8.935	8.357	9.219	15.671
2018	12.096	8.862	-	9.096	15.681

Fuente: Elaboración propia

Las líneas de tendencias mostradas a continuación corresponden a las variables que están fuertemente vinculadas al tránsito según el tiempo en que se encuentre.

2.1.3.2. Líneas de tendencia para cada variable.

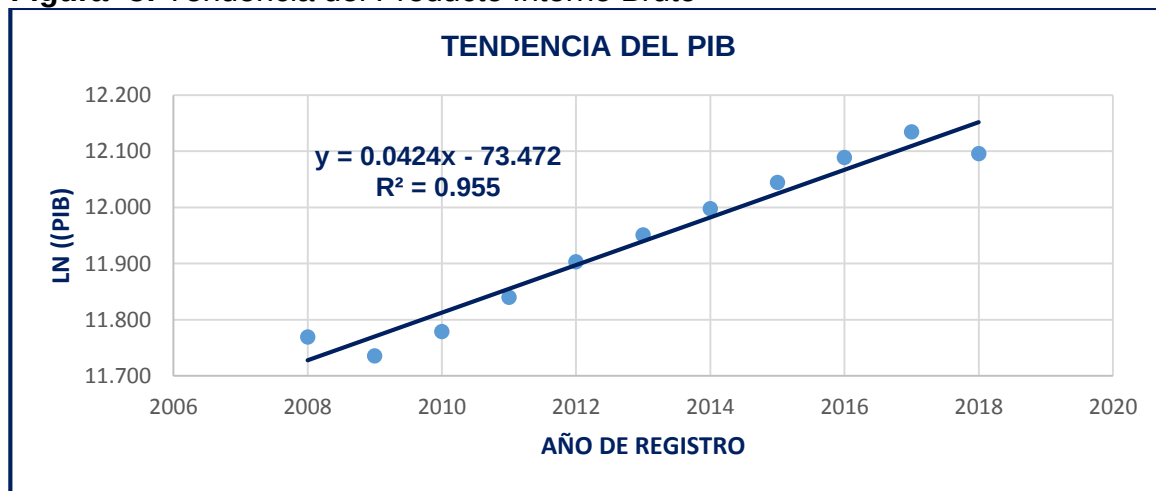
Figura- 4: Tendencia del crecimiento poblacional.



Fuente: Elaboración propia.

Para el estudio de la tasa de crecimiento correspondientes a la población, se aplicaron los datos proporcionados por el Anuario Estadístico 2018 (INIDE), del cual, para el año 2018 se obtuvo una tasa de crecimiento promedio de 1.31% con una correlación muy adecuada de $R^2 = 0.9758$ representando el 97.58%, con una población registrada de 6,460,411 habitantes para el año 2018.

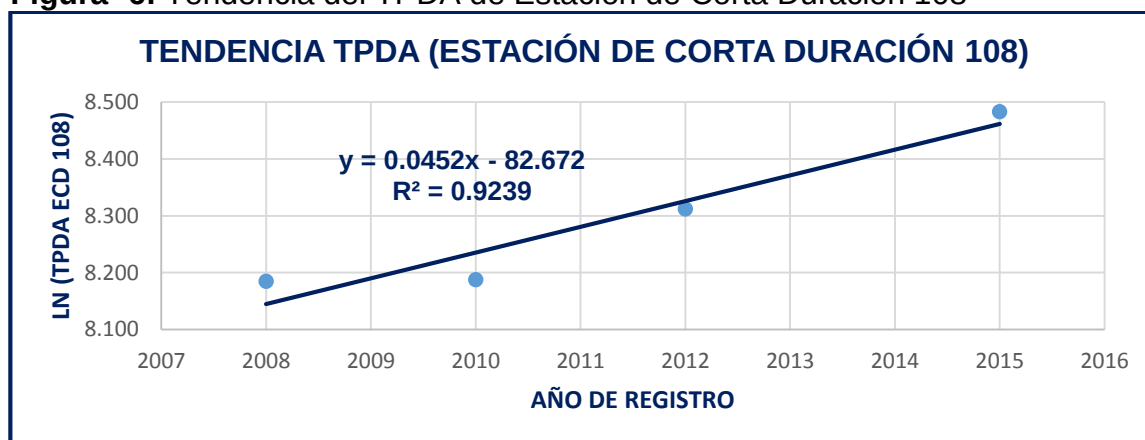
Figura- 5: Tendencia del Producto Interno Bruto



Fuente: Elaboración propia.

Mediante los datos históricos proporcionados por el Anuario de Estadísticas Macroeconómicas 2018, se obtuvo una tasa de crecimiento promedio de 4.24% con una correlación bastante alta $R^2 = 0.955$ es decir del 95.5%, sin embargo, cabe señalar que del año 2017 al 2018 la economía disminuye en un -3.82% con un PIB de 179,107.00 (millones de C\$) para el año 2018.

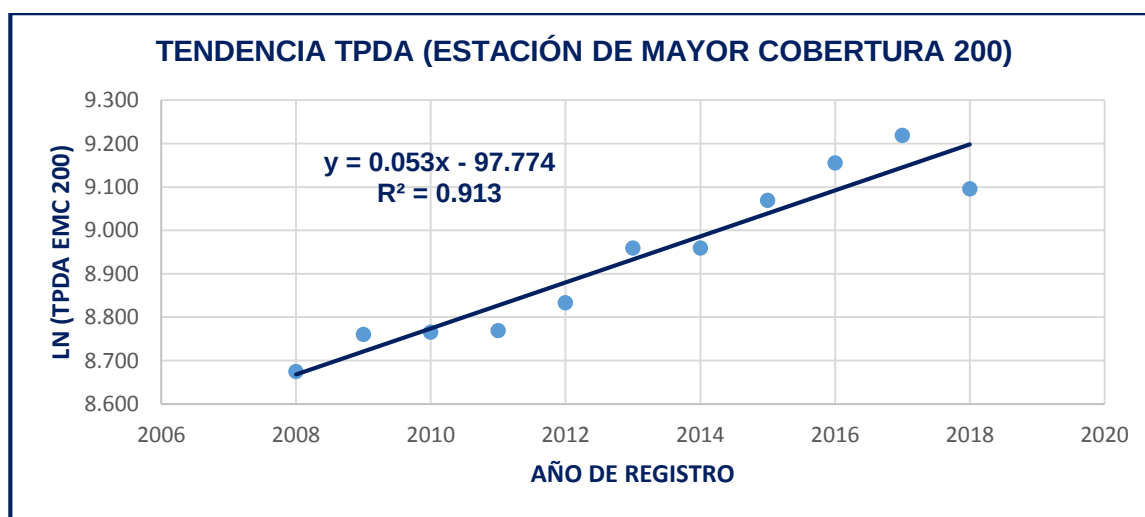
Figura- 6: Tendencia del TPDA de Estación de Corta Duración 108



Fuente: Elaboración propia.

Mediante los datos históricos proporcionados por el Anuario de Aforos de Tráfico 2018 del MTI, obtenemos la tasa de crecimiento promedio para la Estación de Corta Duración ECD 108 con un crecimiento del 4.52% con una correlación $R^2 = 0.9239$ es decir 92.39%.

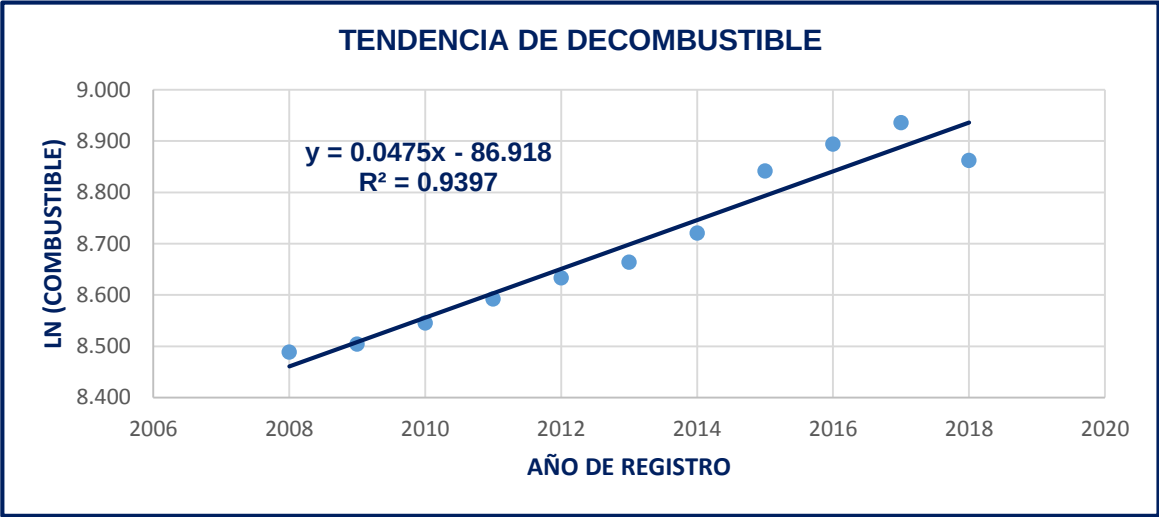
Figura- 7: Tendencia del TPDA de Estación de Mayor Cobertura 200



Fuente: Elaboración propia.

Mediante los datos históricos proporcionados por el Anuario de Aforos de Tráfico 2018 del MTI, obtenemos la tasa de crecimiento promedio para la Estación de Mayor Cobertura EMC 200 con un crecimiento del 5.3% con una correlación $R^2=0.913$ es decir 91.3%.

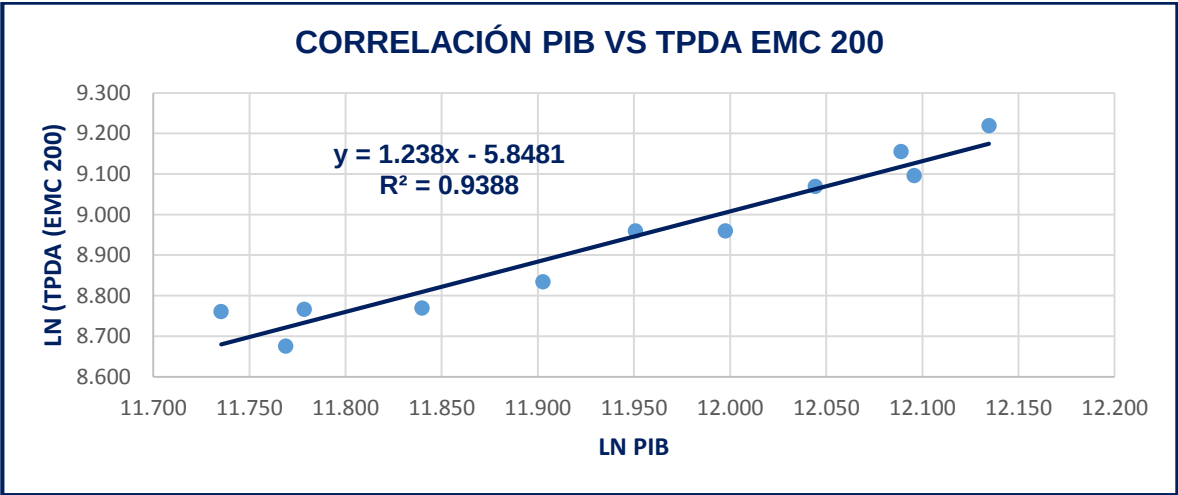
Figura- 8: Tendencia del Consumo de Combustible.



Fuente: Elaboración propia.

Mediante los datos históricos proporcionados por el Anuario de Aforos de Tráfico 2018 del MTI, obtenemos la tasa de crecimiento promedio del consumo de combustible con un 4.75% con una correlación $R^2=0.9397$ es decir 93.97%.

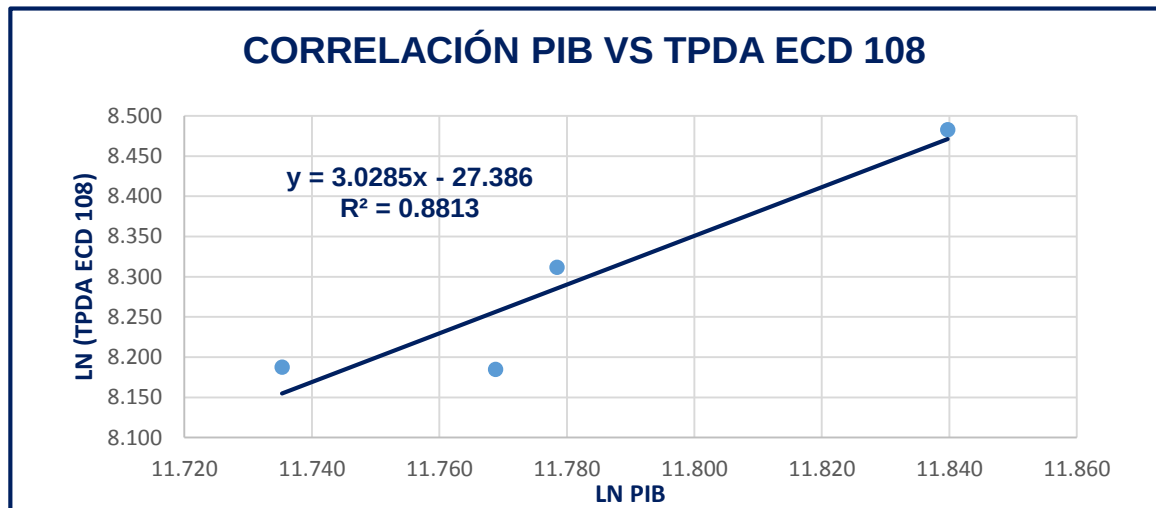
Figura- 9: Línea de tendencia del PIB vs TPDA 200



Fuente: Elaboración propia

Según observamos en la figura 10 existe una correlación entre el PIB y TPDA 200 $R^2=0.9388$ o sea el 93.88%, esto significa que están fuertemente relacionados entre sí.

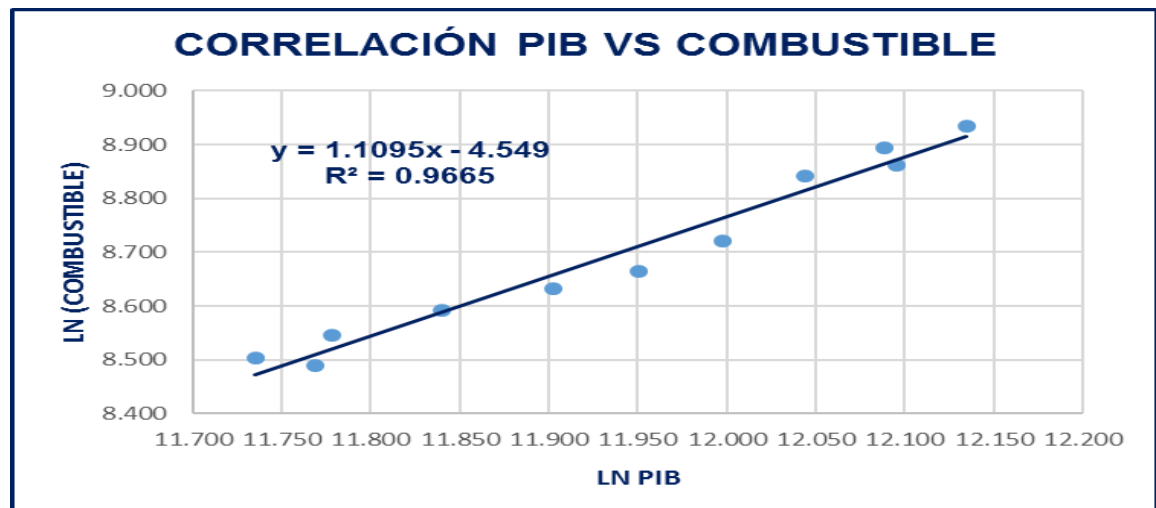
Figura- 10: Línea de tendencia del PIB vs TPDA 108.



Fuente: Elaboración propia

La correlación entre PIB y TPDA 110 es bastante baja con un $R^2= 0.8813$ es decir un 88.13% lo que indica que no están adecuadamente correlacionados.

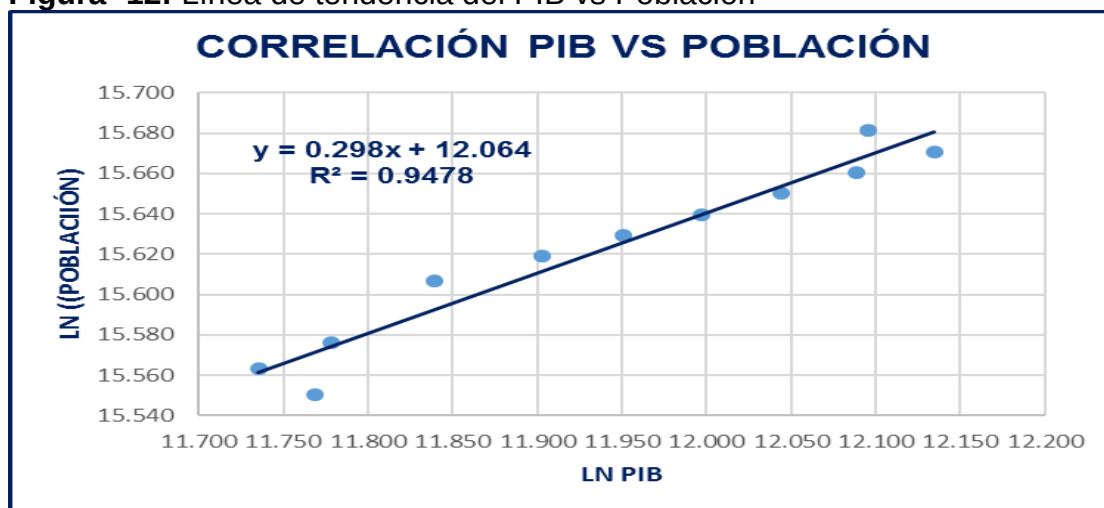
Figura- 11: Línea de tendencia del PIB vs Combustible.



Fuente: Elaboración propia.

La correlación entre PIB y Combustible es bastante alta con un $R^2= 0.9665$ es decir un 96.65% lo que indica que tienen una fuerte correlación entre sí.

Figura- 12: Línea de tendencia del PIB vs Población



Fuente: Elaboración propia.

Existe un $R^2 = 0.9478$ entre PIB y POB lo que indica un porcentaje bastante alto con el 94.78%, estando así correlacionados fuertemente. En resumen, se muestran las tasas obtenidas de cada variable de acuerdo a las figuras mostradas anteriormente.

Tabla- 9: Tasas de crecimiento para cada variable.

VARIABLE	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	TASA DE CRECIMIENTO
PIB	95.50%	4.24%
Consumo combustible	93.97%	4.75%
TPDA EMC 200	91.30%	5.30%
TPDA ECD 108	92.39%	4.52%
Población	97.58%	1.31%

Fuente: Elaboración propia.

Las tasas obtenidas después del análisis según lo vemos en la **Tabla 9**, podemos observar que éstas varían considerablemente, debido a esto encontramos tasas que indican ser correspondientes para una vía que se clasifica como Colectora Principal, sin embargo, para nuestro tramo en estudio el volumen de tránsito no puede tener un crecimiento gradual ya que es un barrio poblado en su totalidad así mismo sus colindantes, lo que indica que no es recomendable hacer uso de las tasas de crecimiento encontradas.

De acuerdo con lo que indican los expertos del Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI recomiendan para este tipo de casos utilizar una tasa promedio de las tres variables como PIB, POB y Consumo de Combustible, obteniendo así una tasa de **3.43%**.

2.2. TRÁNSITO DE DISEÑO.

2.2.1. Periodo de diseño.

El periodo de diseño indica el tiempo para el que estará diseñado el pavimento, dado que nuestro proyecto está clasificado como Colectora Sub-Urbana podemos elegir un periodo de 10 años de duración según los indica el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA 2002. (**Ver Tabla 10**).

Tabla- 10: Periodos de diseño según tipo de tramo.

Tipo de carretera	Período de diseño (años)
Autopista Regional	20 – 40
Troncales Sub-Urbanas	15 – 30
Troncales Rurales	15 – 30
Colectoras Sub-Urbanas	10 – 20
Colectoras Rurales	10 – 20

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para Diseño de Carreteras Regionales, SIECA 2004.

2.2.2. Proyección del tránsito

El tránsito que mostramos a continuación es la proyección del tránsito esperado para un tiempo de **10 años** de acuerdo con el periodo de diseño y éste ira incrementando en función de la economía que vaya presentando en desarrollo el país. La proyección del tránsito está definida con la **Ecuación 3**:

$$Tn = To * (1 + i)^n \quad \text{Ec.3.}$$

Donde:

Tn: Cantidad de vehículos para el año estimado (2029).

To: Tránsito en el año cero (2019). i: Tasa de crecimiento anual.

n: Cantidad de años.

A continuación, el cálculo de la proyección de tránsito:

Tabla- 11: Proyección del tránsito para el año 2029.

Año	Número	VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA		EQUIPO PESADO		Total
		Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro bus	C2	C3	V.A	V.C	
2019	0	393	39	8	17	8	91	15	5	10	585
2020	1	407	40	8	17	8	95	15	5	10	606
2021	2	421	42	9	18	8	98	16	5	11	626
2022	3	435	43	9	18	9	101	16	5	11	648
2023	4	450	45	9	19	9	105	17	5	11	670
2024	5	466	46	9	20	9	108	17	6	12	693
2025	6	482	48	10	20	10	112	18	6	12	717
2026	7	498	49	10	21	10	116	18	6	13	742
2027	8	515	51	10	22	10	120	19	6	13	767
2028	9	533	53	11	22	11	124	20	6	14	793
2029	10	551	55	11	23	11	128	20	7	14	821

Fuente: Elaboracion propia.

Como resultado del Tránsito Promedio Diario Anual TPDA proyectado para el año 2029 obtenemos 821 vehículos por día, de estas proyecciones cabe recalcar las más destacadas como son motos con 551 vehículos/día, autos con 55 vehículos/día y C2 con 128 vehículos/día.

2.2.3. Factor de distribución por dirección.

La relación que existe entre la cantidad de vehículos y el sentido de circulación es el parámetro cuantificado como factor de distribución, el cual en la mayoría de las ocasiones se toma como 0.5, es decir el 50% de los vehículos, viajan en direcciones opuestas, este factor podría cambiar según la cantidad de carriles (**Ver Tabla 12**)

Tabla- 12: Factores de distribución direccional.

Número de carriles en ambas direcciones	Factor direccional (%)
2	50
4	45
6 ó más	40

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, SIECA 2002. Cap.3, pág. 29.

2.2.4. Factor de distribución por carril.

Este factor se relaciona con el llamado carril de diseño, es decir el carril que recibe mayor carga, es decir mayor ESAL's. Para un camino de dos carriles se considera cualquiera de ambos ya que la carga se concentra en todo el carril. Cabe mencionar que, para tramos de más carriles, se considera el carril del extremo, ya que en el circulan los vehículos pesados (**Ver Tabla 13**).

Tabla- 13: Factores de distribución por carril.

Número de carriles de una sola dirección	Factor de carril
1	1.00
2	0.80-1.00
3	0.60-0.80
4	0.50-0.75

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, SIECA 2002. Cap.3, pág. 29.

2.2.5. Factor de crecimiento.

Este factor nos indica la razón de incremento en el tráfico conforme pase un lapso de tiempo y este se muestra en función del periodo de diseño y la tasa de crecimiento anual, como se muestra en la **EC 4**:

$$Fc = 365 * \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right] \quad EC 4$$

Donde:

F_c : Factor de crecimiento.

i : Tasa de crecimiento (3.43%).

n : Periodo de diseño.

$$Fc = 365 * \left[\frac{(1 + 0.0343)^{20} - 1}{0.0343} \right] = 10,251.66$$

2.2.6. Tránsito de diseño.

Con el propósito de convertir el volumen de tráfico obtenido de los aforos vehiculares, se estimará el tránsito de diseño, el cual se obtiene a partir de la información básica suministrada por el tráfico promedio diario anual, el factor de crecimiento, el factor distribución y factor carril (**Ver Tabla 14, página 25**).

$$T_D = TPDA * F_c * F_D * F_{carril} \quad EC 5$$

Donde:

T_D : Tránsito de diseño.

F_c : Factor de crecimiento.

F_D : Factor de distribución direccional.

F_{carril} : Factor de distribución por carril.

2.2.7. Factor ESAL.

Para el cálculo del factor ESAL, se utilizan las tablas presentadas en el Apéndice D de la normativa AASHTO 93 en donde se muestran la carga en kilo libras y kilo Newton para ejes sencillos y dobles respectivamente, en función al número estructuras a utilizar y el índice de serviciabilidad final, cabe mencionar que, si los pesos utilizados según el tipo de vehículo no se encuentran en las tablas de referencia, el valor debe interpolarse. (Ver Anexos, Tablas 62-65, págs. VII-X)

2.2.6.1. Ejes equivalentes (ESAL's de diseño).

El ESAL de diseño, se define como la transformación de los ejes mixtos de tráfico que circulan en una vía a una cantidad equivalente de ejes cuyo peso es de 18 kilo libras en el carril de diseño durante la vida útil del pavimento.

El ESAL de diseño se obtiene mediante la **EC 6**. (Ver Tabla 14, pág. 25)

$$ESAL_{Diseño} = T_D * F_{ESAL} \quad EC\ 6$$

Donde:

$ESAL_{Diseño}$: Cantidad de ejes equivalentes de 18 kilolibras.

T_D : Tránsito de diseño.

F_{ESAL} : Factor ESAL, según AASHTO 93.

Tabla- 14: Cálculo del ESAL de diseño

Periodo de Diseño: 10 años				Número Estructural (SN): 5			Índice de Serviciabilidad (Pt): 2				
Tipo de Vehículo	Vehículo	Peso por Eje (Kip)	Tipo de Eje	Tránsito Actual	Factor de Crecimiento (F.C)	Factor Direccional (F.D)	Factor de Carril (F.C)	Tránsito de Diseño (T.D)	Tránsito de Diseño corregido	Factor ESAL's	ESAL's de Diseño
Vehículos de Pasajeros	Autos	2.2	Simple	39	4,268.79	0.5	1	83,152.87	83,153	0.00038	32
		2.2	Simple	39	4,268.79	0.5	1	83,152.87	83,153	0.00038	32
	Jeep	2.2	Simple	8	4,268.79	0.5	1	17,061.15	17,061	0.00038	6
		2.2	Simple	8	4,268.79	0.5	1	17,061.15	17,061	0.00038	6
	Camioneta	2.2	Simple	17	4,268.79	0.5	1	35,295.46	35,295	0.00038	13
		4.4	Simple	17	4,268.79	0.5	1	35,295.46	35,295	0.0034	120
	Micro bus	4.4	Simple	8	4,268.79	0.5	1	16,867.52	16,868	0.0034	57
		8.8	Simple	8	4,268.79	0.5	1	16,867.52	16,868	0.3346	5,644
Vehículos de Carga	C2	11	Simple	91	4,268.79	0.5	1	195,212.19	195,212	0.482	94,092
		22	Simple	91	4,268.79	0.5	1	195,212.19	195,212	2.35	458,748
	C3	11	Simple	15	4,268.79	0.5	1	31,018.78	31,019	0.482	14,951
		36.3	Tándem	15	4,268.79	0.5	1	31,018.78	31,019	1.4325	44,435
Equipo Pesado	V.A	9.9	Simple	5	4,268.79	0.5	1	9,960.51	9,961	0.75205	7,491
		14.3	Simple	5	4,268.79	0.5	1	9,960.51	9,961	0.37775	3,763
	V.C	8.8	Simple	10	4,268.79	0.5	1	21,343.95	21,344	0.3346	7,142
		14	Simple	10	4,268.79	0.5	1	21,343.95	21,344	0.338	7,214
ESAL's por carril de tránsito										643,746.00	

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo un ESAL'S **6.44 E +05 o 643,746.00** repeticiones equivalentes a 18 Kips o 18, 000 lbs para el carril de diseño, en un periodo de 10 años.



CAPÍTULO III.

ESTUDIO DE SUELOS



3.1. TRABAJO DE CAMPO.

3.1.1. Sondeos manuales.

Con el propósito de conocer las condiciones y características del subsuelo a lo largo de los tramos en estudio, la empresa CONSULTRANS en el año 2017 realizó sondeos manuales con una profundidad máxima de 1.50 metros cada uno, los que se distribuyeron de forma racional en todos los tramos en estudio, ubicándose de manera alterna a la izquierda y derecha del eje central (**Ver Tabla 15**).

Tabla- 15: Ubicación de sondeos manuales

Sondeo	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y	Elevación
Sm-1	570385.64	1448994.44	833.71
Sm-2	570380.84	1448918.33	834.07
Sm-3	570381.21	1448822.92	834.32
Sm-4	570387.24	1448688.67	834.98
Sm-5	570377.98	1448873.67	833.90
Sm-6	570375.32	1448817.51	834.48

Fuente: Empresa CONSULTRANS en el año 2017.

Se hizo un recorrido en los alrededores del proyecto, con la finalidad de identificar y muestrear 2 (dos), posibles fuentes de materiales, que pueda suplir al proyecto de material de base y subbase de adecuada calidad.

Las muestras obtenidas en el campo se examinaron y clasificaron In Situ por el personal de campo, tomándose muestras alteradas, correspondiente a cada estrato, las cuales se trasladaron al laboratorio para realizarle los ensayos básicos necesarios.

3.1.2. Resultados de ensayos.

En el sondeo Sm-1 en el estrato superior se observa desde la superficie hasta la profundidad de 0.60 m, un material granular, correspondiente a una grava limosa de mala graduación, que se clasifica del tipo *GP-GM A-1-a (0)*, la fracción fina que contiene este material es de nula plasticidad.

En el estrato inferior, a partir de una profundidad de 0.60 m hasta la profundidad investigada 1.5m, se observa un material elástico, correspondiente a un limo arcilloso, que se clasifica del tipo *MH A-7-5 (18)*, de alta plasticidad.

En el sondeo Sm-2 en el estrato superior se observa desde la superficie hasta la profundidad de 0.40 m, un material granular, correspondiente a una grava limosa de mala graduación, que se clasifica del tipo *GP-GM A-1-a (0)*, la fracción fina que contiene este material es de nula plasticidad.

En el estrato inferior, a partir de una profundidad de 0.40 m hasta la profundidad investigada 1.5 m, se observa un material elástico, correspondiente a un limo arcilloso, que se clasifica del tipo *MH A-7-5 (18)*, de alta plasticidad.

En el sondeo Sm-3, en el estrato superior se observa, desde la superficie, hasta la profundidad de 0.2 m, un material granular, correspondiente a gravas limosas de mala graduación, que se clasifican del tipo *GP-GM A-1-a (0)*, la fracción fina que contiene este material es de nula plasticidad.

En el estrato inferior, a partir de la profundidad de 0.2 metros, hasta la profundidad investigada de 1.50 m, se presenta un material granular, correspondiente a una arena limosa, que se clasifica del tipo *SM A-4 (2)*, cuya fracción fina es de nula plasticidad.

En el sondeo Sm-4, en el estrato superior se observa, desde la superficie, hasta la profundidad de 0.15 m, un material granular, correspondiente a gravas limosas de mala graduación, que se clasifican del tipo *GP-GM A-1-a (0)*, la fracción fina que contiene este material es de nula plasticidad.

En el estrato inferior, a partir de la profundidad de 0.15 m, hasta la profundidad investigada de 1.50 m, se presenta un material granular, correspondiente a una arena limosa, que se clasifica del tipo *SM A-4 (2)*, cuya fracción fina es de nula plasticidad.

En el sondeo Sm-5, en el estrato superior se observa, desde la superficie, hasta la profundidad de 0.20 m, un material granular, correspondiente a gravas limosas de mala graduación, que se clasifican del tipo *GP-GM A-1-a (0)*, la fracción fina que contiene este material es de nula plasticidad.

En el estrato intermedio, a partir de la profundidad de 0.20 m, hasta la profundidad de 0.55 m, se observa un material elástico, correspondiente a un limo arcilloso, que se clasifica del tipo *MH A-7-6 (16)*, de alta plasticidad.

En el estrato inferior, a partir de la profundidad de 0.55 m, hasta la profundidad investigada de 1.50 m, se observa un material fino, correspondiente a una arcilla inorgánica, que se clasifica del tipo *CL A-7-6 (11)*, de alta plasticidad.

En el sondeo Sm-6, en el estrato superior se observa, desde la superficie, hasta la profundidad de 0.20 m, un material granular, correspondiente a gravas limosas de mala graduación, que se clasifican del tipo *GP-GM A-1-a (0)*, la fracción fina que contiene este material es de nula plasticidad.

En el estrato intermedio, a partir de la profundidad de 0.20 m, hasta la profundidad de 0.70 m, se observa un material elástico, correspondiente a un limo arcilloso, que se clasifica del tipo *MH A-7-6 (16)*, de alta plasticidad.

En el estrato inferior, a partir de la profundidad de 0.70 m, hasta la profundidad investigada de 1.50 m, se observa un material fino, correspondiente a una arcilla inorgánica, que se clasifica del tipo *CL A-7-6 (11)*, de alta plasticidad. (Ver Tablas 15, 16 y 17, páginas 33, 34 y 35).

Luego se muestran los CBR correspondientes para cada una de las muestras obtenidas en cada sondeo. (**Ver Tablas 17-19, página 29-30**).

Tabla- 16: Granulometría en muestras de sondeos (Tramo-1).

FECHA :

08/02/2017

PROYECTO :

ADOQUINAMIENTO DE 565 M DE CALLES EN LA CIUDAD DE ESTELÍ

PROCEDENCIA :

SONDEOS DE LÍNEA

ESTACION	DESVIACION METROS	PROFUNDIDAD EN M	MUESTRA No	% QUE PASA POR TAMIZ												CLASIFICACION	
				2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 10	# 40	# 200	L.L.	I.P.	SUCS	AASHTO
Sondeo # 1 Tramo # 1																	
0+296.70		0.00-0.60	1	100	74	52	43	36	31	24	22	11	5	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
0+296.70		0.60-1.50	2							100	98	92	89	66.4	24.3	MH	A-7-5](18)
Sondeo # 2 Tramo # 1																	
0+220.38		0.00-0.40	3	100	74	52	43	36	31	24	22	11	5	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
0+220.38		0.40-1.50	4							100	98	92	89	66.4	24.3	MH	A-7-5](18)
Sondeo # 3 Tramo # 1																	
0+124.53		0.00-0.20	5	100	74	52	43	36	31	24	22	11	5	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
0+124.53		0.20-1.50	6							100	92	59	43	--	NP	SM	A-4 (2)
Sondeo # 4 Tramo # 1																	
0+00		0.00-0.15	7	100	74	52	43	36	31	24	22	11	5	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
0+00		0.15-1.50	8							100	92	59	43	--	NP	SM	A-4 (2)

Fuente: Fuente: Empresa CONSULTRANS en el año 2017.

Tabla- 17: CBR de sondeos de línea (Tramo-1).

CBR DE SONDEOS DE LINEAS						
SONDEO	PROFUNDIDAD	MUESTRA	C. B. R.			CLASIFICACION
Nº	EN METRO	Nº	90%	95%	100%	H. R. B.
Estación 0 + 296.70						
S - 1	0.00 - 0.60	1	29	39	44	A-1-a(0)
S - 1	0.60 - 1.50	2	4	8	9	A-7-5(18)
Estación 0 + 220.38						
S - 2	0.00 - 0.40	3	15	33	50	A-1-a(0)
S - 2	0.40 - 1.50	4	4	8	9	A-7-5(18)
Estación 0 + 124.53						
S - 3	0.00 - 0.20	5	14	27	45	A-1-a(0)
S - 3	0.20 - 1.50	6	9	16	27	A-4 (2)
Estación 0 +000						
S - 4	0.00 - 0.15	7	15	33	50	A-1-a(0)
S - 4	0.15 - 1.50	8	13	18	29	A-4(2)

Fuente: Fuente: Empresa CONSULTRANS en el año 2017.

Tabla- 18: Granulometría en muestras de sondeos (Tramo-2).

TRAMO -2

FECHA :08/02/2017

PROYECTO :ADOQUINAMIENTO O DE 565 MDE CALLES EN LA CIUDAD DE ESTELÍ

PROCEDENCIA :SONDEOS DE LÍNEA

Sondeo # 5 Tramo # 2

0+064.55		0.00-0.20	9	100	74	52	43	36	31	24	22	11	5	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
0+064.55		0.20-0.55	10							100	97	84	75	52.7	23.2	MH	A-7-6 (16)
0+064.55		0.55-1.50	11						100	83	81	70	63	47.1	20.4	CL	A-7-6 (11)

Sondeo # 6 Tramo # 4

0+10.22		0.00-0.20	12	100	74	52	43	36	31	24	22	11	5	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
0+10.22		0.20-0.70	13							100	97	84	75	52.7	23.2	MH	A-7-6 (16)
0+10.22		0.70-1.50	14						100	83	81	70	63	47.1	20.4	CL	A-7-6 (11)

Fuente: Fuente: Empresa CONSULTRANS en el año 2017.

Tabla- 19: CBR de sondeos de línea (Tramo-2).

CBR DE SONDEOS DE LINEAS						
SONDEO	PROFUNDIDAD	MUESTRA	C. B. R.			CLASIFICACION
Nº	EN METRO	Nº	90%	95%	100%	H. R. B.
Estación 0 +064.55						
S - 5	0.00 - 0.20	9	30	38	53	A-1-a(0)
S - 5	0.20 - 0.55	10	2	5	6	A-7-6(16)
S - 5	0.55 - 1.50	11	3	6	7	A-7-6(11)
Estación 0 + 010.22						
S - 6	0.00 - 0.20	12	39	47	55	A-1-a(0)
S - 6	0.20 - 0.70	13	4	7	9	A-7-6(16)
S - 6	0.70 - 1.50	14	4	7	9	A-7-6(11)

Fuente: Fuente: Empresa CONSULTRANS en el año 2017.

Tabla- 20: Límites de Atterberg y clasificación de suelo.

Sondeo N°	Muestra N°	Profundidad (metros)	L.L. (%)	I.P. (%)	Clasificación	
					SUCS	AASHTO
Sm – 1	1	0.00 – 0.60	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
	2	0.60 – 1.50	66.4	24.3	MH	A-7-5](18)
Sm – 2	1	0.00 – 0.40	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
	2	0.40 – 1.50	66.4	24.3	MH	A-7-5](18)
Sm – 3	1	0.00 – 0.20	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
	2	0.20 – 1.50	--	NP	SM	A-4 (2)
Sm-4	1	0.00 – 0.15	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
		0.15 – 1.50	--	NP	SM	A-4 (2)
Sm-5	1	0.00 – 0.20	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
		0.20 – 0.55	52.7	23.2	MH	A-7-6 (16)
		0.55 – 1.50	47.1	20.4	CL	A-7-6 (11)
Sm-6	1	0.00 – 0.20	--	NP	GP-GM	A-1-a (0)
		0.20 – 0.70	52.7	23.2	MH	A-7-6 (16)
		0.70 – 1.50	47.1	20.4	CL	A-7-6 (11)

Fuente: Empresa CONSULTRANS en el año 2017.

Figura- 13: Tipo de suelos por estrato.

	Tramo 1						Tramo 2	Tramo 4			
ESTACIÓN DE SONDEO	0 + 296.70		0 + 220.38		0 + 124.53		0 + 00		0 + 064.55		0 + 10.22
PROFUNDIDAD	S1		S2		S3		S4		S5		S6
0.10 m	A - 1 - a (0)		A - 1 - a (0)		A - 1 - a (0)		A - 1 - a (0)		A - 1 - a (0)		A - 1 - a (0)
0.20 m											
0.30 m											
0.40 m	A - 1 - a (0)		A - 1 - a (0)	Profundidad de corte				A - 7 - 6 (16)		A - 7 - 6 (16)	
0.50 m											
0.60 m											
0.70 m	A - 7 - 5 (18)		A - 7 - 5 (18)	A - 4 (2)		A - 4 (2)		A - 7 - 6 (11)		A - 7 - 6 (11)	
0.80 m											
0.90 m											
1.00 m											
1.10 m											
1.20 m											
1.30 m											
1.40 m											
1.50 m											

Fuente: Empresa CONSULTRANS en el año 2017

En la sección 203 página 107 del manual para la construcción de caminos NIC 2000 indica cortes hasta de **30 centímetros** de profundidad, dados los cálculos de espesores de pavimento obtenemos que estamos dentro del rango permitido, en los estratos obtenidos del sondeo 1 y 2 encontramos suelos de tipo A-1 a (0), sin embargo, serán cortados ya que por estar junto a otros suelos de baja calidad estos están expuestos a la contaminación de los demás suelos.

3.1.3. Pruebas de laboratorio.

Las muestras obtenidas en el campo se reagruparon en el laboratorio para realizar los ensayos necesarios, para tal efecto se utilizaron los procedimientos establecidos por las Normas de la A.S.T.M. y A.A.S.H.T.O. (**Ver Tabla 21**)

Tabla- 21: Ensayos de laboratorio realizados.

Ensayo	Designación ASTM	Designación AASHTO
Granulometría	D-422	T27 – 88
Límite líquido	D-423	T89 – 90
Límite plástico	D-424	T90 – 97

Fuente: Manual para la revisión de Estudios Geotécnicos, 2008, página 8.

3.1.4. Bancos de materiales.

La otra actividad realizada durante la etapa investigativa de campo consistió en la localización de fuentes de materiales que pudieran ser usados durante la construcción del pavimento. Para este proyecto se localizaron directamente los bancos de materiales: **Banco 1 “La Thompson”, Banco 2 “San Pedro”** ubicado a 3.1 kilómetros al oeste de la ciudad de Estelí, ya que son unos de los más cercanos al sitio del proyecto aparte de ser los bancos que presentan mejores características para el diseño de espesores de pavimento.

3.1.5. Estudio de laboratorio para bancos.

A las muestras se les realizaron los ensayos básicos necesarios para su clasificación y análisis, para tal efecto se utilizaron los procedimientos establecidos por las Normas de la A.S.T.M. las que se presentan a continuación:

3.1.5.1. Banco de préstamo # 1 “La Thompson”.

Se localiza a 2 kilómetros al norte de la ciudad de Estelí, ubicado en la comunidad La Thompson. El propietario de este banco es el Sr. Domingo Palacios. El volumen aproximado de este banco es de 27,000 m³, este banco ha sido usado.

El material de este banco corresponde principalmente a una arena con limo y grava tipo A-1-a (0) color café claro. No posee limite liquido ni índice de plasticidad, y sus partículas pasan 70% el tamiz de 1 1/2”, 23% el tamiz No.4, y 9% el tamiz No.200. El PVS máx. es de 1,990 kg/m³, su Humedad Optima de 13.8%, su PVSS es de 1,378 kg/m³, el PVSC de 1,488 y su Factor de Abundamiento de 1.32. El resultado de ensayo de CBR en muestras saturadas y compactadas al 90, 95 y 100% Próctor Modificado, es de 64, 83.4 y 96%, respectivamente. Este material tiene 48% de Desgaste Los Ángeles y 12% de Intemperismo Acelerado.

3.1.5.2. Banco de préstamo # 2 “San Pedro”.

Se localiza a 3.1 kilómetros al oeste de la ciudad de Estelí comunidad San Pedro. El propietario de este banco es el Sr. Bayardo Hurtado. El volumen aproximado de este banco es de 48,000 m³. este banco ha sido usado.

El material de este banco corresponde principalmente a arena arcillosa con grava de baja compresibilidad tipo A-2-6 (0), con índice de grupo cero, color café oscuro, posee 38% de limite líquido, 14% de índice de plasticidad, sus partículas pasan 100% el tamiz de 2”, 49% el tamiz No.4, y 9% el tamiz No.200. El PVS máx. es de 1,811 kg/m³, su Humedad Optima de 12.3%, su PVSS es de 1,410 kg/m³, el PVSC de 1,537 y su Factor de Abundamiento de 1.40. El resultado de ensayo de CBR en muestras saturadas y compactadas al 90, 95 y 100% Próctor Modificado, es de 17, 24 y 33%, respectivamente. Este material tiene 28% de Desgaste Los Ángeles y 7% de Intemperismo Acelerado.

Los materiales obtenidos de los Bancos de Préstamo identificados, de acuerdo con las exploraciones realizadas y a los ensayos de laboratorio efectuados por el laboratorio EDICO, presentan de manera resumida las siguientes características físico mecánicas. **(Ver tabla 22, pág. 34)**

Tabla- 22: Características de los bancos de préstamos identificados

No. Del Banco	% que pasa por tamiz									L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIF. AASHTO	CBR al 95%
	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	#4	#10	#40	#200				
Nº 1			100	84	70	48	14	7	2	..	NP	A-1-a (o)	83.4
Nº 2	100	99	91	84	77	71	62	43	31	37	9	A-2-4 (o)	61
Observaciones: L.L= Limite Liquido, I.P= Índice de Plasticidad													

Fuente: Alcaldía Municipal de Estelí – EDICO.

3.1.6. Consideraciones para elección del banco a utilizar.

3.1.6.1. Consideraciones para la base.

Esta es la capa que se encuentra colocada por debajo de la carpeta de rodamiento, por lo que su ubicación muy cercana a la aplicación de las cargas se requiere materiales de gran calidad y resistencia. Por lo tanto, deben de cumplir las especificaciones que se muestran. (Ver tabla 23)

Tabla- 23: Especificaciones de materiales empleados en una Base-Granular.

Propiedad	Limites	Norma de Prueba
Límite líquido	25% Máx.	AASHTO T-89
Limite plástico	10% Máx.	AASHTO T-90
C.B.R	80% Mín.	AASHTO T-193
Desgaste de los Ángeles	50% Máx.	AASHTO T-96
Intemperismo Acelerado	12% Máx.	AASHTO T-104
Compactación	95% mín. del peso volumétrico seco máx. Obtenido por medio de la prueba Próctor modificado.	AASHTO T-191 y/o T-238

Fuente: Especificaciones Nic-2000.Sección: 1003.09 (a y b). 1003.23.II (b)

3.1.6.2. Consideraciones para la Sub-Base.

Esta se puede definir como aquella capa que se coloca por debajo de la capa base y está alejada de las cargas que resiste directamente la capa de rodamiento, no se requieren materiales de gran resistencia como los de la capa base, por lo que su módulo de elasticidad es menor. Debe de cumplir las especificaciones mostradas. (Ver tabla 24, pág. 35)

Tabla- 24: Especificaciones de materiales empleados en una Base-Granular.

N°	Propiedad	Limites	Norma de Prueba
1	Límite líquido	25% Máx.	AASHTO T-89
2	Límite Plástico	10% Máx.	AASHTO T-90
3	C.B.R	40% Mín.	AASHTO T-193
4	Desgaste de los Ángeles	50% Máx.	AASHTO T-96
5	Intemperismo Acelerado	12% Máx.	AASHTO T-104
6	Compactación	95% mín. del peso volumétrico seco máx. obtenido por medio de la prueba Próctor modificado	AASHTO T-191 y/o T-238

Fuente: Especificaciones Nic-2000.Sección: 1003.09 (a y b). 1003.23.II (a).

3.1.7. Banco de materiales propuesto para la Capa Base.

El Banco de préstamo #1 posee el CBR más altos de los bancos identificados que es de 83.4%, al 95% próctor modificado, se utilizó para hacer la comparativa con los requerimientos mínimos de la Nic-2000, que debe cumplir un banco para poder utilizarse como base.

Tabla- 25: Requerimientos Mínimos para la Capa Base.

Prueba	Requerimiento mínimo NIC-2000	Banco N° 1	Valoración
Graduación	Cuadro 1003.10	Cumple	Cumple
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	48%	Cumple
Intemperismo Acelerado	Máx. 12%	12%	Cumple
Índice de plasticidad	Máx. 10%	No posee	Cumple
CBR al 95% de AASHTO modificado (AASHTO T-180) y 4 días de saturación	Min. 80%	83.4%	Cumple

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

De acuerdo la Tabla 24 página 35 el banco de préstamo “La Thompson” se puede utilizar como fuente de material para la capa base, debido a que el parámetro del ensayo CBR al 95% próctor modificado es mayor a 80%, que es el mínimo permitido por las especificaciones Nic-2000.Sección: 1003.09 (a y b). 1003.23.II (a).

El banco de préstamo “La Thompson” cumple con el ensayo de desgaste de los ángeles, ensayo de Intemperismo acelerado y con los requisitos de graduación según la sección 1003.10 de la NIC 2000, (ver tabla 23).

Tabla- 26: Requisitos Graduación de Agregados (Banco #1).

Cuadro 1003.10 de NIC 2000, Requisitos graduación de agregados.			
Tamiz (mm)	% que debe pasar por los tamices	Banco N° 1	Valoración
75	100	100	Cumple
4.75	30-70	23	Cumple
0.075	0-15	9	Cumple

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

3.1.8. Banco de materiales propuesto para la capa Sub-Base.

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

El banco #2 posee el CBR más bajo que el #1 identificado que es de 61%, al 95% próctor modificado, se utilizó para hacer la comparativa con los requerimientos mínimos de la Nic-2000, que debe cumplir un banco para poder utilizarse como subbase. (Ver Tabla 27)

Tabla- 27: Requerimientos Mínimos para Capa Sub-Base

Prueba	Requerimiento mínimo NIC-2000	Banco N° 2	Valoración
Graduación	Cuadro 1003.10	Cumple	Cumple
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	28%	Cumple
Interperismo Acelerado	Máx. 12 %	7%	Cumple
Índice de plasticidad	Máx. 10%	14%	No Cumple
CBR al 95% de AASHTO modificado (AASHTO T-180)	Min. 40% para Sub-Base	61%	Cumple

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

De acuerdo la **Tabla 28** el Banco de préstamo #2 se puede utilizar como fuente de material para la capa Sub-base, debido a que el parámetro del ensayo CBR al 95% próctor modificado del banco es mayor a 40%, que es el mínimo permitido por la Nic 2000, así mismo no cumple con el ensayo índice de plasticidad.

Tabla- 28: Requisitos de Graduación de Agregados (Banco #2).

Cuadro 1003.10 de NIC 2000, Requisitos graduación de agregados.			
Tamiz (mm)	% que debe pasar por los tamices	Banco N° 2	Valoración
75	100	100	Cumple
4.75	30-70	49	Cumple
0.075	0-15	14	Cumple

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

3.1.9. Elección de los de Bancos a Utilizar para Base y Sub-base.

Como fuente de material para capa **base cumple el banco de préstamo # 1** ya que el CBR al 95% próctor modificado cumple con el mínimo permitido según las especificaciones de la Nic-2000 Sección: 1003.09 (a y b). este banco también cumple con los ensayos de desgaste de los ángeles, Intemperismo acelerado, graduación e índice de plasticidad.

Cabe destacar que el banco de préstamos Domingo palacios posee el CBR al 95% próctor modificado más alto de los tres bancos identificados (83.4%), este banco según los ensayos realizados aplica para utilizarse como material para la capa base y subbase. **(Ver Tabla 29)**

Como fuente de material para la capa **Sub-base se puede utilizar el Banco # 2**, debido a que su resistencia (CBR), se ajusta a las normas mínimas establecidas según la Nic-2000 para ser utilizado como capa subbase. Este banco también cumple con los ensayos de desgaste de los ángeles, Intemperismo acelerado, graduación e índice de plasticidad.

Tabla- 29: Banco de material a utilizar para Base / Sub-Base.

Banco de Diseño	Capa	Condición
Banco LA THOMPSON	Para Base	compactado al 95% Próctor Modificado
Banco SAN PEDRO	Para Sub-base	compactado al 95% Próctor Modificado

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Se decidió utilizar el banco de préstamo **#1 La Thompson**, tanto para la capa base granular, como para la capa sub base por tener excelentes características físico-mecánicas, por otra parte, debido a su ubicación y por su cercanía al tramo de estudio esto tendrá un ahorro importante en relación a los costos de construcción de dicha vía.

3.1.10. Determinación del CBR de diseño.

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio): Ensayo de Relación de Soporte de California, mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y sirve para poder evaluar la calidad del terreno para sub rasante, sub base y base de pavimentos. Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad, y esta normado por la ASTM-D1883 y por la AASHTO T-193. Para la aplicación de este ensayo las muestras se sometieron a saturación por un periodo de 96 horas de anticipación.

La Metodología para la determinación del CBR de Diseño consiste en:

- 1) Identificar los Valores utilizar en el diseño del CBR, los cuales son todos los valores que se encuentran debajo de la línea de la Sub rasante.
- 2) Ordenar los Valores de Menor a Mayor, se determina la frecuencia de cada uno de ellos y el porcentaje de valores iguales o mayores de cada uno.
- 3) Se dibuja un gráfico que represente los valores de CBR contra los porcentajes calculados y con la curva que se obtenga, se determina el CBR con el percentil que corresponda, dependiendo del número de ejes equivalentes en el carril de diseño.

3.1.11. Identificación de la Sub-Rasante.

La sub rasante es la capa de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no sea afectada por las cargas de diseño que corresponde al tránsito previsto.

La capa de rodamiento existente es variable, pero en promedio tiene un espesor de **30 centímetros**, es por eso que para el cálculo del CBR de la sub rasante en este diseño se tomaron los valores de CBR más próximos, por debajo de 60 centímetros, ya que estos son los que recibirán las cargas del tránsito de diseño.

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

Tomando en cuenta que el ESAL's es de **643,746.00** por tanto para nuestro diseño utilizaremos un percentil de 75.00%. (**Ver tabla 30**).

Tabla- 30: Criterio del Instituto de Asfalto para Determinar CBR de diseño.

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

Fuente: Manual AASHTO-93 Design Requirements.

Para nuestro diseño se eligió el percentil de Diseño 75% ya que el capítulo tránsito se obtuvo un valor de **643,746.00** repeticiones equivalentes a 18,000 Libras. En las siguientes **Tablas 31-32, página 40**, se muestran los valores para el cálculo del CBR de la Sub rasante.

Tabla- 31: Valores a utilizar para el Cálculo de CBR de Diseño (Tramo-1).

Muestra	Tipo de Suelo AASHTO	CBR	Frecuencia	Cantidad de valores iguales o mayores	% de Valores Iguales o Mayores
A-7-5	M-2,M-4	8	2	6	100.00%
A-4	M-6	16	1	4	66.67%
A-4	M-8	18	1	3	50.00%
A-1-a	M-3	33	1	2	33.33%
A-1-a	M-1	39	1	1	16.67%

Fuente: Elaborado por Sustentante.

Tabla- 32: Valores a utilizar para el Cálculo de CBR de Diseño (Tramo-2).

Muestra	Tipo de Suelo AASHTO	CBR	Frecuencia	Cantidad de valores iguales o mayores	% de Valores Iguales o Mayores
A-7-6	M-10	5	1	4	100.00%
A-7-6	M-11	6	1	3	75.00%
A-7-6	M-13,M-14	7	2	2	50.00%

Fuente: Elaborado por Sustentante.

El valor de CBR de la sub rasante es el más importante de definir, dado que a través de este se obtendrá el valor del Módulo de Resiliencia (MR) a ser utilizado en el diseño. Con los valores CBR y porcentaje de valores se dibuja un gráfico donde se determina el CBR de diseño para sub rasante.

De acuerdo con el ESAL's, determinado en el estudio de tránsito de este proyecto, y sabiendo que éste será de **643,746.00**; se tomó un valor percentil para el diseño de sub rasante según lo muestran los **Figuras 14-15, págs. 41-42** que es de 75.00% de los valores mayores o iguales, el cual se intersectó con la curva de los valores de CBR, para encontrar el CBR de diseño de la sub rasante para cada tramo.

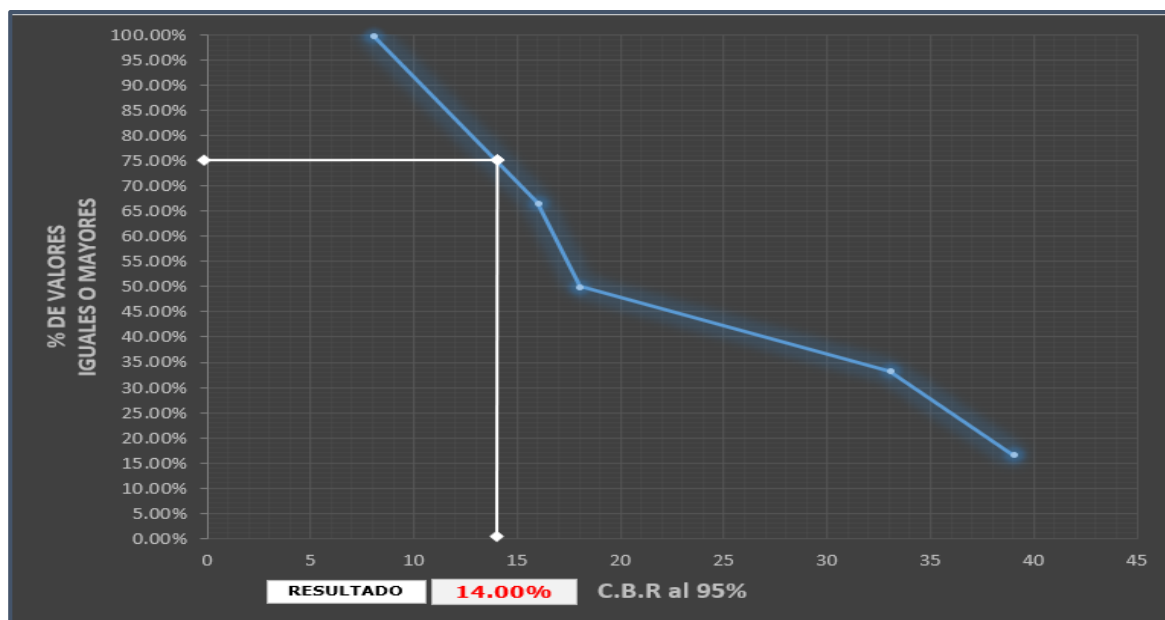
El resultado del CBR de diseño para la sub- rasante fue de **14.00%**, se establece como una muestra representativa de los valores de CBR encontrados en los sondeos de línea para el **Tramo-1**. El cual de acuerdo con la clasificación de CBR de la **Tabla 33, pág. 41**, clasifica a la sub rasante existente como buena, ya que anda en el rango de (10-20) como se muestra a continuación:

Tabla- 33: Clasificación del CBR (Tramo-1).

CBR	Clasificación
0-5	Sub rasante mala
5-10	Sub rasante regular
10-20	Sub rasante buena
20-30	Sub rasante muy buena
30-50	Sub-base buena
50-80	Base buena
80-100	Base muy buena

Fuente: Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Crespo Villalaz 5ta Edición, Pág.113.

Figura- 14: Selección del CBR de diseño (Tramo-1).



Fuente: Elaboración propia.

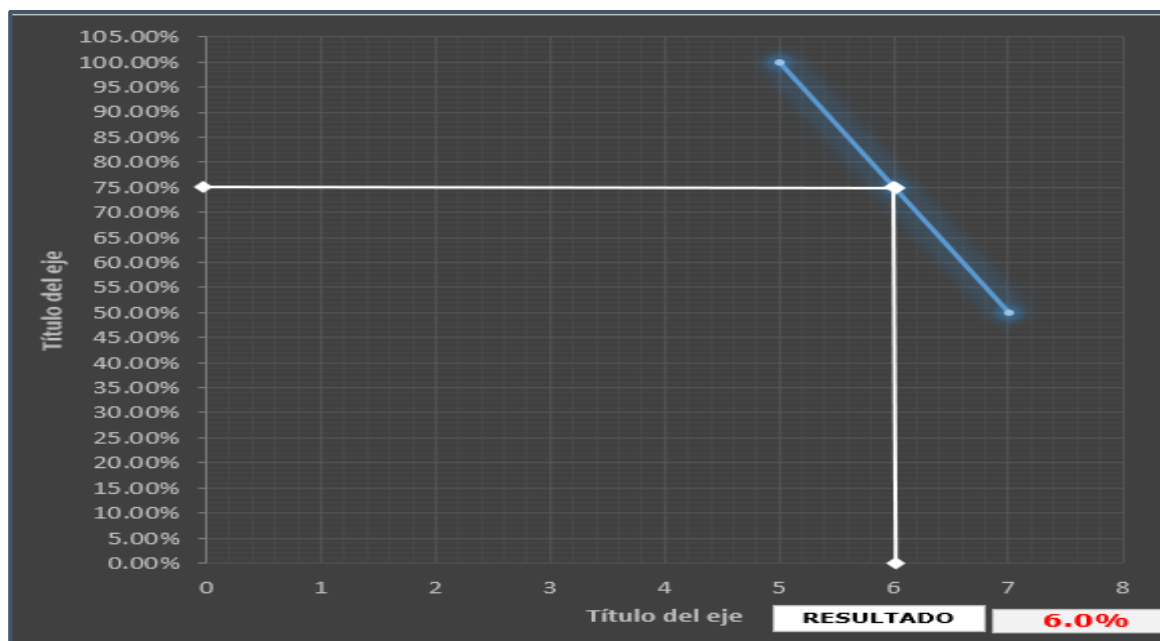
El resultado del CBR de diseño para la sub rasante fue de **6.00%**, se establece como una muestra representativa de los valores de CBR encontrados en los sondeos de línea para el **Tramo-2**. El cual de acuerdo con la clasificación de CBR de la **Tabla 34, pág. 42**, clasifica a la sub rasante existente como regular, ya que anda en el rango de (0-10) como se muestra a continuación:

Tabla- 34: Clasificación del CBR (Tramo-2).

CBR	Clasificación
0-5	Sub rasante mala
5-10	Sub rasante regular
10-20	Sub rasante buena
20-30	Sub rasante muy buena
30-50	Sub-base buena
50-80	Base buena
80-100	Base muy buena

Fuente: Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Crespo Villalaz 5ta Edición, Pág.113.

Figura- 15: Selección del CBR de diseño (Tramo-2).



Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO IV.

LEVANTAMIENTO

TOPOGRÁFICO



4.1. Generalidades.

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de (geodesia) para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana (geométricamente), mientras que para la geodesia no lo es.

Como resultado de nuestro levantamiento obtuvimos un total de 614 puntos de los cuales determinan que las pendientes en general oscilan entre 0.5%-0.8% a excepción del tramo #3 que cuenta con una pendiente pronunciada de 6.47%. En el levantamiento tomamos en cuenta aceras, esquinas de casa, postes de tendido eléctrico, posos de visita sanitaria PVS, cajas de registro, portones de casa y andenes, todo esto tomado como referencia para indicar las delimitaciones que define el derecho a vía del sitio con un espacio de 6 m hasta el borde de aceras y cajas de registro existentes.

De acuerdo a las pendientes del terreno mostradas y según lo indica el Manual Centroamericano de Normas Para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA) en el cuadro 4.17, clasifica este terreno de tipo Llano o plano ya que la mayoría de sus pendientes están en un rango de 0.5%-0.8%.

De acuerdo con la topografía en nuestro estudio el drenaje pluvial tiene salida a finalizar a un canal de una empresa tabacalera ubicada al norte de dicho proyecto.

(Ver Anexos, Ver Fotografías 1-4, páginas XI-XII)

4.2. Procedimiento.

Se utilizó un GPS marca “Garmin modelo Etrex 30” para recepcionar las coordenadas UTM WGS 84 en la zona 16 y se ubica el punto en la ficha, luego se graba el punto en el GPS y para luego introducir esta coordenada en la estación total, se elabora el archivo en la estación.

Para iniciar el levantamiento se toma el punto de inicio del proyecto, posteriormente se localiza el centro de la calle tomando como referencia las cunetas existentes y ubicando el centro, tanto de sur a norte como de este a oeste.

En este punto encontrado plantamos el equipo, para lo cual:

- Se ubica la ficha del PI referenciándose con esquina de casa buscando el centro de la calle.
- Instalamos la estación sobre el trípode y la plomada laser apuntando hacia el punto de la ficha, de igual forma debe estar nivelado respecto al nivel esférico.
- Se crea un trabajo y se asigna un nombre para el proyecto dentro del equipo el cual quedará registrado digitalmente.
- Usando el GPS se recepcionaron las coordenadas y se ubica el punto en la ficha, luego se graba el punto en el GPS y para luego introducir esta coordenada en la estación total, se elabora el archivo en la estación, y ya insertada las coordenadas se toma la altura del instrumento con cinta métrica desde el punto de la ficha hasta la referencia de la estación total, estos dos datos se deben ingresar al instrumento después de haberlo nivelado y orientado al norte franco, se ingresa al equipo la altura del instrumento, las coordenadas y elevación obtenidas mediante el GPS.
- Seguidamente ubicamos un punto fijo para utilizarlo como BM 1 y así mismo iniciamos el levantamiento con el BM1 banco de nivel o b de memoria ubicando el bastón prisma en la marca puesta indicada como BM1.

- Nos enrasamos en la punta del bastón para verificar la plomada del bastón subiendo el lente del aparato para ubicar el prisma, realizamos el levantamiento de dicho punto hasta que el aparato lo tenga registrado procedemos a guardarlo en el equipo y asignarle un nombre para ese punto.
- Los enrases de la punta del bastón prisma se hacen en el BM y en los puntos de cambio para mejor precisión.
- Después proceder a levantar la infraestructura existente como esquina de casa, poste de casa u otra referencia que sea fija, es importante que, durante el levantamiento de los puntos en una pared, esquina de casa, portón, medidor, caja de registro, poste de luz, entre otros, estos deben marcarse con aerosol con un código que identifica que representa dicho punto.
- Al definir los puntos de intersección de la calle se procede a marcar estaciones cada 20 metros sobre la línea central, rotulando las estaciones de paredes de casa, cercos o cunetas.
- Este procedimiento lo utilizamos hasta terminar los metros establecidos en el proyecto, en cada estación todo este proceso es repetitivo con la única diferencia que para cada cambio se realiza un levantamiento de vista atrás, el cual debe ser el punto donde estábamos ubicados anteriormente.
- Plantando el equipo en la segunda estación, de igual forma que en el punto anterior, con la única diferencia que a partir de este no se usa la ubicación norte, sino el levantamiento de vista atrás, trabajamos con la plantada uno o vista a otras que es la plantada inicial para verificar la orientación azimuth inverso y seguimos grabando los puntos de infraestructura existentes. Este proceso se vuelve repetitivo para cada uno de los puntos de cambio.

- Una vez terminado el levantamiento se inserta memoria USB al equipo para extraer el levantamiento en un tipo de archivo CSV para luego procesarlo en el software Civil CAD versión 2018, este graficará la geometría de acuerdo con los puntos levantados y así mismo indicará los volúmenes de corte y relleno, pendientes, y geometría en planta.

Como ejemplo se muestran así las coordenadas:

Tabla- 35: Coordenadas UTM por código.

<u>Número</u>	<u>Coord. UTM X</u>	<u>Coord. UTM Y</u>	<u>ELEV (msnm)</u>	<u>Código</u>
A	570387.00	1448699.00	835.00	Plantar Estación Total
1	570398.03	1448697.75	835.10	Caite Cuneta
2	570394.17	1448697.50	835.07	Caite Cuneta
3	570391.82	1448698.56	835.05	Caite Cuneta
4	570389.92	1448701.03	835.06	Caite Cuneta

Ver consolidado del Levantamiento Topográfico en la **Tabla 66** ubicada en Anexos, páginas XIII-XXVIII



CAPÍTULO V.

ESTUDIO HIDROLÓGICO



5.1. CÁLCULO HIDROLÓGICO.

Para el estudio hidrológico se utilizaron los datos hidrológicos proporcionados por INETER de la estación Condega, al ser esta la más cerca al proyecto y utilizando los criterios de la Guía Hidráulica para el Diseño de Estructuras de Drenaje en Caminos Rurales (PAST-DANIDA).

Se procedió a delimitar las microcuencas en el tramo de estudio haciendo uso de Google Earth Pro (**Ver Figura 16**). De manera similar se puede apreciar los datos generales para cada microcuenca (**Ver Tablas 36 y 37, página 48**).

Figura- 16: Micro Cuencas.



Fuente: www.googleearth.com

Tabla- 36: Datos generales de microcuencas para cuneta

Sub-Cuencas	Est. Inicial	Est. Final	Área (km2)	HMax (msnm)	Hmin (msnm)	L. Cuenca (m)
M.C.1	0+227.19	0+296.69	0.001007	833.91	833.31	68.80
M.C.2	0+220.36	0+296.69	0.001212	834.07	833.31	71.20
M.C.11	0+124.50	0+220.36	0.001051	834.32	834.07	89.30
M.C.14	0 + 00	0+124.50	0.001527	834.98	834.32	113.00

Fuente Propia

Tabla- 37: Datos generales de microcuencas para vados

Sub-Cuencas	Est. Inicial	Est. Final	Área (km2)	Hmax (msnm)	Hmin (msnm)	L. Cuenca (m)
M.C.3	0+060.15	0+124.69	0.000739	835.77	834.00	59.40
M.C.4	0+00	0+060.15	0.000633	834.00	833.84	54.70
M.C.5	0+069.36	0+124.69	0.000448	835.77	834.07	54.30
M.C.6	0+00	0+054	0.001163	834.04	833.84	56.20
M.C.7	0+00	0+84.06	0.001047	834.51	833.85	80.40
M.C.8	0+00	0+84.06	0.001144	834.51	833.85	83.30
M.C.9	0+124.50	0+215.54	0.000994	834.32	833.90	80.70
M.C.10	0+00	0+69.78	0.000898	834.55	834.23	48.80
M.C.12	0+00	0+51.48	0.001088	834.33	834.23	54.40
M.C.13	0+00	0+117.79	0.001500	834.98	834.31	115.00

Fuente Propia

5.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL (MÉTODO RACIONAL).

La estimación de los caudales máximos se calculó en base al Método Racional, el cual se basa en la determinación del coeficiente de escorrentía a partir de las precipitaciones.

$$Q = 0.2778 * C * I * A \quad EC 7$$

Dónde:

Q: Caudal (m³/s).

I : Intensidad de la lluvia (mm/hora).

A: Área de drenaje de la sub cuenca (km²).

C: Coeficiente de escorrentía.

5.2.1. Período de Retorno.

La precipitación máxima esperada es un tema relativamente complejo, puesto que de esto depende el grado de seguridad ante las inundaciones, es decir, el período de retorno de esta. Según el criterio del Past-Danida. (Ver Tabla 38)

Tabla- 38: Periodos de retorno (Sc).

Obra de Drenaje: Cunetas	
Periodo de Retorno (PR)	Tipo de Obra
25 años	Cunetas
2 años	Badenes

Fuente: PAST-DANIDA, 2004

5.2.2. Pendiente.

Es la pendiente de cada cauce, se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$Sc = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}}{L} \quad EC 8$$

Dónde:

Sc: Pendiente en m/m.

H_{máx}: Elevación máxima de la sub cuenca.

H_{mín}: Elevación mínima de la sub cuenca.

L: Longitud.

5.2.3. Coeficiente de Escorrentía (C).

El coeficiente de escorrentía “C” depende de tres factores; el tipo de suelo, el uso del suelo y de la pendiente del suelo, se define como la proporción de la precipitación total que circula hacia el drenaje y está dada por la ecuación:

$$C = U_s * T_s * P_t \quad EC 9$$

Dónde:

C: Coeficiente de escorrentía.

U_s: Uso del suelo.

T_s: Tipo de suelo.

P_t: Pendiente del terreno en %

Tabla- 39: Escorrentías para cunetas.

Sub Cuenca	Obra de Drenaje	Uso del Suelo	Us	Tipo de Suelo	Ts	Pendiente del Terreno (%)	Pt	Coefficiente de escorrentía (C)
M.C. 1	Cuneta	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 2	Cuneta	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 11	Cuneta	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 14	Cuneta	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla- 40: Escorrentías para vados.

Sub Cuenca	Obra de Drenaje	Uso del Suelo	Us	Tipo de Suelo	Ts	Pendiente del Terreno	Pt	Coefficiente de escorrentía (C)
M.C. 3	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	5.1 - 10.00	2.00	0.60
M.C. 4	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 5	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	5.1 - 10.00	2.00	0.60
M.C. 6	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 7	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 8	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 9	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 10	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 12	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30
M.C. 13	Vado	Zona Urbana	0.20	Impermeable	1.50	0.0 - 3.00	1.00	0.30

Fuente: Elaboración propia

Los valores del tipo de suelo, uso de suelo y pendiente del terreno son tomados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla- 41: Factores para coeficientes de escorrentía.

Ítems	Factores
Uso de suelo	0.20
Tipo de suelo	1.50
Pendiente del terreno	1.00

Fuente: Loaisiga, Lanzas & Tirado, 2011.

5.2.4. Tiempo de Concentración.

Se puede definir como el tiempo que demora en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto a la salida de la cuenca hidrográfica. Se calcula aplicando el método del proyecto Hidro meteorológico Centroamericano.

$$Tc = 0.0041 * \left(\frac{3.28 * L}{\sqrt{Sc}} \right) \quad EC 10$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración en minutos.

L: Longitud máxima en metros.

Sc: Pendiente media del terreno.

Tabla- 42: Tiempos de concentración obtenidos para cunetas.

Sub-Cuencas	Longitud de cuenca	Sc	tc	tc PAST-DANIDA
M.C. 1	68.80	0.0087	1.65	5.00
M.C. 2	71.20	0.0107	1.57	5.00
M.C. 11	89.30	0.0028	3.13	5.00
M.C. 14	113.00	0.0058	2.82	5.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla- 43: Tiempos de concentración obtenidos para vados.

Sub-Cuencas	Longitud de cuenca	Sc	tc	tc PAST-DANIDA
M.C. 3	59.40	0.0298	0.92	5.00
M.C. 4	54.70	0.0029	2.11	5.00
M.C. 5	54.30	0.0313	0.84	5.00
M.C. 6	56.20	0.0036	2.00	5.00
M.C. 7	80.40	0.0082	1.91	5.00
M.C. 8	83.30	0.0079	1.99	5.00
M.C. 9	80.70	0.0052	2.28	5.00
M.C. 10	48.80	0.0066	1.41	5.00
M.C. 12	54.40	0.0018	2.51	5.00
M.C. 13	115.00	0.0058	2.86	5.00

Fuente: Elaboración propia

5.2.5. Intensidad Duración Frecuencia.

La intensidad se expresa como el promedio de la lluvia en mm/hora para un periodo de retorno determinado y una duración igual al tiempo de concentración (T_c) de la cuenca. Los valores de las intensidades se pueden obtener a partir de las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) que elabora INETER o determinarse mediante cálculo con las ecuaciones que se ajustan a dichas curvas calculadas por el mismo instituto.

$$I = \frac{A}{(T_c + d)^b} \quad \text{EC 11}$$

Dónde:

I : Intensidad de lluvia (mm/hora)

A, b y d : Valores determinados con los datos de intensidad de lluvia.

Para realizar este cálculo se utilizarán los valores de la estación meteorológica de Condega en el departamento de Estelí que es la más cercana al proyecto, considerando un periodo de retorno de 25 años para cunetas y 2 años para vados. (Ver Tabla 38, página 49).

Tabla- 44: Cálculo de caudales para cunetas.

Cuenclas cunetas									
Sub-Cuencla	Periodo de Retoro (años)	Área (km ²)	C	tc (Minuto)	A	d	b	I (mm/hor)	Caudal (m ³ /s)
M.C. 1	25.00	0.001007	0.30	5.00	4502.393	22.0	0.969	184.694	0.016
M.C. 2	25.00	0.001212	0.30	5.00	4502.393	22.0	0.969	184.694	0.019
M.C. 11	25.00	0.001051	0.30	5.00	4502.393	22.0	0.969	184.694	0.016
M.C. 14	25.00	0.001527	0.30	5.00	4502.393	22.0	0.969	184.694	0.024

Fuente: Elaboración propia

Tabla- 45: Cálculo de caudales para vados.

Cuencas vados									
Sub-Cuencas	Periodo de Retorno (años)	Área km ²	C	tc (minutos)	A	d	b	I mm/hora	Caudal (m ³ /s)
M.C. 3	2	0.000739	0.60	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.014
M.C. 4	2	0.000633	0.30	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.006
M.C. 5	2	0.000448	0.60	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.009
M.C. 6	2	0.001163	0.30	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.011
M.C. 7	2	0.001047	0.30	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.010
M.C. 8	2	0.001144	0.30	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.011
M.C. 9	2	0.000994	0.30	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.010
M.C. 10	2	0.000898	0.30	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.009
M.C. 12	2	0.001088	0.30	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.011
M.C. 13	2	0.001500	0.30	5.0	3269.357	19	1.047	117.322	0.015

Fuente: Elaboración propia

5.3. DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS PROPUESTAS.

Para el dimensionamiento de las estructuras de drenaje (cunetas y vados) a trabajar en el tramo se realizó el diseño hidráulico, aplicando el software H canales que tiene su base teórica en la fórmula de Manning y a la vez usando sus coeficientes de rugosidad. **(Ver Anexos, figuras desde la 33 hasta la 46, a partir de la página XXXV)**

5.3.1. Coeficiente de Rugosidad.

Son valores adimensionales dados para el tipo de material por la cual estará conformada la estructura de drenaje (cunetas, vados), en nuestro caso se utiliza un valor de $n=0.013$.

5.3.2. Dimensionamiento de cunetas y vados.

A continuación, se presenta el chequeo de la sección de cuneta con diferentes caudales y pendientes, considerando las pendientes y el tipo de material a utilizar.

Tabla- 46: Parámetros hidráulicos de cunetas.

Cuneta	Caudal (m ³ /s)	Tirante hidráulico (m)	Espejo de agua (m)	Área hidráulica (m ²)	Tipo de flujo
M.C. 1	0.016	0.1314	0.2627	0.0173	Sub crítico
M.C. 2	0.019	0.3196	0.6393	0.1022	Sub crítico
M.C. 11	0.016	0.1625	0.3250	0.0264	Sub crítico
M.C. 14	0.024	0.1650	0.3301	0.0272	Sub crítico

Fuente: Elaboración propia.

Tabla- 47: Parámetros hidráulicos de vados.

Cuneta	Caudal (m ³ /s)	Tirante hidráulico (m)	Espejo de agua (m)	Área hidráulica (m ²)	Tipo de flujo
M.C. 3	0.000739	0.0244	1.6284	0.0199	Sub crítico
M.C. 4	0.000633	0.0275	1.8343	0.0252	Sub crítico
M.C. 5	0.000448	0.0205	1.3671	0.0140	Sub crítico
M.C. 6	0.001163	0.0332	2.2110	0.0367	Sub crítico
M.C. 7	0.001047	0.0332	2.2110	0.0367	Sub crítico
M.C. 8	0.001144	0.0297	1.9912	0.0297	Sub crítico
M.C. 9	0.000994	0.0286	1.9080	0.0273	Sub crítico
M.C. 10	0.000898	0.0275	1.8304	0.0251	Sub crítico
M.C. 12	0.001088	0.0378	2.5178	0.0297	Sub crítico
M.C. 13	0.001500	0.0341	2.2712	0.0251	Sub crítico

Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO VI.

DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO ARTICULADO



6.1. MÉTODO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE (AASHTO-93).

El método requiere información basada en las características y propiedades de los materiales que conforman los suelos de cada capa de la estructura, así como la composición vehicular que someterá la estructura de pavimento a las cargas variables de tránsito.

Los criterios que considera el método para el cálculo de espesores de capa son:

1. Determinar el número de Ejes Equivalentes (ESAL's)
2. Obtener las Variables de diseño:
 - Factores Equivalente de Carga
 - Peso por ejes
 - Serviciabilidad
 - Confiabilidad deseada
 - Desviación Estándar
 - Módulo de Resiliencia
3. Establecer las Propiedades de los materiales de cada capa, representada por los coeficientes estructurales (a_i).
4. Calcular los espesores del pavimento considerando el esfuerzo a la compresión de cada capa.

6.1.1. Serviciabilidad.

La serviciabilidad de un pavimento se define como la capacidad de servir al tipo de tráfico para el cual fue diseñado el tramo, con el fin de dar mayor confort a los usuarios.

6.1.1.1. Índice de serviciabilidad inicial (P_o).

Este valor refleja el grado de calidad inicial del tramo durante la construcción, según la AASHTO 93 el valor óptimo para pavimentos articulados y flexible es 4.2, obtenido experimentalmente.

6.1.1.2. Índice de serviciabilidad final (P_t).

Es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario el tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía. Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas se toma un valor de 1.8 a 2.

En el tramo de estudio se aplicará un valor de 2 debido a la corta vida útil del pavimento articulado ya que es menor en comparación con un pavimento rígido y de esta manera se notará una pérdida de serviciabilidad mayor.

6.1.1.3. Pérdida de Serviciabilidad (ΔPSI).

Es la diferencia que existe entre la serviciabilidad inicial y la serviciabilidad final. Entre menor sea el ΔPSI , mayor será la capacidad de carga del pavimento antes de fallar.

$$\Delta PSI = P_t - P_0 \quad \text{EC 12}$$

Donde:

ΔPSI : Pérdida de serviciabilidad.

P_t : Índice de serviciabilidad final.

P_0 : Pérdida de serviciabilidad inicial.

En el tramo de estudio la pérdida de serviciabilidad obtenida es de **2.2**.

6.1.2. Confiabilidad (R).

El nivel de confiabilidad se obtiene según la clasificación funcional de caminos. Para este diseño se toma una confiabilidad de 80% por ser una carretera clasificada como local ubicada en la zona urbana. (**Ver Tabla 48, página 57**)

Tabla- 48: Niveles de confiabilidad recomendados por la AASHTO.

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona Rural
Rurales interestatales y autopistas	85-99.9	85-99.9
Arterias principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO, 1993.

6.1.3. Desviación estándar.

Este parámetro está directamente ligado al nivel de confiabilidad elegido para la vía. Corresponde a la función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio. La guía de la AASHTO-1993 recomienda adoptar valores de S_o comprendidos dentro de los siguientes intervalos:

Tabla- 49: Nivele de confiabilidad recomendados por la AASHTO.

Desviación estándar (S_o)		
Condición	Pavimento Rígido	Pavimento Flexible
Construcción nueva	0.35	0.45
Sobre capas	0.39	0.4M9

Fuente: AASHTO, 1993.

6.1.4. Módulo de Resiliencia de la sub rasante (MR).

La base para la caracterización de los materiales de sub rasante en este método es el módulo resiliente, el cual es una medida de la propiedad elástica de los suelos y se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición, por lo tanto, se han establecido correlaciones para calcularlo a partir de otros ensayos, como el CBR.

Cuando $CBR < 10\%$

$$M_R = 1,500 * CBR \quad \text{EC 13}$$

$$M_R = 1,500 * 7.4\% * 100 = 11,100 \text{ PSI}$$

Cuando $CBR > 10\%$

$$M_R = 4,326 * \ln(CBR) + 241 \quad \text{EC 14}$$

En este caso como se obtuvo un CBR de diseño para la sub rasante de **6.00%** para el **Tramo-2**, utilizaremos el segundo criterio para calcular el Módulo Resiliente de la sub rasante, por tanto:

$$Mr = 1500 * CBR$$

$$Mr = 1500 * (6.00\%)$$

$$Mr = 9,000.00 \text{ psi.}$$

En este caso como se obtuvo un CBR de diseño para la sub rasante de **14.00%** para el **Tramo-1**, utilizaremos el segundo criterio para calcular el Módulo Resiliente de la sub rasante, por tanto:

$$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241$$

$$Mr = 4326 * \ln(14.00\%) + 241$$

$$Mr = 11,658.00 \text{ psi.}$$

6.1.5. Coeficiente de drenaje.

El drenaje de agua en los pavimentos debe ser considerado como parte importante en el diseño de carreteras. El exceso de agua combinado con el incremento de volúmenes de tránsito y cargas se anticipa con el tiempo para ocasionar daños a las estructuras del pavimento.

En este caso se considera un coeficiente de drenaje de $m_i = 1.00$, con el fin de garantizar un excelente drenaje de aguas pluviales y así evitar una posible saturación que pueda conllevar a daños sobre la carpeta de rodamiento. (**Ver Tabla 50, pag.59**)

Tabla- 50: Coeficientes de drenaje para pavimentos articulados.

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

Fuente: AASHTO, 1993.

6.1.6. Coeficientes de las capas estructurales.

Además del coeficiente de drenaje, existen otros factores estructurales que involucran las características y propiedades de los diferentes materiales que formarán parte del paquete estructural. El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente a_i los cuales son requeridos para el diseño estructural normal del pavimento flexible.

Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales, siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura de pavimento. Estos, se representan con la siguiente simbología:

a_1 : Para la carpeta de rodamiento.

a_2 : Para la base.

a_3 : Para la subbase.

6.1.7. Coeficiente estructural de la carpeta de rodamiento a_1 .

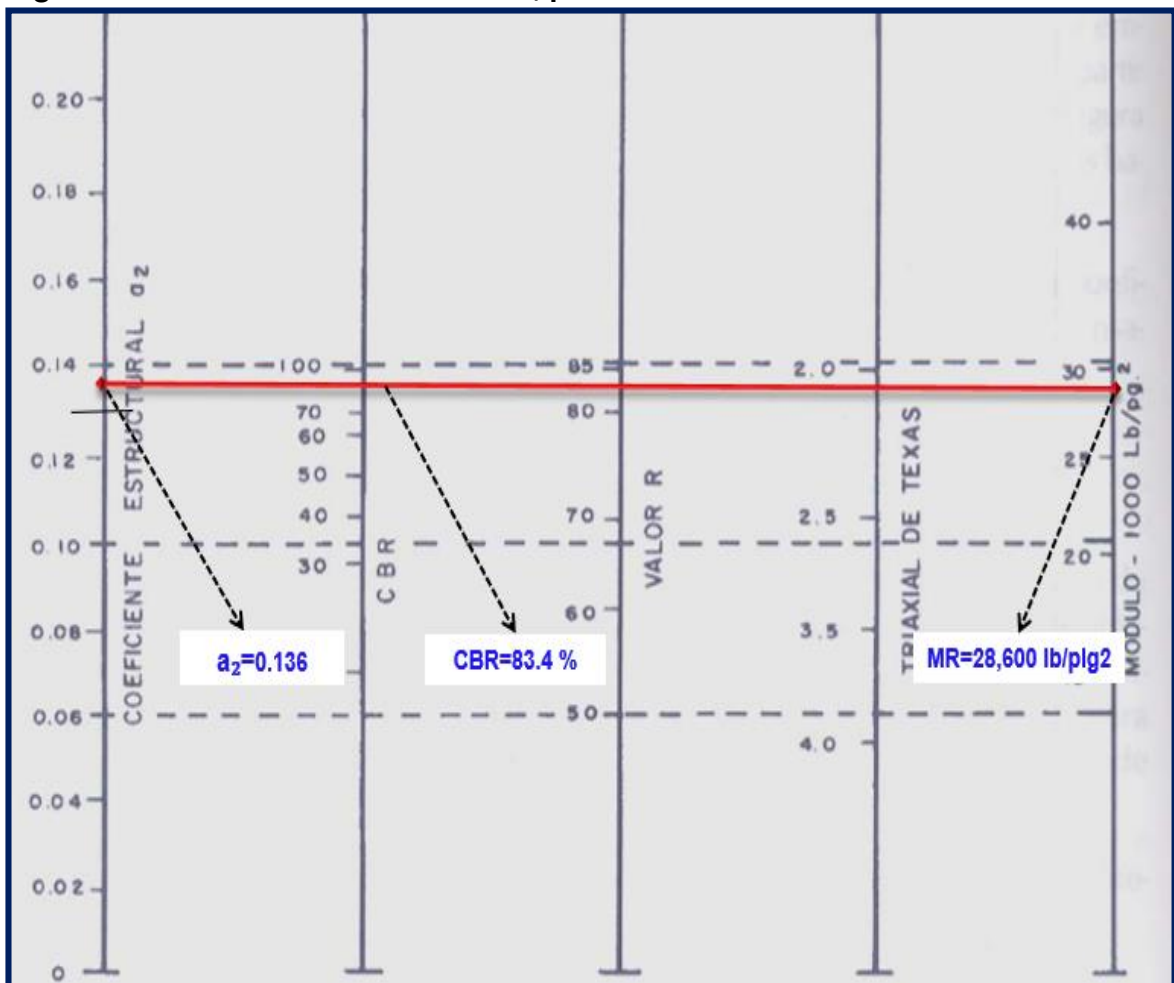
El coeficiente estructural para el diseño de espesores con adoquín ya está definido en el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, en el capítulo 7, página 107, cuyo valor es de $a_1=0.45$.

6.1.8. Coeficiente estructural para base a2.

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

De acuerdo con la línea trazada en el nomograma se obtuvo en la escala izquierda un coeficiente estructural de $a_2 = 0.136$ y en la escala derecha un módulo resiliente para base granular de $Mr = 28,600$ psi.

Figura- 17: Coeficiente estructural a_2 , para Base Granular no tratada.

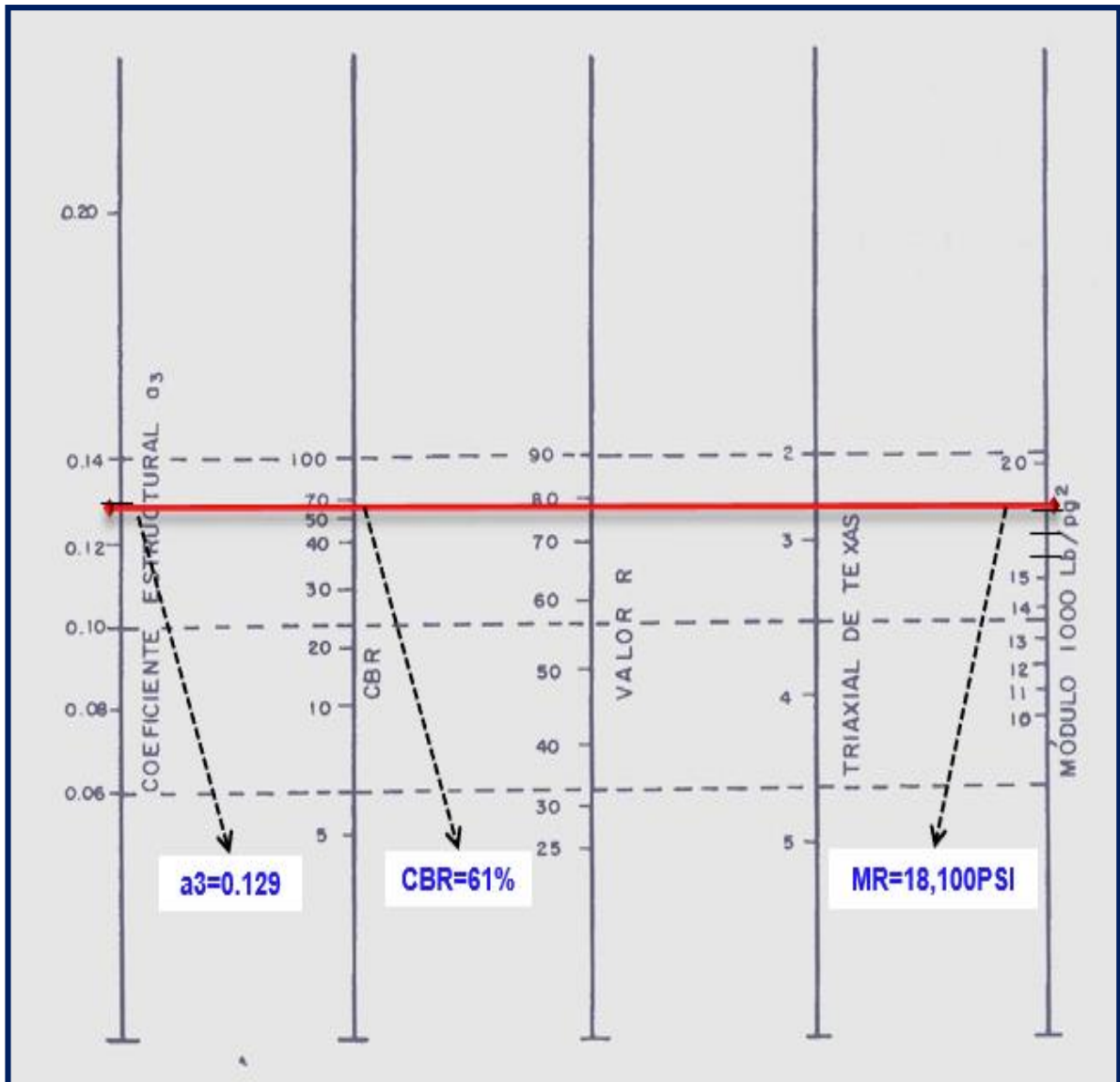


Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

6.1.9. Coeficiente estructural para sub- base a3.

El valor de CBR usado para el cálculo de la Sub-Base es igual a **61%** que corresponde al **Banco N°1**, de acuerdo con la línea trazada en el nomograma se obtuvo en la escala izquierda un coeficiente estructural de **$a_3 = 0.129$** y en la escala derecha un módulo resiliente para base granular de **$Mr = 18,100 \text{ PSI}$** .

Figura- 18: Coeficiente estructural a_3 , para Sub-Base Granular.



Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93, pág. 3-35.

6.1.10. Números estructurales aportados y determinación de espesores.

La ecuación utilizada para el diseño de pavimento flexible deriva de la información obtenida empíricamente por la AASHTO ROAD TEST. La fórmula general que se usará para determinar los espesores del pavimento es la siguiente:

$$SN = SN_1 + SN_2 + SN_3 = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 = a_1 m_1 + a_2 m_2 + a_3 m_3 \quad \text{EC 15}$$

Donde:

SN : Número estructural.

a_1, a_2, a_3 : Coeficientes estructurales o de capas.

D_1, D_2, D_3 : Espesores de las capas en pulgada para la carpeta asfáltica, base y subbase.

m_1, m_2, m_3 : Coeficientes de drenaje de las capas.

El número estructural está basado en que las capas granulares tratadas, deben estar perfectamente protegidas de presiones verticales excesivas, que lleguen a producir deformaciones permanentes. El procedimiento para el cálculo de espesores consiste primero en calcular el SN sobre la Sub-Rasante, después se calculan los SN necesarios sobre las capas de Sub – Base y Base.

6.1.11. Determinación de números estructurales.

Para calcular el número estructural SN_1 se toma en cuenta el espesor de la capa de rodamiento, para este diseño es de 4 pulgadas, por estar compuesta de adoquín y el coeficiente estructural a_1 anteriormente descrito entonces:

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

$$SN_1 = a_1 \cdot D_1 \quad \text{Ec. 16}$$

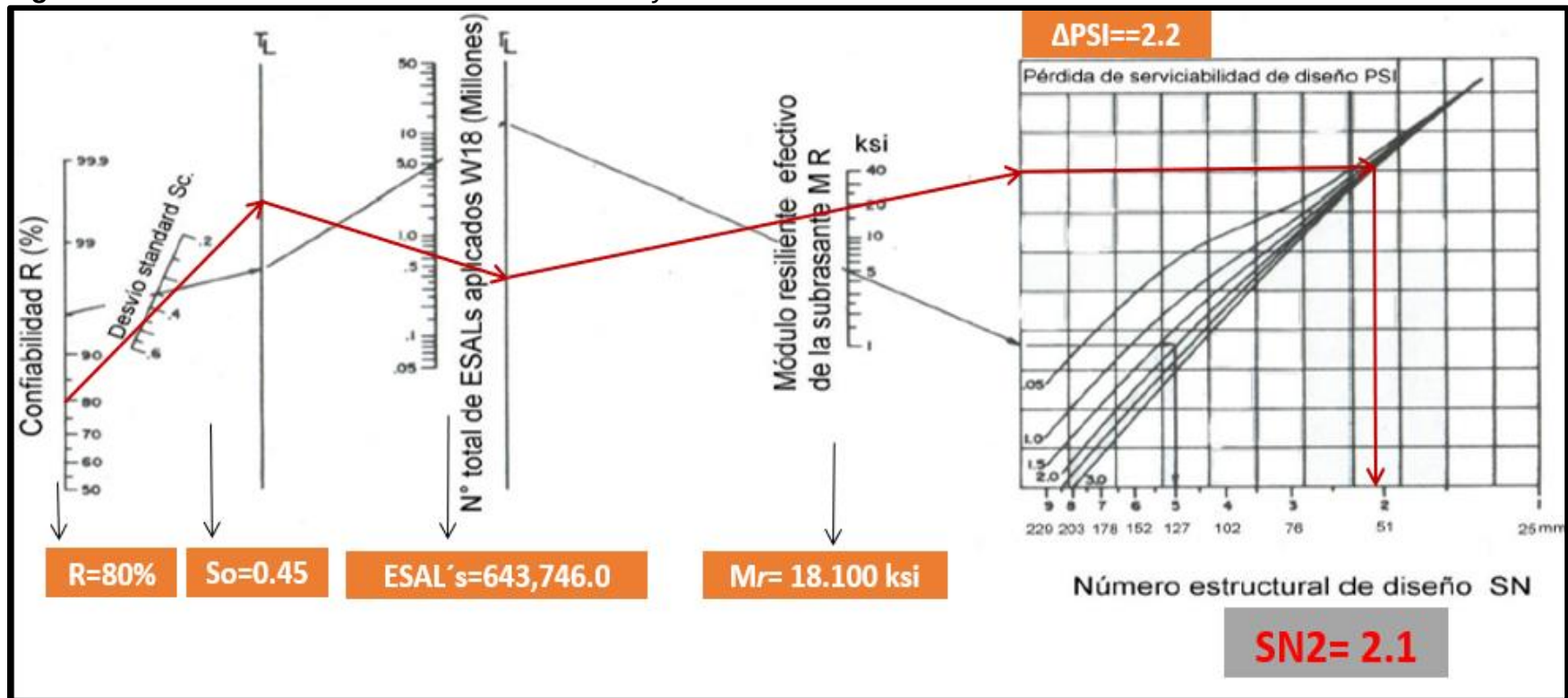
$$SN_1 = (0.45) \times (4.00)$$

$$SN_1 = 1.8 \text{ pulg.}$$

Para el cálculo de SN_2 y SN_3 se utilizó el Ábaco establecido por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993), obteniendo un SN para la subbase $SN_2=2.1$ y Base $SN_3= 2.55$. (Ver Gráfico 19-20 , páginas 63-64).

Para el cálculo de **SN₂**, será el mismo para **ambos tramos**, se utilizó el Ábaco establecido por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993).

Figura- 19: Obtención del Numero estructural SN₂ y SN₃.

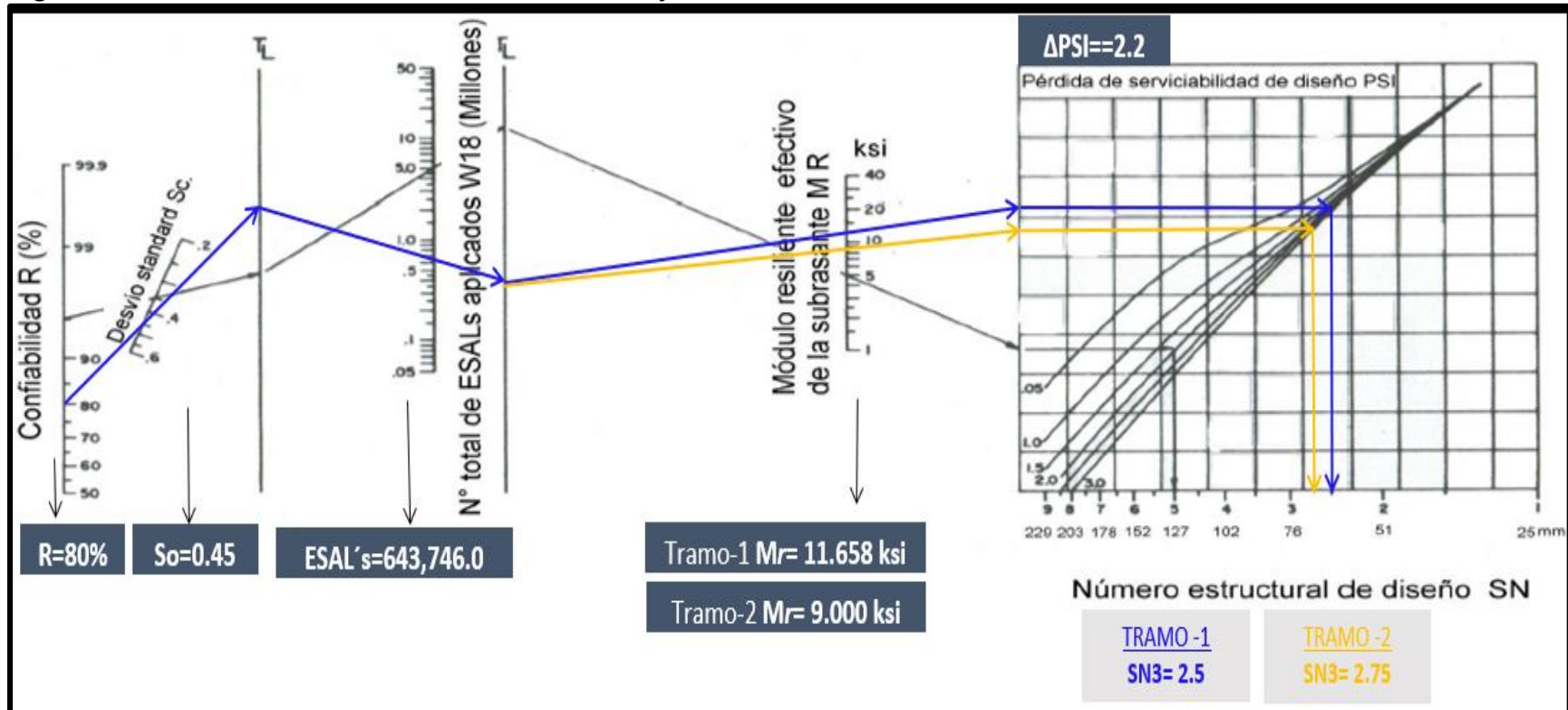


Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93, pág. 145.

De acuerdo con el módulo resiliente se obtiene un **SN₂** de **2.10 pulgadas** para proteger **ambos tramos**.

Para el cálculo de SN_3 ($SN_{requerido}$), para el **tramo-1** y **tramo-2**, se utilizó el Ábaco establecido por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993).

Figura- 20: Obtención del Numero estructural SN_2 y SN_3 .



Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93, pág. 145.

6.1.12. Cálculo de espesores de pavimento.

6.1.12.1. Cálculo del espesor de la Base (Tramo 1).

Teniendo en cuenta que es conocido el valor de SN1, entonces el valor del coeficiente estructural de la base se obtiene de la siguiente manera:

Para Tramo-1:

Base (D₂):

$$D_2 = (SN_2 - SN_1) / (a_2 * m_2) \quad \text{Ec. 17}$$

$$D_2 = (2.10 - 1.8) / (0.136 * 1.00)$$

$$D_2 = 2.21'' \text{ pulgadas.}$$

Las **2.21 pulgadas** será el espesor que se requiere para que D₂ (Base), para que resista las tensiones verticales excesivas que producirán las deformaciones permanentes, comprobando este espesor de acuerdo con la **Tabla 51**, de espesores mínimos resulta que para el ESAL's de diseño de **643,746.00** el espesor mínimo de la base granular es **6.00 pulgadas**. Por lo cual se procedió hacer la corrección en base al espesor mínimo sugerido por la AASHTO-93.

Tabla- 51: Espesores mínimos sugeridos por capa.

Numero de ESAL's	Espesor mínimo (pulgadas)	
	Asfalto	Base Granular
Menos de 50,000	1	4
50,000 - 150,000	2	4
150,000 – 500,000	2.6	4
500,000 - 2,000,000	3	6
2,000,000 - 7,000,000	3.6	6
Más de 7,000,000	4	6

Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93, pág. 147.

Se corrige el número estructural utilizando el espesor sugerido de **6.00 pulgadas** para **tramo-1**:

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2 \quad \text{Ec. 18}$$

$$SN_2 = (0.136) * (6.00) * (1.00)$$

$$SN_2 = 0.816.$$

El número estructural (SN_2) corregido valor para la base resulta de 0.816 para tramo-1.

6.1.12.2. Cálculo del espesor de la Subbase (D_3) para tramo-1.

Teniendo en cuenta que es conocido el valor de SN_1 , entonces el valor del coeficiente estructural de la base se obtiene de la siguiente manera:

Para el Tramo-1 Para la Sub-base (D_3):

$$D_3 = SN_3 - (SN_2 + SN_1) / (a_3 * m_3) \quad \text{Ec. 19}$$

$$D_3 = 2.50 - (0.816 + 1.80) / (0.129 * 1.00)$$

$$D_3 = -0.90 \text{ pulgadas.}$$

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

Comprobación para el tramo-1:

$$SN_1 + SN_2 \geq SN \text{ Requerido} \quad \text{Ec. 20}$$

$$1.8 + 0.816 \geq 2.50$$

$$2.62 \geq 2.50 \quad \text{¡O. K CUMPLE!}$$

6.1.12.3. Espesores Finales de Diseño (Tramo-1).

En base al análisis y a los resultados obtenidos, la carpeta de rodamiento del tramo-1, será de **4.00 pulgadas** ya que este caso se utilizará adoquín y la base granular será de **6.00 pulgadas**, en este diseño no es necesario la capa Subbase, a continuación, se detallan son los siguientes espesores de diseño. (Ver Tabla 52, pág. 67)

Tabla- 52: Espesores de Diseño (tramo-1).

Capa	Condición	Espesor	
		Pulgadas	Centímetros
Capa de rodamiento (Adoquín)	Resistencia de 3500 psi	4"	10.16 cm
Cama de arena	Pasar 100% la malla 4	2"	5.08 cm
Base granular Estabilizada	11,658 psi	6"	15.24 cm
Sub-base no tratada	-	-	-
Espesor Total Requerido		12"	30.5"

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la **Figura 21** se muestra la estructura de pavimento total que es de **12 pulgadas**.

Figura- 21: Estructura Final de Pavimento (tramo-1).



Fuente: Elaboración propia.

6.1.12.4. Cálculo del espesor de la Base (Tramo 2).

Teniendo en cuenta que es conocido el valor de SN₁, entonces el valor del coeficiente estructural de la base se obtiene de la siguiente manera:

Para Tramo-2:

Base (D₂):

$$D_2 = (SN_2 - SN_1) / (a_2 * m_2) \quad \text{Ec. 17}$$

$$D_2 = (2.10 - 1.8) / (0.136 * 1.00)$$

$$D_2 = 2.21'' \text{ pulgadas.}$$

Las **2.21 pulgadas** será el espesor que se requiere para que **D₂** (Base), para que resista las tensiones verticales excesivas que producirán las deformaciones permanentes, comprobando este espesor de acuerdo con la **Tabla 51, pag. 65**, de espesores mínimos resulta que para el ESAL's de diseño de **643,746.00** el espesor mínimo de la base granular es **6.00 pulgadas**. Por lo cual se procedió hacer la corrección en base al espesor mínimo sugerido por la AASHTO-93.

Se corrige el número estructural utilizando el espesor sugerido de **6.00 pulgadas** para **tramo-2**:

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2 \quad \text{Ec. 18}$$

$$SN_2 = (0.136) * (6.00) * (1.00)$$

$$SN_2 = 0.816.$$

El número estructural (**SN₂**) corregido valor para la base resulta de 0.816 para **tramo-2**.

6.1.12.5. Cálculo del espesor de la Subbase (D₃) para tramo-2.

Teniendo en cuenta que es conocido el valor de SN₁, entonces el valor del coeficiente estructural de la base se obtiene de la siguiente manera:

Para el Tramo-2 para la Sub-base (D_3):

$$D_3 = SN_3 - (SN_2 + SN_1) / (a_3 * m_3) \quad \text{Ec. 19}$$

$$D_3 = 2.75 - (0.816 + 1.80) / (0.129 * 1.00)$$

$$D_3 = 1.00 \text{ pulgadas.}$$

El resultado indica que para la capa Subbase se necesita **1.00 pulgadas**.

Por motivos constructivos no es practico en la conformación de la estructura de pavimento articulado utilizar un espesor esta dimensión, por lo cual se propone sumarle a la base dicho valor y descartar el uso de subbase, quedando así una base granular de **7.00 pulgadas**.

Se corrige el número estructural utilizando el espesor sugerido de **7.00 pulgadas** para **tramo-2**:

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2 \quad \text{Ec. 20}$$

$$SN_2 = (0.136) * (7.00) * (1.00)$$

$$SN_2 = 0.952.$$

Comprobación para el tramo-2:

$$SN_1 + SN_2 \geq SN \text{ Requerido} \quad \text{Ec. 21}$$

$$1.8 + 0.952 \geq 2.75$$

$$2.75 \geq 2.75 \quad \text{¡O. K CUMPLE!}$$

6.1.12.6. Espesores Finales de Diseño (Tramo-2).

En base al análisis y a los resultados obtenidos, la carpeta de rodamiento **del tramo-2**, será de **4.00 pulgadas** ya que este caso se utilizará adoquín y la base granular será de **7.00 pulgadas**, en este diseño no es necesario la capa Subbase, a continuación, se detallan son los siguientes espesores de diseño. (Ver **Tabla 53**, pág. 70)

Tabla- 53: Espesores de Diseño (tramo-2).

Capa	Condición	Espesor	
		Pulgadas	Centímetros
Capa de rodamiento (Adoquín)	Resistencia de 3500 psi	4"	10.16 cm
Cama de arena	Pasar 100% la malla 4	2"	5.08 cm
Base granular Estabilizada	9,000 psi	7"	17.8 cm
Sub-base no tratada	-	-	-
Espesor Total Requerido		13"	33.02"

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la **Figura 22** se muestra la estructura de pavimento total que es de **13 pulgadas**.

Figura- 22: Estructura Final de Pavimento (tramo-2).



Fuente: Elaboración propia.

6.1.13. Uso del programa WinPAS.

Para comparar y comprobar los resultados obtenidos en los cálculos anteriores, se determinan los espesores de las diferentes capas de pavimentos utilizando el software “**WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4)**”, que está basado en la guía para el diseño de estructuras de pavimento de la AASHTO ya que resulta una herramienta útil que agiliza y facilita los cálculos para el diseño.

A continuación, se muestran los Parámetros de entrada para el programa WinPAS.

Tabla- 54: Datos de Entrada en WinPAS.

Datos Para Utilizar en WinPAS	
Confiabilidad (R)	80%
Capacidad de Servicio Inicial (Po)	4.2
Capacidad de Servicio Final (Pt)	2.0
Pérdida de Serviciabilidad Δ PSI	2.2
Número de Ejes Equivalentes (ESAL's)	643,746.00
C.B.R. de Diseño Tramo-1	14.00%
C.B.R. de Diseño Tramo-2	6.00%
Módulo Resiliente Sub rasante (MRSr) Tramo-1	11,658 PSI
Módulo Resiliente Sub rasante (MRSr) Tramo-2	9,000 PSI
Coeficiente de Drenaje ($m_{1,2,3}$)	1.00
Coeficiente de Capa a_1	0.45
Coeficiente de Capa a_2	0.136

Fuente: Elaboración propia.

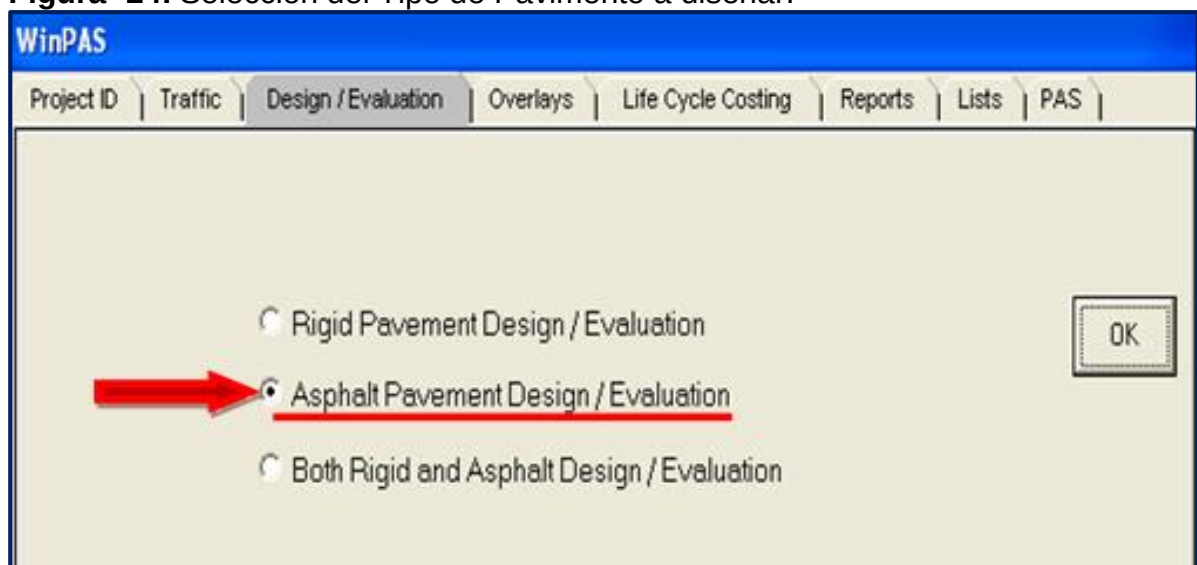
Figura- 23: Software de diseño WinPAS.



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

El primer paso es seleccionar la pestaña de diseño/evaluaciones, donde se nos abrirá una nueva ventana que nos mostrará tres opciones de diseño, donde en este caso se tendrá que elegir la opción 2 de diseño/evaluaciones de pavimento asfáltico.

Figura- 24: Selección del Tipo de Pavimento a diseñar.



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Luego se abrirá otra ventana que es donde se deben introducir los datos iniciales para el diseño. No se debe escribir el número estructural, ya que este lo calcula el programa después de haber digitado el resto de los datos, dando click en la pestaña resolver (*Solve for*).

Figura- 25: Introducción de Datos en WinPAS (tramo-1).

WinPAS Flexible Design Inputs

tramo-1

Project ID | Traffic

Structural Number

Design ESAL 643,746

Reliability 80.00

Overall Deviation 0.45

Soil Resilient Mod. 11,658.0 psi

Initial Serviceability, Po 4.20

Terminal Serviceability, Pt 2.00

Layer Determ.

Solve For

WARNING!
Input Value Changed
Press Solve For to Recalculate

Cross Section

OK

OK

Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Figura- 26: Introducción de Datos en WinPAS (tramo-2).

WinPAS Flexible Design Inputs

tramo-2

Project ID | Traffic

Structural Number

Design ESAL 643,746

Reliability 80.00

Overall Deviation 0.45

Soil Resilient Mod. 9,000.0 psi

Initial Serviceability, Po 4.20

Terminal Serviceability, Pt 2.00

Layer Determ.

Solve For

WARNING!
Input Value Changed
Press Solve For to Recalculate

Cross Section

OK

OK

Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Figura- 27: Numero Estructural Requerido según WinPAS (tramo-1).

The screenshot shows the 'Flexible Design Inputs' dialog box in WinPAS. The 'Solve For' section indicates the 'Structural Number' is 2.48. The input fields are as follows:

Parameter	Value	Unit
Structural Number	2.48	
Design ESAL	643,746	
Reliability	80.00	
Overall Deviation	0.45	
Soil Resilient Mod.	11,658.0	psi
Initial Serviceability, Po	4.20	
Terminal Serviceability, Pt	2.00	

Buttons visible: Cross Section, OK, Layer Determ., Solve For.

Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Después de haber dado click en la pestaña *resolver* (*Solve for*). Según el software WinPAS se requiere un **SN=2.48**.

Figura- 28: Numero Estructural Requerido según WinPAS (tramo-1).

The screenshot shows the 'Flexible Design Inputs' dialog box in WinPAS. The 'Solve For' section indicates the 'Structural Number' is 2.72. The input fields are as follows:

Parameter	Value	Unit
Structural Number	2.72	
Design ESAL	643,746	
Reliability	80.00	
Overall Deviation	0.45	
Soil Resilient Mod.	9,000.0	psi
Initial Serviceability, Po	4.20	
Terminal Serviceability, Pt	2.00	

Buttons visible: Cross Section, OK, Layer Determ., Solve For.

Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Después de haber dado click en la pestaña *resolver* (*Solve for*). Según el software WinPAS se requiere un **SN=2.72**.

Se procede a introducir los coeficientes estructurales (a_1 , y a_2), los coeficientes de drenaje (m_1 y m_2), y por último los espesores (D_1 y D_2). Se puede observar que, al proponer los espesores calculados manualmente, estos cumplen:

Figura- 29: Introducción de Layers de Diseño (tramo-1).

	Layer Material	Layer Coefficient, a	Drainage Coefficient	Layer Thickness	Layer Struct No, SNI	Additional Thickness
	Asphalt Cement Concrete	0.45	1.00	4.00	1.80	
	Graded Stone Base	0.14	1.00	6.00	0.82	

Σ SN 2.62

SN Required 2.48

OK
Tramo-1

Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Figura- 30: Introducción de Layers de Diseño (tramo-2).

	Layer Material	Layer Coefficient, a	Drainage Coefficient	Layer Thickness	Layer Struct No, SNI	Additional Thickness
	Asphalt Cement Concrete	0.45	1.00	4.00	1.80	
	Graded Stone Base	0.14	1.00	7.00	0.95	

Σ SN 2.75

SN Required 2.75

OK
Tramo-2

Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Según el programa WinPAS para el **Tramo-1** (Figura 29, pag. 75), el SN requerido es mayor que el SN de diseño lo cual significa que este cumple.

$$\Sigma SN \geq SN \text{ requerido}$$

$$2.62 \geq 2.48 \quad \text{¡O.K CUMPLE!}$$

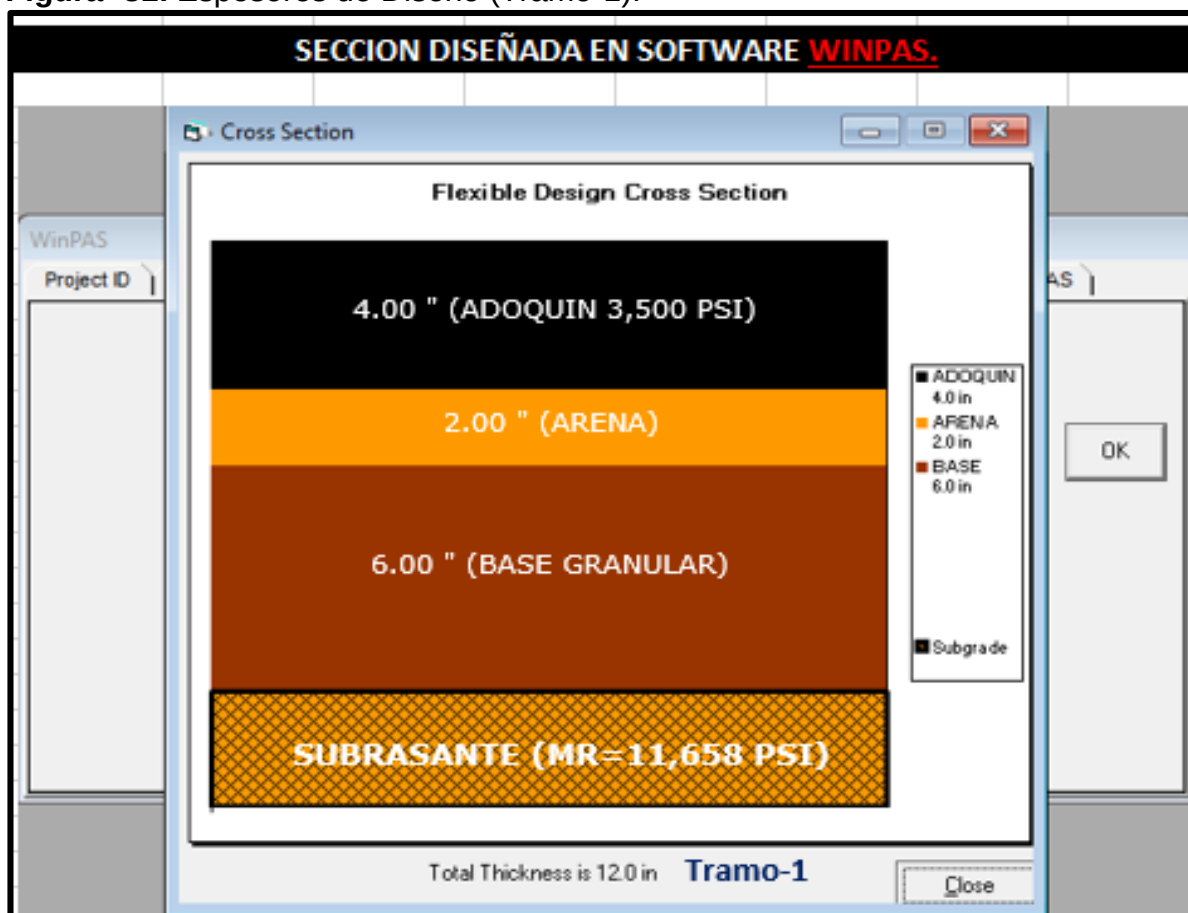
Según el programa WinPAS para el **Tramo-2** (Figura 30, pag. 75), el SN requerido es igual que el SN de diseño lo cual significa que este cumple.

$$\Sigma SN \geq SN \text{ requerido}$$

$$2.75 \geq 2.75 \quad \text{¡O.K CUMPLE!}$$

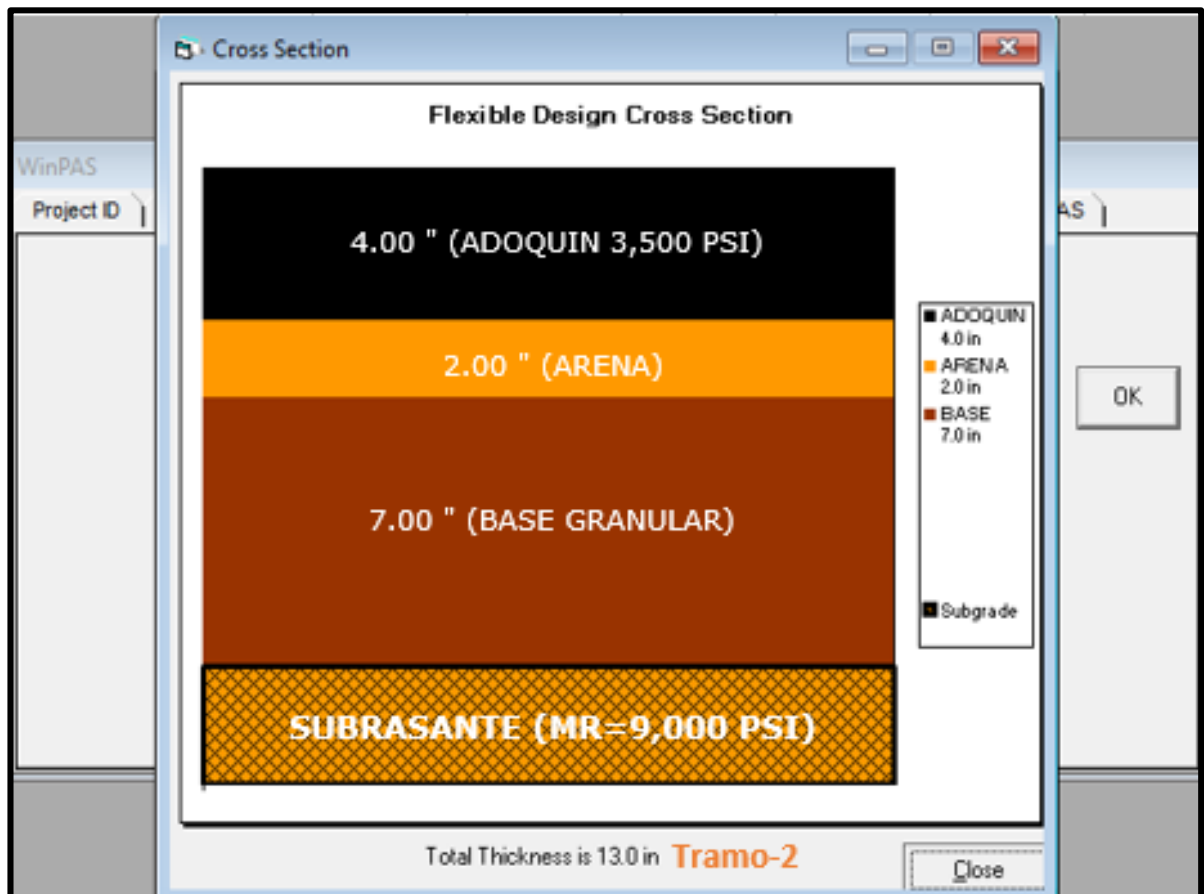
Por último, el software WinPAS nos muestra los espesores de pavimento Ver **Figura 31 y 32 a continuación.**

Figura- 31: Espesores de Diseño (Tramo-1).



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).

Figura- 32: Espesores de Diseño (Tramo-2).



Fuente: WinPAS (Pavement Analysis Software 1.0.4).



CAPÍTULO VII.

COSTO Y

PRESUPUESTO



7.1. ESTIMACIÓN DE COSTO DE LA OBRA.

Para obtener una estimación aproximada del costo de la obra se tomaron en consideración los siguientes componentes:

- Costos Directos (Materiales, mano de obras, herramientas y equipos).
- Costos Indirectos (Gastos Administrativos, impuestos y utilidades).

Para definir los costos unitarios se utilizó el catálogo de etapas para proyectos de rodamiento y por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).

7.1.1. Costos Directos.

Materiales: Se consultó la guía de costos y el catálogo de precios proporcionados por la alcaldía municipal.

Mano de Obras: Se determinó como un porcentaje de costo Unitarios de la actividad (material + equipos).

Maquinarias y Equipos: Se obtuvo a partir de la guía de costos del Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) mencionada anteriormente, de acuerdo con la unidad de medida reflejada.

7.1.2. Costos indirectos.

Para la determinación de los costos indirectos se aplicaron factores del total de costos directos de la obra. Estos incluyen:

- a) Gastos administrativos
 - Alquileres y depreciaciones
 - Obligaciones y seguros
 - Materiales de consumo
 - Capacitación
 - Cargas impositivas: IGV, IR, IM
- b) Cargos adicionales

- Gastos Administrativos, 15%
- Imprevistos, 10%
- Impuestos y fianzas, 10%
- Utilidades, 15%
- Impuesto Municipal 1%

7.2. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS.

La metodología para el *take-off* de la obra en estudio se describe de la siguiente manera:

- a) Cálculo de la cantidad de obra según los planos y las especificaciones técnicas del diseño.
- b) Cantidad de materiales, mano de obra y equipos en el proyecto.
- c) Una vez calculada las cantidades de obras y analizados las cantidades, mano de obra y equipos que intervienen en cada etapa del proyecto, se calcula el costo unitario por etapas y sub etapas de actividades de obra tomando como base las guías de costos y presupuesto del Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).
- d) Costo total directo que es la cantidad por el costo unitario de cada uno de los componentes: materiales, mano de obras y equipos.
- e) Cálculo del costo total de cada etapa que es la suma de costo total directo de materiales, mano de obra y equipos.
- f) Los costos indirectos: impuestos, imprevisto, administración resultan de la aplicación de un porcentaje al total de los costos como se indicó anteriormente.
- g) Al final se suma costos directos y los indirectos y se obtiene el costo total del proyecto.

(Ver Anexos, Tablas 67-71, páginas XXIX-XXXIV)



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES.

- El **estudio de tránsito** refleja que la afluencia vehicular es mayoritariamente de vehículos livianos con 82.26 %. Para la proyección del **tráfico** se utilizó la estación de corta duración (ECD-108 Emp. San Isidro – La Trinidad) obteniendo una tasa de crecimiento promedio de **3.43%**.
- Una vez determinada la tasa de crecimiento y factor de crecimiento **FC=4,4268.79** se procede a realizar el cálculo del tránsito de diseño **819,826 vehículos** para posterior calcular el número de repeticiones por eje equivalente (ESAL's) de **643,746** en un periodo de 10 años.
- En el **Estudio Geotécnico** se analizaron un total de **6 sondeos** manuales con profundidades máximas de 1.50 metros, divididos en 2 (dos) tramos. Los suelos por debajo de la línea de sub rasante están compuestos en su mayoría de limos y arcilla del tipo **A-7-5** y **A-7-6**, son tipos de suelo de regular calidad para ser utilizados como sub rasante. El cálculo del CBR de la Sub- Rasante resultó de **14.00%** para el **tramo 1** y de **6.00%** para el **tramo 2**, ambos se calcularon con un percentil de 75%.
- De acuerdo con el **levantamiento topográfico** pudimos definir los distintos tipos de pendientes, donde en su mayoría predominan pendientes que oscilan entre 0.5%-0.8% clasificándolo, así como un terreno llano o plano.
- De acuerdo con el **estudio hidrológico**, en el tramo de estudio se aplicó el método racional para el cálculo de los caudales, el cual resulta adecuado al tratar con áreas de subcuentas pequeñas y debido a la baja intensidad de precipitación, las secciones transversales de las cunetas y vados resultan ser eficientes con dimensiones estandarizadas, sin requerir obras de drenaje pluvial adicional.

- De acuerdo con el **diseño de pavimento**, el resultado de espesor en el diseño de la base según el cálculo es de **12.00 pulgadas** para el **tramo-1** y **13.00 pulgadas** para el **tramo-2**; el cual cumple con las especificaciones mínimas de la AASHTO – 93. Para el cálculo de la estructura de pavimento se utilizó el método de la AASHTO - 93, se hizo de manera manual y a través del programa computarizado WinPAS 12 donde se comprobó que la estructura propuesta cumple con el SN requerido.
- En los cálculos de costo y presupuesto, se utilizaron los datos resultantes del diseño del pavimento, de igual manera el estudio topográfico, para la determinación del costo estimado de la obra en estudio, contando también con las etapas dispuestas en el Catálogo de Etapas y Sub Etapas del Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).

RECOMENDACIONES.

- Establecer medidas de control para la circulación vehicular sobre la vía en estudio, con el objetivo de evitar que vehículos fuera de diseño (que exceden el límite de carga) transiten y provoquen daño prematuro de la vía.
- Para garantizar el buen funcionamiento y duración de vida útil de la carpeta y estructura de pavimento, se deben construir un buen sistema de drenaje pluvial con las dimensiones acordes al diseño hidráulico realizado además de realizar mantenimientos periódicos de manera preventiva, que también evita los altos costos del mantenimiento correctivo y/o rehabilitación.
- Realizar pruebas de resistencia a los adoquines que cumplan lo establecido en el Manual Centroamericano Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales (SIECA), para comprobar que cumple las especificaciones técnicas propuestas en el presente documento.
- Garantizar que los materiales a utilizarse sean adquiridos en fábricas certificadas, como una forma de asegurarse de que cumplan con la calidad requerida, no deberá ser menor de 3,500 PSI.
- Capa de Arena.- La arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser arena lavada, dura, angular y uniforme y no deberá contener más del 3% (en peso) de limo, arcilla o de ambos.
- Se deberá llevar un estricto control de compactación al momento de colocar los materiales de los bancos para evitar asentamientos en la vía.

BIBLIOGRAFÍA.

AASHTO, e. a. (93). Diseño de Pavimentos AASHTO 93 (3ra edición). San Juan: instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos.

Fonseca, A. (2001). Ingeniería de pavimentos para carreteras (2da edición).

INIDE. (2019). Anuario Estadístico 2018. Managua: INIDE.

MTI. (1980). Especificaciones Generales Para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes NIC 2000. Managua: MTI.

MTI. (2000). Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes Nic 2000.

MTI. (2019). Anuario de Aforos de Tráfico. Managua: MTI.

Nicaragua, B. C. (2018). Anuario de Estadísticas Macroeconómicas 2018. Managua: Banco Central de Nicaragua.

SIECA. (2004). Manual Centroamericano de Normas para Diseño de Carreteras Regionales. México.

SIECA. (2010). Manual centroamericano para diseño de pavimentos .

Villalaz, C. (1976-1980). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Monterrey - México: Limusa Noriega Editores.

Otras fuentes bibliográficas.

Lanza, Tirado & Loaisiga. (2012). Curso de titulación-Hidrotecnia Vial. Estelí.



ANEXOS



Tabla 55: Aforo vehicular del día 1.

FECHA DE CONTEO: JUEVES 09 DE MAYO DEL 2019					SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS		UBICACIÓN: BARRIO RONALDO ARAUZ EST. 0+000			
HORAS	VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA		EQUIPO PESADO		Total
	Motocicletas	Autos	Jeep	Camioneta	Micro bus	C2	C3	V.A	V.C	
6:00 am-6:30 am	3	4	1	1	1	0	2	2	1	15
6:30 am-7:00 am	22	2	1	2	1	2	0	0	2	32
7:00 am-7:30 am	18	0	0	1	0	2	0	0	0	21
7:30 am-8:00 am	16	1	0	1	0	2	1	0	0	21
8:00 am-8:30 am	4	0	0	0	0	2	0	0	0	6
8:30 am-9:00 am	6	1	1	2	0	2	0	0	0	12
9:00 am-9:30 am	12	0	0	1	0	2	1	0	0	16
9:30 am-10:00 am	15	0	0	0	0	2	0	0	0	17
10:00 am-10:30 am	7	1	0	0	0	2	0	0	0	10
10:30 am-11:00 am	10	0	0	0	0	2	1	0	0	13
11:00 am-11:30 am	17	2	0	0	2	2	0	0	0	23
11:30 am-12:00 pm	11	1	0	0	2	2	0	0	0	16
12:00 pm-12:30 pm	23	2	1	0	0	2	2	1	1	32
12:30 pm-1:00 pm	21	3	0	0	0	2	0	0	1	27
1:00 pm-1:30 pm	10	1	0	0	0	2	0	0	0	13
1:30 pm-2:00 pm	8	0	0	1	0	2	0	0	0	11
2:00 pm-2:30 pm	4	1	0	0	0	2	1	0	0	8
2:30 pm-3:00 pm	7	1	0	0	0	2	0	0	0	10
3:00 pm-3:30 pm	5	3	1	0	0	2	0	0	0	11
3:30 pm-4:00 pm	7	1	0	0	0	2	0	0	0	10
4:00 pm-4:30 pm	6	3	1	1	0	2	1	0	0	14
4:30 pm-5:00 pm	4	1	0	0	0	2	1	0	0	8
5:00 pm-5:30 pm	21	4	1	2	2	2	0	0	2	34
5:30 pm-6:00 pm	24	2	0	0	0	2	0	0	0	28
Total	281	34	7	12	8	46	10	3	7	408

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 56: Aforo vehicular del día 2.

FECHA DE CONTEO: VIERNES 10 DE MAYO DEL 2019					SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS		UBICACIÓN: BARRIO RONALDO ARAUZ EST. 0+000			
HORAS	VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA		EQUIPO PESADO		Total
	Motocicletas	Autos	Jeep	Camioneta	Micro bus	C2	C3	V.A	V.C	
6:00 am-6:30 am	4	2	0	0	1	0	0	1	1	9
6:30 am-7:00 am	21	3	0	1	1	2	2	0	1	31
7:00 am-7:30 am	17	1	0	2	0	2	0	0	0	22
7:30 am-8:00 am	18	0	1	1	0	2	1	0	0	23
8:00 am-8:30 am	5	1	0	1	0	2	0	0	0	9
8:30 am-9:00 am	4	0	0	0	0	2	0	0	0	6
9:00 am-9:30 am	9	0	0	1	0	2	0	1	0	13
9:30 am-10:00 am	12	2	0	0	0	2	0	0	0	16
10:00 am-10:30 am	9	1	0	1	0	2	0	0	0	13
10:30 am-11:00 am	8	1	0	0	0	2	0	0	0	11
11:00 am-11:30 am	15	0	0	0	2	2	0	0	0	19
11:30 am-12:00 pm	12	0	1	0	2	2	2	0	0	19
12:00 pm-12:30 pm	25	0	0	0	0	2	1	0	0	28
12:30 pm-1:00 pm	23	1	0	0	0	2	0	0	1	27
1:00 pm-1:30 pm	13	0	0	0	0	2	0	0	0	15
1:30 pm-2:00 pm	9	0	0	0	0	2	0	0	0	11
2:00 pm-2:30 pm	6	0	0	0	0	2	0	0	1	9
2:30 pm-3:00 pm	5	1	0	1	0	2	1	0	0	10
3:00 pm-3:30 pm	3	2	1	0	0	2	0	0	0	8
3:30 pm-4:00 pm	5	0	0	1	0	2	0	0	0	8
4:00 pm-4:30 pm	8	1	0	0	0	2	0	0	0	11
4:30 pm-5:00 pm	9	1	1	1	0	2	0	0	0	14
5:00 pm-5:30 pm	23	2	0	0	2	2	1	1	1	32
5:30 pm-6:00 pm	19	2	1	0	0	2	0	0	0	24
Total	282	21	5	10	8	46	8	3	5	388

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57: Aforo vehicular del día 3.

FECHA DE CONTEO: SÁBADO 11 DE MAYO DEL 2019					SENTIDOS: AMBOS SENTIDOS		UBICACIÓN: BARRIO RONALDO ARAUZ EST. 0+000			
HORAS	VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA		EQUIPO PESADO		Total
	Motocicletas	Autos	Jeep	Camioneta	Micro bus	C2	C3	V.A	V.C	
6:00 am-6:30 am	6	2	0	1	0	0	2	0	1	12
6:30 am-7:00 am	21	0	0	2	0	2	3	1	0	29
7:00 am-7:30 am	17	0	1	0	0	2	0	0	1	21
7:30 am-8:00 am	18	2	0	1	0	2	0	1	0	24
8:00 am-8:30 am	5	1	0	1	0	2	1	1	0	11
8:30 am-9:00 am	4	2	1	1	0	2	0	0	0	10
9:00 am-9:30 am	9	1	0	2	0	2	0	0	1	15
9:30 am-10:00 am	12	0	0	0	0	2	0	0	0	14
10:00 am-10:30 am	9	2	0	0	0	2	1	1	0	15
10:30 am-11:00 am	8	0	0	1	0	2	2	0	1	14
11:00 am-11:30 am	15	0	1	0	0	2	1	0	0	19
11:30 am-12:00 pm	12	0	0	0	0	2	1	0	0	15
12:00 pm-12:30 pm	25	1	0	0	0	2	0	1	1	30
12:30 pm-1:00 pm	23	0	0	0	0	2	0	1	2	28
1:00 pm-1:30 pm	13	0	0	0	0	2	0	0	0	15
1:30 pm-2:00 pm	9	1	0	0	0	2	0	0	0	12
2:00 pm-2:30 pm	6	1	0	0	0	2	0	0	3	12
2:30 pm-3:00 pm	5	0	0	1	0	2	0	0	0	8
3:00 pm-3:30 pm	3	1	1	0	0	2	1	0	1	9
3:30 pm-4:00 pm	5	2	0	0	0	2	0	1	0	10
4:00 pm-4:30 pm	8	2	0	0	0	2	0	0	1	13
4:30 pm-5:00 pm	9	0	0	0	0	2	2	1	0	14
5:00 pm-5:30 pm	23	1	0	1	0	2	0	0	4	31
5:30 pm-6:00 pm	24	1	0	0	0	2	0	0	2	29
Total	289	20	4	11	0	46	14	8	18	410

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58: Trafico Promedio Diario Anual Histórico (EMC-200).

N°	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Depart.	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA				
23	NIC-2	209	ECD	Km. 10 1/2 Carretera Sur - Entrada al INCAE	Managua	2016	2992	5319	3052	3172	1244	121	242	676	397	97		430				2	22	17,766				
						2013	2,092	5,282	3,792	3,288	1,141	148	279	903	284	56		730				1		23	18,019			
						2012	3,028	14,613	8,255	7,024	1,369	337	524	1,422	447	59		576				1					15	37,670
						2010	1,646	4,720	3,318	3,495	808	79	271	838	332	43	1	370									22	15,943
						2009	1,215	4,166	2,936	2,944	602	123	219	612	283	28		356									15	13,497
						2006	550	4,215	2,985	3,499	653	111	323	642	445	60	2	549									24	14,060
						2004	495	3,967	3,142	3,720	947	207	525	855	459	87	1	262									24	14,692
						2001	430	4,698	3,587	3,489	549	136	392	582	412	61	11	203									22	14,573
						2000	434	4,617	3,565	3,516	587	126	391	573	386	53	21	228									22	14,520
						1999	335	3,618	2,468	2,618	411	188	280	359	374	54	5	168									31	10,908
						1997	347	4,107	2,275	2,515	439	93	301	427	468	51	5	138						1	1	1	17	11,185
						1996	459	2,407	2,407	4,070	118	48	191	206	438	43	2	83	1	1	1	1	34	10,510				
						EMC: 200																						
						Tasa Crecimiento:	4.34%	2018	3258	5791	3323	3454	1354	132	263	736	432	106		468			2	24	19,343			
24	NIC-2	200	EMC	Entrada al INCAE - El Crucero ➡	Managua	2018	2169	2091	654	1566	784	76	173	515	278	125		473				1	11	8,918				
						2017	2,104	2,765	827	1,814	975	87	200	559	256	69		416						17	10,089			
						2016	1,669	2,634	841	1,822	919	90	189	484	287	72	1	441									17	9,466
						2015	1332	2301	826	1717	881	94	177	519	278	74		467									19	8,685
						2014	1276	1921	746	1607	756	111	158	464	254	68		402								1	19	7,783
						2013	793	1972	704	1451	627	96	140	415	228	46		405									15	6,892
						2012	747	1839	722	1504	674	85	156	393	262	45		423									12	6,862
						2011	624	1694	716	1441	641	79	153	374	248	40	1	414									10	6,435
						2010	608	1,752	738	1,439	641	93	157	379	219	42	1	332						0			12	6,412
						2009	523	1790	785	1401	635	87	163	376	249	43	1	317									9	6,379
						2008	344	1614	688	1322	617	68	188	345	264	37	20	334									14	5,856
						2007	216	1804	786	1419	552	78	183	352	305	42	1	293									11	6,041
						2006	202	1705	791	1460	528	83	174	321	301	39	1	296									12	5,912
						2005	150	1665	799	1398	549	84	195	307	299	33	8	265									16	5,768
						2004	114	1650	794	1346	559	84	205	262	291	26		181									10	5,523
						2003	111	1589	777	1310	551	86	204	251	278	27		178									11	5,375
						2002	91	1394	679	1258	468	99	220	215	275	24	1	192									6	4,923
						2001	100	1149	660	1230	408	106	200	197	302	37	1	240									2	12

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (2018).

Tabla 59: Trafico Promedio Diario Anual Histórico (ECD-108).

N°	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Depart.	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA
12	NIC-1	107	EMC	Sébaco - Emp. San Isidro	Matagalpa	2018	1409	1602	356	2267	158	12	220	537	459	121	14	390			11	2	21	7,578
						2017	1723	1569	454	2534	181	12	254	573	464	149	2	444			11	2	21	8,393
						2016	989	1436	390	2190	153	11	239	446	507	113		424			14	1	22	6,935
						2015	786	1094	381	1945	123	19	237	395	446	88	1	444		1	12		22	5,994
						2014	654	947	374	1760	77	14	234	419	412	57	1	377			8	1	15	5,350
						2013	539	949	325	1551	100	10	231	408	393	65		356			10	1	16	4,954
						2012	435	916	353	1581	57	14	237	435	358	56	8	374			6	1	12	4,843
						2011	355	870	353	1503	49	9	226	400	329	53	1	352			6	1	10	4,517
						2010	306	871	356	1492	43	8	228	353	288	44		327			8		10	4,334
						2009	293	812	337	1389	40	8	216	332	287	48		321			7	1	10	4,101
						2008	222	705	356	1394	44	13	229	335	351	47		380			8		9	4,092
						2007	139	676	341	1344	36	12	266	337	299	41		343			7		12	3,853
						2006	123	687	349	1362	39	13	269	317	298	44	1	326			7		14	3,849
						2005	88	540	335	1208	34	10	243	270	277	37	4	348			5		5	3,405
						2004	104	594	359	1267	38	13	228	284	309	37	1	369	1		9		9	3,622
						2003	103	550	362	1239	36	10	221	270	296	34	1	291	1		6	1	7	3,428
						2002	135	468	360	1300	35	5	207	244	295	38	2	161		0	14	0	7	3,272
						2001	107	361	320	1295	35	6	203	229	322	46		170			19		9	3,122
						2000	108	287	325	1230	26	5	190	204	309	31	1	171		0	11	0	7	2,905
						1999	117	293	361	1241	19	6	165	193	350	40	2	148	0	0	16	0	10	2,960
						1998	91	305	292	1073	23	4	121	97	269	23	1	102		1	9		11	2,422
						1997	112	263	260	1079	13	2	120	140	249	32	1	84		1	19		15	2,390
						1996	99	254	254	967	12	28	113	114	300	38	1	85	1	1	25	1	12	2,305
13	NIC-1	108	ECD	Emp. San Isidro - La Trinidad ➡	Matagalpa / Esteli	2017	288	1032	364	1374	45	5	158	369	223	53	41	303		1			5	4,261
						2015	371	1263	268	1383	124	22	205	212	547	54		364					19	4,832
						2012	254	979	291	1153	69	15	206	315	394	57		330					9	4,072
						2010	152	935	238	1090	48	5	204	319	228	44		313					21	3,597
						2008	190	716	221	1066	38	15	257	348	248	63		419			3		3	3,586
						2007	121	863	268	1111	29	8	260	282	255	30	1	295			3		4	3,531

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (2018).

Tabla 60: Indicadores Macro-Económicos.

Principales indicadores macroeconómicos - Main macroeconomic indicators													
Conceptos - Concepts	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PIB (a precios constantes) ^{1/} - Real GDP ^{1/} →	118,837.7	124,870.3	129,160.5	124,907.7	130,416.3	138,654.2	147,661.4	154,936.8	162,351.3	170,131.6	177,894.9	186,212.4	179,107.0
PIB (córdobas corrientes) - Nominal GDP	118,837.7	136,950.2	164,602.4	168,791.3	187,052.6	219,182.2	247,993.9	271,529.8	308,403.1	347,707.3	380,260.8	416,012.8	413,910.6
PIB (en millones US\$) - GDP (million of US\$)	6,763.7	7,423.4	8,497.0	8,298.7	8,758.6	9,774.3	10,532.5	10,983.0	11,880.4	12,756.7	13,286.0	13,843.7	13,117.9
Población (miles de habitantes) ^{2/} - Population (thousands) ^{2/} →	5,638.0	5,707.9	5,778.8	5,850.5	5,923.1	5,996.6	6,071.0	6,134.3	6,198.2	6,262.7	6,327.9	6,393.8	6,460.4
Base monetaria - Monetary base	8,121.8	9,847.8	10,369.5	12,425.7	14,549.8	18,278.0	19,174.4	20,466.9	23,502.5	29,661.4	29,138.0	33,113.6	30,132.7
Depósitos totales ^{3/} - Total deposits ^{3/}	38,792.8	45,454.7	48,776.4	56,489.1	70,400.3	82,043.5	86,550.1	98,591.8	117,345.7	133,636.1	145,144.1	160,719.0	127,434.1
Cartera de crédito bruta ^{10/} - Gross credit portfolio ^{10/}	31,941.8	42,026.3	47,198.6	44,241.7	45,289.1	53,852.4	69,457.2	84,281.8	100,712.1	123,839.2	146,721.6	167,150.3	152,240.2
Balance del SPNF a/d - Balance of NFPS (before grants)	(3,464.2)	(2,905.7)	(4,875.2)	(6,576.7)	(4,121.9)	(3,457.3)	(4,144.5)	(5,803.4)	(7,957.3)	(9,906.2)	(11,823.3)	(12,742.6)	(19,449.3)
Balance del SPNF d/d - Balance of NFPS (after grants)	578.6	1,311.1	(1,027.8)	(2,195.7)	(1,101.6)	354.2	(626.5)	(3,024.2)	(4,541.5)	(5,593.4)	(7,580.1)	(8,453.7)	(16,945.1)
1/	: PIB 2006-2018 (año de referencia 2006) - GDP 2006-2018 (reference year 2006).												
2/	: Información de la Encuesta Continua de Hogares correspondiente al promedio de cada año - Information from the households continuing survey, corresponding to the average of each year												
3/	: Los datos de inflación han sido calculados en base a IPC: 2001-2018 (base 2006) - Inflation data have been calculated based on the CPI: 2001-2018 (base 2006).												
4/	: Forma parte del financiamiento interno (según MEFP 2001) - This concept is part of domestic financing (GFSM, 2001).												
5/	: Incluye ingresos de privatización - Include Privatization revenues.												
6/	: Desde 2006, se define de acuerdo con la sexta edición del manual de balanza de pagos del FMI - Since 2006, it is defined according to the sixth edition of the Balance of payments manual from the IMF.												
7/	: Incluye exportaciones de bienes y servicios considerando el valor total de zonas francas - Includes exports of goods and services considering the gross export of free zones												
8/	: Estimaciones de población promedio para cada año, con base en el censo de población 2005 y de ENDESA 2006-2007, revisión 2012 - Estimates of average population for each year, based on the 2005 population census and the Nicaraguan demographic and health survey 2006-2007, 2012 revision.												
9/	: No incluye otras obligaciones con el público - Does not include other obligations with the public.												
10/	: Incluye intereses y comisiones por cobrar - Include interest and fees receivable.												
Nota	: Tasa de desempleo 2018, corresponde al promedio del I, II y III trimestre - Unemployment rate 2018, corresponds to the average of I, II and quarter.												
Fuente - Source	: BCN - Central Bank of Nicaragua (BCN).												

Fuente: Informe Anual del BCN -2018, pág. 8 PDF.

Tabla 61: Consumo de Hidrocarburos.

Conceptos - Concepts	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 ^{p/}	2018 ^{p/}
Gas licuado - Liquefied petroleum gas	672.1	714.7	707.5	747.4	875.4	792.6	940.2	1,056.9	1,094.4	1,233.9	1,349.4	1,438.9	1,430.0
Gasolina - Gasoline	1,622.9	1,715.9	1,705.9	1,820.1	1,860.8	1,914.0	2,055.1	2,132.3	2,273.5	2,581.6	2,846.0	2,968.9	2,781.0
Kero/turbo - Kero/turbo	201.5	240.0	216.0	191.8	180.0	187.4	208.6	201.9	214.9	244.9	243.5	272.3	204.0
Diesel - Diesel	3,079.7	3,505.7	3,152.9	3,115.1	3,282.3	3,474.0	3,560.7	3,655.9	3,853.6	4,232.1	4,441.5	4,627.5	4,279.3
Fuel oil - Fuel oil	3,646.8	3,437.7	3,437.3	3,812.1	3,297.0	3,894.5	3,442.7	3,037.7	3,078.6	3,501.2	3,411.6	2,954.0	2,891.6
Asfalto - Asphalt	78.4	118.3	111.4	69.9	82.4	114.0	104.9	69.5	64.4	115.5	131.3	95.4	113.3

1/ : Incluye el consumo de operación de la Refinería - It includes refineries operation consumption.
p/ : Preliminar - Preliminary.
Fuente - Source : MEM y BCN - Ministry of Energy and Mines (MEM) and Central Bank of Nicaragua (BCN).

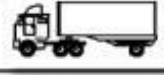
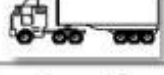
Fuente: Informe Anual del BCN -2018, pág. 36 PDF.

Tabla 62: Diagrama de cargas permisibles Vehículos Livianos.

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

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (2018).

Tabla 63: Diagrama de cargas permisibles Vehículos Pesados.

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

NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.
a : Eje sencillo llanta sencilla.
b : Eje sencillo llanta doble.

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (2018).

Tabla 64: Factores Equivalentes de Cargas, Ejes Simples.

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

Carga por eje		SN		pulg	(mm)		
(kips)	(kN)	1.0 (25.4)	2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)
2	8.9	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
2.2	4	.002	.003	.002	0.002	.002	.002
4.4	6	.009	.012	.011	0.10	.009	.009
8	35.6	.030	.035	.036	.033	.031	.029
8.8,9.9	10	.075	.085	.090	.085	0.079	.076
11	12	.165	.177	.189	.183	.174	.168
14.3	14	.325	.338	.354	.350	.338	.331
	16	.589	.598	.613	.612	.603	.596
	18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
	22	2.49	2.44	2.35	2.31	 2.35	2.41
	24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.46	3.51
	26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
	28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
	30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
	32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
	34	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
	36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
	38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
	40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
	42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
	44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
	46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
	48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
	50	113	108	97	86	81	82

Fuente: Manual AASHTO-93 Design Requirements.

Tabla 65: Factores Equivalentes de Cargas, Ejes Dobles.

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

Carga por eje		SN		pulg	(mm)		
(kips)	(KN)	1.0 (25.4)	2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)
2	8.9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	17.8	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002
6	26.7	.001	.001	.001	.001	.001	.001
8	35.6	.003	.003	.003	.003	.003	.002
10	44.5	.007	.008	.008	.007	.006	.006
12	53.4	.013	.016	.016	.014	.013	.012
14	62.3	.024	.029	.029	.026	.024	.023
16	71.2	.041	.048	.050	.046	.042	.040
18	80.0	.066	.077	.081	.075	.069	.066
20	89.0	.103	.117	.124	.117	.109	.105
22	97.9	.156	.171	.183	.174	.164	.158
24	106.8	.227	.244	.260	.252	.239	.231
26	115.7	.322	.340	.360	.353	.338	.329
28	124.6	.447	.465	.487	.481	.466	.455
30	133.5	.607	.623	.646	.643	.627	.617
32	142.4	.810	.823	.843	.842	.829	.819
34	151.3	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	160.0	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	169.1	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	178.0	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	186.9	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	195.8	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	204.7	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	213.6	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	222.5	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	231.4	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	240.3	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	249.2	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	258.1	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9

Fuente: Manual AASHTO-93 Design Requirements.

Fotografía 1: Estacionamiento del equipo.



Fuente: propia.

Fotografía 2: Lectura en el BM-1



Fuente: propia.

Fotografía 3: Ubicación de puntos de referencia en cuneta existente.



Fuente: propia.

Fotografía 4: Ubicación de fichas en eje central de calle



Fuente: propia.

Tabla 66: Levantamiento Topográfico.

<u>Número</u>	<u>Coord. UTM X</u>	<u>Coord. UTM Y</u>	<u>ELEV (msnm)</u>	<u>Código</u>
A	570387.00	1448699.00	835.00	Plantar Estación Total
1	570398.03	1448697.75	835.10	Caite Cuneta
2	570394.17	1448697.50	835.07	Caite Cuneta
3	570391.82	1448698.56	835.05	Caite Cuneta
4	570389.92	1448701.03	835.06	Caite Cuneta
5	570389.48	1448702.68	835.08	Caite Cuneta
6	570391.38	1448700.32	835.18	Esquina de Casa
7	570393.82	1448699.42	835.27	Esquina de Casa
8	570383.98	1448700.26	834.91	Caite Cuneta
9	570383.72	1448698.08	834.93	Caite Cuneta
10	570382.95	1448697.37	834.95	Vado
11	570385.98	1448697.06	835.00	Vado en Mal Estado
12	570380.78	1448699.83	835.20	Esquina de Casa
13	570378.60	1448696.70	834.95	Caite Vado
14	570376.42	1448696.44	834.95	Vado
15	570370.85	1448698.51	835.41	Esquina de Casa
16	570372.74	1448687.49	835.06	Vado
17	570373.78	1448687.44	835.01	Centro de la Calle
18	570374.92	1448687.80	835.01	Vado
19	570387.24	1448688.67	834.98	Caite Cuneta
20	570387.07	1448689.79	835.09	Poso de Visita Sanitario
21	570394.88	1448689.26	834.87	Caite Cuneta
22	570387.67	1448693.71	835.08	Línea Central
23	570398.37	1448693.97	835.17	Línea Central
24	570398.25	1448690.60	835.23	Orilla
25	570398.37	1448689.58	834.82	Caite Cuneta
26	570393.46	1448690.30	835.27	Terreno Natural
27	570394.48	1448694.07	835.16	Línea Central
28	570383.00	1448702.24	835.05	Poste de Telcor
29	570381.39	1448708.33	835.05	Caja de Registro
30	570379.78	1448707.90	835.23	Línea de Pared
31	570379.98	1448707.93	835.19	Línea de Pared
32	570379.49	1448715.61	834.89	Agua Potable
33	570378.85	1448718.23	834.99	Línea de Pared
34	570380.97	1448718.29	834.75	Caite Cuneta
35	570381.84	1448719.27	834.80	Poso de Visita Sanitario
36	570388.17	1448718.18	835.22	Agua Potable
37	570383.79	1448718.76	834.99	Línea Central

<u>Número</u>	<u>Coord. UTM X</u>	<u>Coord. UTM Y</u>	<u>ELEV (msnm)</u>	<u>Código</u>
38	570387.25	1448719.34	834.91	Caite Cuneta
39	570387.78	1448720.54	835.21	Caja de Registro
40	570387.51	1448723.41	835.20	Caja de Registro
41	570387.28	1448726.00	835.07	Caja de Registro
42	570387.35	1448726.46	835.10	Agua Potable
43	570388.07	1448730.49	835.03	Esquina de Casa
44	570386.33	1448726.21	834.90	Caite Cuneta
45	570387.39	1448730.48	835.15	Esquina de Casa
46	570386.77	1448729.58	835.12	PLínea Central
47	570383.12	1448725.77	834.94	Línea central
48	570386.45	1448730.71	835.00	Agua Potable
49	570386.32	1448732.16	835.00	Caja de Registro
50	570379.78	1448725.32	834.75	Caite Cuneta
51	570378.79	1448724.04	834.96	Caja de Registro
52	570378.10	1448724.78	835.07	Agua Potable
53	570377.75	1448725.40	834.97	Línea de Pared
54	570387.18	1448733.81	835.02	Línea de Pared
55	570387.05	1448733.80	835.00	Línea de Pared
56	570379.56	1448727.41	834.74	Caite Cuneta
57	570385.32	1448733.67	834.79	Caite Cuneta
58	570385.55	1448733.72	834.76	Caite Cuneta
59	570382.52	1448733.61	834.87	Punto de Intersección
60	570379.48	1448733.50	834.73	Caite Cuneta
61	570378.29	1448733.50	834.92	Caja de Registro
62	570376.69	1448733.18	834.94	Línea de Pared
63	570378.66	1448734.64	834.94	Poste de Telcor
64	570378.55	1448737.24	834.88	Caja de Registro
65	570376.02	1448750.47	834.79	Línea de Pared
66	570379.37	1448743.37	834.64	Caite CunetaM
67	570376.98	1448750.45	834.71	Línea de Pared
68	570378.14	1448754.30	834.70	Caja de Registro
69	570376.22	1448762.94	834.85	Esquina de Casa
70	570382.03	1448766.96	834.62	Punto de Intersección
71	570381.21	1448822.92	834.32	Punto de Intersección
72	570379.67	1448820.71	834.26	Poso de Visita Sanitario
73	570386.58	1448733.75	834.97	BM 1 Punto de Intersección
74	570386.02	1448733.77	835.01	Anden
75	570389.09	1448719.32	835.25	Línea de Pared
76	570389.38	1448714.91	835.23	Línea de Pared
77	570389.04	1448714.90	835.23	Línea de Pared

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
78	570387.12	1448698.28	834.98	Vado
79	570376.50	1448734.27	834.93	Línea de Pared
80	570382.38	1448743.38	834.85	Caite CunetaM
81	570386.00	1448739.11	834.70	Anden
82	570386.03	1448739.08	834.94	Anden
83	570386.94	1448739.17	834.95	Línea de Pared
84	570376.17	1448738.74	834.90	Línea de Pared
85	570378.92	1448738.44	834.79	Bordillo
86	570379.42	1448738.74	834.66	Caite CunetaM
87	570382.45	1448738.77	834.87	Línea Central
88	570376.19	1448758.75	834.86	Línea de Pared
89	570378.59	1448759.04	834.67	Bordillo
90	570379.17	1448758.97	834.54	Caite Cuneta
91	570379.62	1448759.12	834.75	Terreno Natural
92	570382.15	1448759.00	834.79	Línea Central
93	570380.11	1448738.79	834.86	Terreno Natural
94	570384.81	1448759.10	834.59	Terreno Natural
95	570385.37	1448759.04	834.67	Anden
96	570385.85	1448759.21	834.85	Anden
97	570386.90	1448759.47	834.80	Línea de Pared
98	570385.42	1448754.23	834.64	Caite CunetaM
99	570385.86	1448754.28	834.64	Anden
100	570386.23	1448764.72	834.75	Poste de Luz de Madera
101	570380.88	1448725.74	834.76	Poso de Visita Sanitario
102	570380.20	1448725.79	834.89	Terreno Natural
103	570376.23	1448734.23	834.95	Línea de Pared
104	570376.19	1448756.95	834.87	Línea de Pared
105	570378.60	1448762.99	834.61	Bordillo
106	570379.17	1448762.98	834.51	Caite Cuneta
107	570380.11	1448762.80	834.70	Terreno Natural
108	570382.09	1448762.82	834.67	Línea Central
109	570385.77	1448762.79	834.64	Anden
110	570385.80	1448762.78	834.82	Anden
111	570386.82	1448762.84	834.82	Línea de Pared
112	570385.28	1448766.99	834.56	Anden
113	570385.79	1448766.95	834.82	Anden
114	570386.83	1448766.93	834.78	Línea de Pared
115	570375.63	1448770.82	834.61	Esquina de Casa
116	570386.79	1448770.80	834.70	Línea de Pared

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
117	570385.77	1448770.96	834.77	Anden
118	570385.23	1448771.36	834.52	Anden
119	570360.81	1448770.62	834.71	Esquina de Casa
120	570360.59	1448766.74	834.78	Línea Central
121	570360.28	1448762.68	834.97	Esquina de Casa
122	570376.27	1448766.83	834.62	Línea Central
123	570381.97	1448771.33	834.58	Línea Central
124	570379.11	1448766.93	834.52	Caite CunetaM
125	570379.08	1448772.37	834.49	Caite CunetaM
126	570379.19	1448763.09	834.52	Caite CunetaM
127	570376.14	1448772.54	834.62	Esquina de Casa
128	570378.31	1448772.81	834.60	Poste de Telcor
129	570377.82	1448778.85	834.50	Caja de Registro
130	570376.06	1448778.92	834.58	Línea de Pared
131	570378.93	1448778.91	834.41	Caite Cuneta
132	570385.15	1448778.98	834.44	Anden
133	570385.66	1448778.97	834.61	Anden
134	570386.68	1448779.02	834.59	Línea de Pared
135	570381.86	1448778.95	834.59	Línea Central
136	570377.67	1448790.44	834.52	Caja de Registro
137	570376.69	1448792.07	834.56	Agua Potable
138	570375.67	1448792.41	834.62	Línea de Pared
139	570375.64	1448799.01	834.78	Línea de Pared
140	570376.88	1448799.09	834.79	Anden
141	570376.91	1448799.04	834.41	Anden
142	570378.80	1448798.63	834.29	Caite Cuneta
143	570381.57	1448798.65	834.57	Línea Central
144	570385.40	1448799.04	834.29	Anden
145	570385.44	1448799.09	834.57	Anden
146	570386.49	1448799.15	834.55	Línea de Pared
147	570384.93	1448798.67	834.29	Caite CunetaM
148	570385.38	1448798.91	834.27	Anden
149	570385.38	1448798.89	834.56	Anden
150	570386.12	1448807.53	834.36	Esquina de Casa
151	570385.27	1448807.44	834.43	Anden
152	570384.59	1448815.77	834.16	Caite Cuneta
153	570385.52	1448818.25	834.22	Poste de Luz de Madera
154	570385.97	1448821.04	834.24	Esquina de Casa
155	570384.58	1448807.66	834.22	Caite Cuneta

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
156	570385.37	1448821.93	834.25	Caja de Registro
157	570384.51	1448822.46	834.12	Caite Cuneta
158	570381.32	1448815.77	834.31	Línea Central
159	570378.61	1448815.77	834.20	Caite Cuneta
160	570375.32	1448817.51	834.48	Línea central
161	570375.97	1448809.96	834.51	Agua Potable
162	570378.53	1448818.44	834.21	Caite CunetaM
163	570378.52	1448822.50	834.18	Caite CunetaM
164	570378.44	1448829.23	834.16	Caite Cuneta
165	570377.38	1448828.00	834.16	Poste de Telcor
166	570374.14	1448828.41	834.26	Esquina de Casa
167	570377.32	1448822.50	834.23	Línea Central
168	570377.37	1448818.15	834.17	Terreno Natural
169	570377.27	1448826.85	834.21	Terreno Natural
170	570384.46	1448828.18	834.16	Caite Cuneta
171	570386.15	1448826.41	834.29	Línea de Pared
172	570375.59	1448800.28	834.75	División de Casa
174	570354.97	1448822.65	834.35	Línea Central
175	570354.98	1448826.26	834.24	Caite Cuneta
176	570355.32	1448828.71	834.60	Línea de Pared
177	570354.97	1448818.76	834.32	Bordillo
178	570325.85	1448826.30	834.28	Caite Cuneta
179	570325.84	1448822.85	834.33	Línea Central
180	570325.84	1448819.39	834.28	Caite Cuneta
181	570317.76	1448822.90	834.48	Punto de Intersección
182	570381.38	1448877.27	834.06	Punto de Intersección
183	570380.84	1448918.33	834.07	Punto de Intersección
184	570384.49	1448827.96	834.12	Caite Cuneta
185	570381.22	1448827.83	834.26	Línea Central
186	570386.07	1448827.77	834.31	Línea de Pared
187	570388.87	1448817.24	834.37	Línea de Pared
188	570388.94	1448811.62	834.34	Línea de Pared
189	570381.26	1448837.66	834.16	Línea Central
190	570384.40	1448837.67	834.10	Caite Cuneta
191	570385.97	1448837.69	834.24	Línea de Pared
192	570378.30	1448837.65	834.09	Caite Cuneta
193	570375.13	1448837.74	834.32	Línea de Pared
194	570377.97	1448836.30	834.10	Caite CunetaM
195	570376.96	1448832.10	834.25	Caja de Registro

<u>Número</u>	<u>Coord. UTM X</u>	<u>Coord. UTM Y</u>	<u>ELEV (msnm)</u>	<u>Código</u>
196	570375.24	1448846.27	834.39	División de Casa
197	570375.32	1448851.37	834.58	División de Casa
198	570375.60	1448850.71	834.58	Caja de Registro
199	570376.05	1448854.68	834.41	Agua Potable
200	570376.68	1448857.35	834.11	Caja de Registro
201	570381.32	1448857.58	834.16	Línea Central
202	570384.32	1448857.60	834.03	Caite Cuneta
203	570385.72	1448857.25	834.15	Línea de Pared
204	570384.21	1448877.27	834.38	Caite Cuneta
205	570375.41	1448860.10	834.52	División de Casa
206	570381.36	1448872.27	834.06	Línea Central
207	570377.98	1448873.67	833.90	Caite Cuneta
208	570384.23	1448873.36	834.02	Caite Cuneta
209	570385.68	1448873.43	834.19	Línea de Pared
210	570377.17	1448872.39	834.16	Poste de Telcor
211	570376.32	1448871.82	834.49	BM 2 Anden
212	570375.38	1448871.86	834.50	Esquina de Casa
213	570374.19	1448873.13	834.51	Esquina de Casa
214	570377.43	1448876.73	833.86	Línea Central de Bordillo
215	570377.98	1448877.26	833.85	Caite Cuneta
216	570377.98	1448882.25	833.84	Caite Cuneta
217	570373.34	1448881.37	834.21	Esquina de Casa
218	570374.82	1448881.37	834.11	Esquina de Casa
219	570375.01	1448877.25	834.01	Línea Central
220	570358.30	1448877.20	834.06	Línea Central
221	570357.56	1448873.93	834.27	Esquina de Casa
222	570358.19	1448880.48	834.11	Esquina de Casa
223	570381.31	1448882.27	834.02	Línea Central
224	570384.18	1448882.28	833.96	Caite Cuneta
225	570384.93	1448881.25	834.10	Poste de Luz de Madera
226	570385.68	1448882.37	834.26	Línea de Pared
227	570384.81	1448886.67	833.89	Caja de Registro
228	570374.90	1448895.28	834.55	División de Casa
229	570381.12	1448896.90	834.02	Línea Central
230	570384.10	1448896.90	833.91	Caite Cuneta
231	570385.52	1448896.88	834.08	Línea de Pared
232	570377.99	1448896.90	833.79	Línea central
233	570376.33	1448897.45	834.09	Anden
234	570374.83	1448896.18	834.43	Línea Central

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
235	570375.76	1448904.17	834.27	Caja de Registro
236	570376.68	1448905.88	834.07	Caja de Registro
237	570374.76	1448905.15	834.53	División de Casa
238	570377.03	1448910.11	834.14	Poste de Telcor
239	570378.16	1448909.06	833.72	Caite CunetaM
240	570380.90	1448913.51	833.90	Línea Central
241	570383.96	1448913.59	834.14	Terreno Natural
242	570385.20	1448913.86	834.21	Terreno Natural
243	570385.14	1448911.53	834.18	División de Casa
244	570384.81	1448912.02	834.10	Agua Potable
245	570384.84	1448914.49	834.11	Agua Potable
246	570384.74	1448915.73	834.16	Poste de Luz de Madera
247	570380.66	1448917.33	833.94	Poso de Visita Sanitario
248	570377.79	1448918.22	833.84	Terreno Natural
249	570376.71	1448914.01	834.14	Terreno Natural
250	570374.46	1448913.71	834.14	Esquina de Casa
251	570379.29	1448974.66	833.79	Punto de Intersección
252	570380.65	1448925.15	833.91	Línea Central
253	570383.64	1448925.24	834.00	Línea central
254	570384.65	1448925.11	834.12	Anden
255	570386.43	1448925.76	834.18	Caja de Registro
256	570387.00	1448925.16	834.26	División de Casa
257	570389.87	1448923.63	834.31	Línea de Pared
258	570389.95	1448919.37	834.26	División de Casa
259	570390.00	1448911.66	834.19	División de Casa
260	570373.90	1448914.36	834.18	Poste de Telcor
261	570373.10	1448922.33	834.10	Poste de Telcor
262	570374.22	1448918.46	834.07	Línea Central
263	570368.35	1448923.14	834.45	Jardín
264	570371.27	1448922.94	835.68	Jardín
265	570373.44	1448923.80	835.78	Jardín
266	570374.41	1448926.10	835.59	Jardín
267	570375.59	1448927.26	834.03	Poste de Telcor
268	570374.39	1448926.14	834.04	Jardín
269	570373.56	1448923.87	834.21	Jardín
270	570375.39	1448925.35	834.01	Terreno Natural
271	570376.47	1448922.29	833.88	Terreno Natural
272	570372.94	1448925.96	834.43	Esquina de Casa
273	570372.56	1448925.03	834.42	Esquina de Casa

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
274	570371.37	1448924.46	834.43	Esquina de Casa
275	570374.31	1448936.03	834.18	Caja de Registro
276	570374.91	1448937.43	833.99	Caja de Registro
277	570373.79	1448936.28	834.06	Línea de Pared
278	570373.20	1448936.33	834.04	Línea de Pared
279	570377.27	1448936.96	833.81	Terreno Natural
280	570380.33	1448937.04	833.88	Línea Central
281	570383.32	1448937.12	833.92	Terreno Natural
282	570385.00	1448937.35	834.03	Cerco
283	570384.48	1448936.27	834.05	Árbol
284	570384.67	1448931.88	834.21	Anden
285	570386.88	1448931.94	834.26	División de Casa
286	570386.58	1448937.34	834.31	División de Casa
287	570385.25	1448934.43	834.16	Agua Potable
288	570385.06	1448943.09	834.04	Cerco
289	570385.43	1448940.67	834.16	Agua Potable
290	570386.84	1448943.26	834.11	División de Casa
291	570384.73	1448945.95	834.05	Caja de Registro
292	570385.41	1448947.71	834.06	Agua Potable
293	570384.71	1448950.03	834.03	Poste de Luz de Madera
294	570386.59	1448950.92	834.25	División de Casa
295	570385.78	1448950.84	834.03	Línea de Pared
296	570385.55	1448957.00	834.12	Línea de Pared
297	570388.60	1448957.15	834.21	División de Casa
298	570388.49	1448961.32	833.93	Línea de Pared
299	570386.68	1448961.44	834.18	Agua Potable
300	570385.43	1448963.86	834.27	Caja de Registro
301	570387.21	1448964.87	834.09	División de Casa
302	570384.43	1448957.02	834.12	Terreno Natural
303	570382.77	1448957.12	833.88	Terreno Natural
304	570379.78	1448957.04	833.80	Línea Central
305	570378.25	1448957.03	833.75	Terreno Natural
306	570376.72	1448956.95	834.13	Terreno Natural
307	570373.70	1448956.92	834.02	Anden
308	570372.29	1448956.87	834.15	Línea de Pared
309	570374.52	1448957.38	834.12	Agua Potable
310	570372.97	1448956.23	834.07	Caja de Registro
311	570372.30	1448955.28	834.17	División de Casa
312	570373.80	1448955.28	834.01	División de Casa

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
313	570375.47	1448955.33	834.08	Poste de Telcor
314	570374.70	1448953.84	834.16	Caja de Registro
315	570373.92	1448946.09	834.00	División de Casa
316	570375.67	1448945.59	834.08	Rampa
317	570375.65	1448943.08	834.11	Rampa
318	570373.76	1448943.14	834.35	Línea de Pared
319	570373.58	1448962.21	834.11	Anden
320	570372.14	1448962.20	833.98	División de Casa
321	570372.84	1448964.91	834.04	Caja de Registro
322	570372.85	1448966.58	833.94	Agua Potable
323	570372.03	1448968.57	834.05	División de Casa
324	570374.60	1448969.44	833.99	Caja de Registro
325	570374.10	1448971.45	834.04	Agua Potable
326	570372.06	1448974.81	834.03	División de Casa
327	570373.54	1448974.89	834.13	Anden
328	570375.15	1448974.72	833.95	Poste de Telcor
329	570376.24	1448974.57	833.78	Terreno Natural
330	570382.28	1448974.74	833.81	Terreno Natural
331	570384.22	1448974.59	833.97	Anden
332	570385.05	1448974.25	834.08	Caja de Registro
333	570387.27	1448973.53	834.10	División de Casa
334	570386.62	1448973.44	834.05	Línea de Pared
335	570385.12	1448971.72	834.18	Caja de Registro
336	570384.79	1448973.29	833.95	Agua Potable
337	570387.15	1448974.69	834.07	Anden
338	570384.50	1448976.72	833.89	Agua Potable
339	570384.11	1448980.38	833.90	Anden
340	570387.09	1448980.47	834.06	Línea de Pared
341	570386.89	1448980.58	834.03	División de Casa
342	570385.30	1448981.80	834.06	Agua Potable
343	570373.96	1448982.19	834.00	Agua Potable
344	570373.25	1448982.78	834.00	División de Casa
345	570371.85	1448982.74	834.13	Línea de Pared
346	570373.34	1448980.02	834.10	Anden
347	570373.96	1448986.54	833.77	Agua Potable
348	570373.30	1448987.65	833.82	División de Casa
349	570375.08	1448987.69	833.78	Porton
350	570375.70	1448994.31	833.79	Porche
351	570371.91	1448993.45	833.92	División de Casa

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
352	570371.82	1448994.02	833.95	Cerco de Malla
353	570373.25	1448993.41	833.96	Caja de Registro
354	570374.42	1448993.49	833.86	Caja de Registro
355	570373.89	1448988.92	833.82	Agua Potable
356	570376.50	1448993.91	833.77	Poste de Telcor
357	570376.50	1448993.90	833.77	PLínea Central
358	570377.27	1448993.80	833.70	Orilla
359	570377.46	1448993.84	833.32	Orilla
360	570378.81	1448993.93	833.32	Orilla
361	570380.28	1448994.00	833.70	Orilla
362	570380.12	1448994.05	833.36	Orilla
363	570381.80	1448993.57	833.75	Cerco de Zinc
364	570381.88	1448989.19	833.71	Cerco de Zinc
365	570380.40	1448987.96	833.66	Loza Existente
366	570382.30	1448987.60	833.70	Terreno Natural
367	570383.62	1448987.40	833.77	Loza Existente
368	570384.57	1448988.38	833.74	Caja de Registro
369	570384.06	1448989.92	833.73	Agua Potable
370	570384.87	1448991.38	833.93	Anden
371	570384.89	1448993.98	833.91	Anden
372	570383.76	1448994.03	833.74	Poste de Luz de Madera
373	570385.71	1448993.71	833.91	Línea Central
374	570385.98	1448987.73	834.00	División de Casa
375	570386.81	1448987.75	833.98	Línea de Pared
376	570371.30	1448995.66	833.17	Canal Revestido
377	570371.35	1448995.17	833.17	Centro
378	570371.55	1448994.64	833.15	Canal Revestido
379	570371.63	1448994.42	833.73	Canal Revestido
380	570371.93	1448994.30	833.73	Canal Revestido
381	570375.47	1448995.73	833.13	Canal Revestido
382	570375.45	1448995.16	833.12	Centro
383	570375.48	1448994.65	833.14	Canal Revestido
384	570375.53	1448994.56	833.73	Canal Revestido
385	570375.55	1448994.31	833.72	Canal Revestido
386	570377.98	1448994.55	833.71	Canal Revestido
387	570378.31	1448994.59	833.30	Canal Revestido
388	570378.33	1448994.69	833.10	Fondo de Cause
389	570379.05	1448994.74	833.12	Centro
390	570378.74	1448994.62	833.31	Canal Revestido

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
391	570379.00	1448995.76	833.11	Canal Revestido
392	570377.99	1448995.66	833.11	Canal Revestido
393	570380.15	1448995.73	833.11	Canal Revestido
394	570380.14	1448994.77	833.11	Canal Revestido
395	570380.10	1448994.70	833.31	Canal Revestido
396	570380.27	1448994.47	833.71	Canal Revestido
397	570381.91	1448995.73	833.10	Centro
398	570381.90	1448995.22	833.09	Canal Revestido
399	570381.81	1448994.71	833.09	Canal Revestido
400	570381.75	1448994.33	833.72	Canal Revestido
401	570381.85	1448994.33	833.72	Cause
402	570385.64	1448994.44	833.71	Cause
404	570385.69	1448994.78	833.06	Canal Revestido
405	570385.67	1448995.28	833.05	Centro
406	570385.71	1448995.76	833.06	Canal Revestido
407	570385.73	1448996.04	834.26	Muro
408	570371.45	1448995.82	834.40	Muro
409	570376.59	1448918.18	833.84	Línea Central
410	570354.49	1448917.37	834.16	Línea Central
411	570370.11	1448913.62	834.19	Línea de Pared
412	570354.58	1448914.49	834.04	Terreno Natural
413	570354.07	1448912.69	834.16	División de Casa
414	570365.73	1448912.99	834.12	División de Casa
415	570364.30	1448914.12	834.24	Caja de Registro
416	570354.40	1448920.36	834.12	Terreno Natural
417	570366.03	1448923.15	834.16	Anden
418	570353.96	1448924.20	834.38	línea de Pared
419	570365.07	1448923.21	834.27	Caja de Registro
420	570349.78	1448913.66	834.28	Caja de Registro
421	570349.80	1448912.64	834.24	División de Casa
422	570361.32	1448924.24	834.30	Agua Potable
423	570361.05	1448924.72	834.35	División de Casa
424	570348.54	1448921.38	834.26	Esquina de Casa
425	570344.86	1448913.53	834.10	Agua Potable
426	570340.82	1448921.09	834.36	División de Casa
427	570355.44	1448925.06	834.34	División de Casa
428	570355.37	1448924.17	834.39	División de Casa
429	570353.23	1448923.65	834.24	Agua Potable
430	570348.62	1448924.68	834.17	Esquina de Casa

Número	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	ELEV (msnm)	Código
431	570316.38	1448918.97	834.08	Punto de Intersección
432	570383.83	1448918.44	834.16	Terreno Natural
433	570334.33	1448916.62	834.19	línea Central
434	570334.24	1448919.62	834.05	Terreno Natural
435	570334.47	1448920.91	834.07	línea Central
436	570334.41	1448913.88	834.09	Terreno Natural
437	570334.36	1448912.25	834.23	línea de Pared
438	570338.02	1448912.28	834.27	División de Casa
439	570331.99	1448913.31	834.18	Árbol
440	570338.84	1448913.11	834.18	Árbol
441	570336.21	1448912.86	834.22	Caja de Registro
442	570335.44	1448912.41	834.06	Agua Potable
443	570322.63	1448916.20	834.04	línea Central
444	570322.73	1448913.48	834.10	Terreno Natural
445	570322.52	1448919.19	834.06	Terreno Natural
446	570322.80	1448912.24	834.27	Esquina de Casa
447	570322.60	1448920.83	834.01	línea Central
448	570321.98	1448920.46	834.18	Poste de Telcor
449	570323.14	1448912.61	834.20	Poste de Telcor
450	570317.59	1448835.81	834.56	línea Central
451	570317.31	1448855.87	834.40	línea Central
452	570317.04	1448875.83	834.20	línea Central
453	570316.77	1448895.94	834.14	línea Central
454	570316.60	1448913.01	833.90	línea Central
455	570317.65	1448831.09	834.53	Punto de Intersección
456	570320.88	1448912.14	833.98	Terreno Natural
457	570320.62	1448911.57	834.29	Terreno Natural
458	570311.44	1448911.42	833.89	Terreno Natural
459	570309.49	1448910.52	833.88	Terreno Natural
460	570307.82	1448910.13	834.10	Esquina de Casa
461	570321.72	1448835.91	834.36	Esquina de Casa
462	570322.44	1448835.92	834.62	Anden
463	570324.34	1448835.93	834.67	línea de Pared
464	570313.89	1448835.72	834.61	Terreno Natural
465	570313.04	1448836.24	834.53	Terreno Natural
466	570311.22	1448836.29	834.98	Terreno Natural
467	570309.60	1448836.03	835.32	línea de Pared
468	570320.27	1448895.98	834.09	Terreno Natural
469	570323.18	1448895.80	834.37	línea de Pared

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
470	570313.07	1448895.89	834.12	Terreno Natural
471	570309.03	1448895.01	833.94	Cerco
472	570309.63	1448850.65	834.81	Esquina de Casa
473	570309.63	1448850.65	834.81	División de Casa
474	570323.47	1448883.79	834.41	División de Casa
475	570320.75	1448875.88	834.08	Terreno Natural
476	570321.28	1448876.00	834.35	Terreno Natural
477	570323.82	1448876.10	834.38	línea de Pared
478	570323.73	1448876.69	834.49	División de Casa
479	570313.34	1448875.78	834.13	Terreno Natural
480	570309.82	1448875.36	834.12	Cerco
481	570322.55	1448844.69	834.41	Anden
482	570324.58	1448870.94	834.40	línea de Pared
483	570323.84	1448870.80	834.38	División de Casa
484	570324.43	1448844.71	834.68	División de Casa
485	570324.12	1448863.26	834.43	División de Casa
486	570323.40	1448863.17	834.37	Agua Potable
487	570324.41	1448856.14	834.38	línea de Pared
488	570321.24	1448855.97	834.20	Terreno Natural
489	570313.61	1448855.78	834.35	Terreno Natural
490	570311.89	1448855.93	834.29	Terreno Natural
491	570309.88	1448855.84	834.09	línea Central
492	570322.23	1448861.47	834.51	Caja de Registro
493	570321.37	1448884.99	833.93	Caja de Registro
494	570307.30	1448915.31	834.07	línea Central
495	570252.03	1448914.39	835.77	Punto de Intersección
496	570294.30	1448915.09	834.08	línea Central
497	570274.08	1448914.75	834.34	línea Central
498	570264.05	1448914.59	834.73	línea Central
499	570258.83	1448914.50	835.22	línea Central
500	570258.85	1448913.25	835.17	Terreno Natural
501	570258.88	1448911.50	835.15	Kiosko
502	570258.78	1448917.50	835.12	Terreno Natural
503	570259.01	1448920.20	834.92	Esquina de Casa
504	570258.06	1448920.16	835.18	Esquina de Casa
505	570262.91	1448912.49	835.32	Kiosko
506	570264.93	1448912.48	835.31	Loza Existente
507	570264.99	1448910.11	835.46	Loza Existente
508	570265.20	1448910.08	835.51	Canal Revestido

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
509	570265.33	1448910.04	835.51	Canal Revestido
510	570265.40	1448910.08	835.04	Canal Revestido
511	570265.62	1448909.82	835.00	Canal Revestido
512	570265.59	1448909.81	835.51	Canal Revestido
513	570265.67	1448909.75	835.51	Canal Revestido
514	570266.11	1448909.50	835.49	Caja de Registro
515	570264.92	1448909.45	835.50	Canal Revestido
516	570265.32	1448909.23	835.49	Canal Revestido
517	570262.99	1448909.50	835.44	Kiosko
518	570262.28	1448909.37	835.49	Canal Revestido
519	570262.29	1448908.91	835.49	Canal Revestido
520	570256.23	1448912.43	835.41	Kiosko
521	570251.69	1448912.67	835.83	Anden
522	570250.71	1448908.30	835.97	Anden
523	570252.27	1448908.72	835.98	Esquina de Casa
524	570256.19	1448909.41	835.56	Kiosko
525	570248.73	1448909.15	835.99	Anden
526	570249.54	1448912.87	835.89	Anden
527	570250.20	1448916.04	835.83	Anden
528	570251.09	1448920.44	835.79	Anden
529	570253.55	1448922.23	835.70	Anden
530	570244.56	1448920.75	835.52	Adoquín
531	570242.82	1448912.30	835.73	Adoquín
532	570264.10	1448911.59	834.79	Terreno Natural
533	570264.17	1448912.55	834.98	Loza Existente
534	570264.13	1448912.48	835.39	Loza Existente
535	570264.00	1448917.59	834.77	Terreno Natural
536	570263.81	1448920.03	834.70	línea Central
537	570264.19	1448909.01	835.50	línea de Pared
538	570268.26	1448919.34	834.63	Muro
539	570274.85	1448919.41	834.62	Muro
540	570274.92	1448919.15	834.58	Muro
541	570271.29	1448911.50	834.94	Poste de Telcor
542	570273.94	1448920.24	834.22	Terreno Natural
543	570274.03	1448917.75	834.23	Terreno Natural
544	570274.12	1448909.09	835.11	línea de Pared
545	570274.21	1448910.52	834.86	Caja de Registro
546	570274.13	1448911.75	834.50	Terreno Natural
547	570285.08	1448909.29	834.93	División de Casa

Número	<u>Coord.</u> <u>UTM X</u>	<u>Coord.</u> <u>UTM Y</u>	<u>ELEV</u> <u>(msnm)</u>	<u>Código</u>
548	570285.22	1448909.26	834.87	Caja de Registro
549	570285.22	1448910.36	834.86	Caja de Registro
550	570284.11	1448910.36	834.83	Caja de Registro
551	570293.98	1448920.29	834.13	línea Central
552	570294.24	1448918.16	834.06	Terreno Natural
553	570294.35	1448912.09	834.19	Terreno Natural
554	570294.57	1448910.16	833.91	línea Central
555	570289.25	1448915.01	834.00	línea Central
556	570289.29	1448912.01	834.23	Terreno Natural
557	570289.64	1448909.86	834.35	línea Central
558	570289.19	1448918.01	834.12	Terreno Natural
559	570289.01	1448920.21	834.21	línea Central
560	570307.35	1448912.31	834.03	Terreno Natural
561	570307.24	1448918.63	834.10	Terreno Natural
562	570307.26	1448920.49	834.14	línea Central
563	570316.61	1448920.67	833.98	línea Central
564	570324.33	1448831.18	834.71	Esquina de Casa
565	570326.36	1448829.16	834.72	Esquina de Casa
566	570286.42	1448829.61	836.57	División de Casa
567	570323.10	1448827.90	834.30	Caite Cuneta
568	570321.84	1448831.15	834.28	Caite Cuneta
569	570320.18	1448831.70	834.48	Terreno Natural
570	570308.01	1448829.59	835.41	Esquina de Casa
571	570309.47	1448830.93	835.40	Esquina de Casa
572	570313.95	1448831.04	834.66	Terreno Natural
573	570310.42	1448829.70	835.17	Agua Potable
574	570312.94	1448831.53	834.62	Terreno Natural
575	570311.60	1448831.52	835.10	Terreno Natural
576	570307.31	1448829.08	835.38	Caja de Registro
577	570307.29	1448827.96	835.16	Caja de Registro
578	570323.59	1448818.95	834.29	Vado
579	570322.47	1448817.73	834.31	Vado
580	570321.50	1448815.60	834.35	Caite Cuneta
581	570324.09	1448816.84	834.45	Esquina de Casa
582	570309.71	1448817.08	835.09	Esquina de Casa
583	570317.75	1448815.97	834.45	Terreno Natural
584	570314.03	1448816.16	834.46	Caite Cuneta
585	570313.95	1448817.46	834.43	Vado
586	570312.97	1448818.53	834.43	Vado

<u>Número</u>	<u>Coord. UTM X</u>	<u>Coord. UTM Y</u>	<u>ELEV (msnm)</u>	<u>Código</u>
587	570315.10	1448820.96	834.47	Poso de Visita Sanitario
588	570309.63	1448818.10	835.11	Terreno Natural
589	570307.54	1448819.85	834.76	Terreno Natural
590	570307.54	1448822.97	834.55	Terreno Natural
591	570309.43	1448823.73	834.67	línea Central
592	570307.54	1448826.85	834.83	Terreno Natural
593	570309.41	1448828.58	835.11	Terreno Natural
594	570309.41	1448829.63	835.49	BM 3
595	570314.53	1448800.79	834.51	Caite Cuneta
596	570318.21	1448800.83	834.60	línea Central
597	570321.75	1448800.98	834.46	Caite Cuneta
598	570324.24	1448800.99	834.58	línea de Pared
599	570303.33	1448823.67	835.02	línea Central
600	570303.33	1448827.10	835.24	Terreno Natural
601	570303.12	1448828.26	835.58	Terreno Natural
602	570302.93	1448829.45	835.65	línea de Pared
603	570302.88	1448820.89	835.45	Terreno Natural
604	570302.77	1448818.94	835.83	Terreno Natural
605	570302.70	1448817.29	835.73	línea Central
606	570296.40	1448824.17	835.61	línea Central
607	570296.04	1448827.66	835.76	Terreno Natural
608	570295.85	1448829.56	835.94	Línea de Pared
609	570296.02	1448820.29	835.78	Terreno Natural
610	570295.88	1448818.78	836.22	Terreno Natural
611	570295.84	1448817.50	836.25	línea Central
612	570286.27	1448823.86	836.42	línea Central
613	570286.18	1448827.09	836.35	Terreno Natural
614	570286.40	1448820.63	836.24	Terreno Natural

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67: Dosificaciones para concreto.

PARA 1 M ³ DE CONCRETO					
Tipo de concreto	Resistencia PSI	Cemento kg	Arena m3	Grava m3	Agua L
1:2:2	3500	420	0.67	0.67	220
1:2:3	3000	350	0.56	0.84	180
1:2:4	2500	300	0.48	0.96	170
1:3:4	2000	260	0.63	0.84	170
1:3:6	1500	210	0.50	1.00	160
Desperdicio		5%	20%	10%	30%

Fuente: Manual del Maestro de Obra, página 32, año 2009).

Tabla 68: Áreas a trabajar.

AREA DE ADOQUINADO TOTAL DEL PROYECTO SEGÚN LA TOPOGRAFIA									
TRAMO-1			TRAMO-2						
	CALLE-1	Area	CALLE-2	Area	CALLE-3	Area	CALLE-4	Area	AREA TOTAL
Ancho prom=	6.097 m	1,808.736 m2	5.945 m	740.866 m2	7.425 m	624.071 m2	7.560 m	527.537 m2	3,701.210 m2
Longitud=	296.660 m		124.620 m		84.050 m		69.780 m		
AREA DE LIMPIEZA TOTAL DEL PROYECTO SEGÚN LA TOPOGRAFIA									
TRAMO-1			TRAMO-2						
	CALLE-1	Area	CALLE-2	Area	CALLE-3	Area	CALLE-4	Area	AREA TOTAL
Ancho prom=	7.297 m	2,164.728 m2	7.145 m	890.410 m2	8.625 m	724.931 m2	8.760 m	611.273 m2	4,391.342 m2
Longitud=	296.660 m		124.620 m		84.050 m		69.780 m		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69: Volúmenes de Corte y Relleno tramo-1(Calle-1).

Estación			Semi Distancia	Áreas m2				Volumen m3		Acarreo abundado	Botado abundado
				Corte		Relleno		Corte	Relleno		
0	+	0.00	10.375	2.91	5.53	1.61	3.27	57.37	33.93	44.78	75.73
0	+	20.75		2.62		1.66					
0	+	27.79	3.520	2.85	5.47	1.86	3.52	19.25	12.39	16.36	25.42
0	+	35.65	3.930	2.11	4.96	3.16	5.02	19.49	19.73	26.04	25.73
0	+	45.42	4.885	2.58	4.69	1.56	4.72	22.91	23.06	30.44	30.24
0	+	61.05	7.815	2.83	5.41	1.49	3.05	42.28	23.84	31.46	55.81
0	+	69.00	3.975	2.02	4.85	1.20	2.69	19.28	10.69	14.11	25.45
0	+	73.37	2.185	2.00	4.02	1.19	2.39	8.78	5.22	6.89	11.59
0	+	80.99	3.810	2.17	4.17	1.22	2.41	15.89	9.18	12.12	20.97
0	+	100.69	9.850	2.58	4.75	1.19	2.41	46.79	23.74	31.33	61.76
0	+	117.81	8.560	1.90	4.48	1.16	2.35	38.35	20.12	26.55	50.62
0	+	124.53	3.360	2.48	4.38	1.12	2.28	14.72	7.66	10.11	19.43
0	+	139.71	7.590	1.88	4.36	1.11	2.23	33.09	16.93	22.34	43.68
0	+	159.63	9.960	2.44	4.32	1.80	2.91	43.03	28.98	38.26	56.80
0	+	174.32	7.345	2.20	4.64	1.21	3.01	34.08	22.11	29.18	44.99
0	+	179.32	2.500	2.92	5.12	1.67	2.88	12.80	7.20	9.50	16.90
0	+	184.32	2.500	2.05	4.97	1.50	3.17	12.43	7.93	10.46	16.40
0	+	198.95	7.315	2.71	4.76	1.40	2.90	34.82	21.21	28.00	45.96
0	+	215.56	8.305	3.88	6.59	2.05	3.45	54.73	28.65	37.82	72.24
0	+	220.38	2.410	2.63	6.51	0.58	2.63	15.69	6.34	8.37	20.71
0	+	227.21	3.415	3.93	6.56	1.88	2.46	22.40	8.40	11.09	29.57
0	+	239.10	5.945	3.22	7.15	1.13	3.01	42.51	17.89	23.62	56.11
0	+	259.11	10.005	4.00	7.22	1.18	2.31	72.24	23.11	30.51	95.35
0	+	276.73	8.810	3.83	7.83	1.17	2.35	68.98	20.70	27.33	91.06
0	+	296.70	9.985	2.50	6.33	1.27	2.44	63.21	24.36	32.16	83.43
Total Movimiento de tierra adoquinado (CALLE-1)								815.11	423.37	558.85	1,075.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70: Volúmenes de Corte y Relleno tramo-2(Calles- 2, 3,4).

Estación			Semi Distancia	Áreas m2				Volumen m3		Acarreo abundado	Botado abundado
				Corte		Relleno		Corte	Relleno		
0	.+	0.00	3.410	7.40	9.09	4.65	5.96	31.00	20.32	26.83	40.92
0	.+	6.82		1.69		1.31					
0	.+	12.07	2.625	1.10	2.79	1.30	2.61	7.32	6.85	9.04	9.67
0	.+	22.10	5.015	1.24	2.34	1.33	2.63	11.74	13.19	17.41	15.49
0	.+	37.28	7.590	1.78	3.02	1.80	3.13	22.92	23.76	31.36	30.26
0	.+	42.63	2.675	1.48	3.26	1.31	3.11	8.72	8.32	10.98	11.51
0	.+	55.33	6.350	1.69	3.17	1.37	2.68	20.13	17.02	22.46	26.57
0	.+	64.55	4.610	1.45	3.14	1.30	2.67	14.48	12.31	16.25	19.11
0	.+	70.70	3.075	2.00	3.45	1.22	2.52	10.61	7.75	10.23	14.00
0	.+	82.40	5.850	2.92	4.92	1.24	2.46	28.78	14.39	19.00	37.99
0	.+	102.58	10.090	3.81	6.73	1.74	2.98	67.91	30.07	39.69	89.64
0	.+	124.69	11.055	4.60	8.41	1.68	3.42	92.97	37.81	49.91	122.72
Total Movimiento de tierra cuneta (0 + 124.96 calle 2)								316.57	191.78	253.15	417.87
0	.+	0.00	4.020	4.77	8.77	2.30	4.14	35.26	16.64	21.97	46.54
0	.+	8.04		4.00		1.84					
0	.+	28.11	10.035	3.03	7.03	1.73	3.57	70.55	35.82	47.29	93.12
0	.+	48.08	9.985	2.42	5.45	1.67	3.40	54.42	33.95	44.81	71.83
0	.+	68.18	10.050	2.92	5.34	1.63	3.30	53.67	33.17	43.78	70.84
0	.+	84.06	7.940	4.20	7.12	3.89	5.52	56.53	43.83	57.85	74.62
Total Movimiento de tierra cuneta (0 + 84.06 calle 3)								270.42	163.41	215.70	356.95
0	.+	0.00	5.110	3.86	7.20	1.55	3.44	36.79	17.58	23.20	48.57
0	.+	10.22		3.34		1.89					
0	.+	18.30	4.040	1.97	5.31	1.53	3.42	21.45	13.82	18.24	28.32
0	.+	47.43	14.565	3.67	5.64	1.72	3.25	82.15	47.34	62.48	108.43
0	.+	69.78	11.175	3.60	7.27	1.52	3.24	81.24	36.21	47.79	107.24
Total Movimiento de tierra cuneta (0 + 69.78 calle 4)								221.63	114.94	151.72	292.56
Total Movimiento de tierra Cunetas calle 2, 3 y 4								808.62	470.13	620.57	1,067.38

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71: Presupuesto estimado del tramo en estudio.

Etapa	Sub Etapa	Descripción	U/m	Cantidad	Costo Unit	Materiales	Mano de Obra	Transporte	Maquinaria	Subcontrato	Total
250		Preliminares				6,300.00	41,489.39	126.00	0.00	0.00	47,915.39
	01	Limpieza para adoquinado	m ²	4,391.34	C\$ 2.00		8,782.68				8,782.68
	02	Trazo para adoquinado	m ²	4,391.34	C\$ 5.00		21,956.71				21,956.71
	03	Demolición de cunetas, vados	m	410.00	C\$ 25.00		10,250.00				10,250.00
	04	Instalar rotulo del proyecto	c/u	1.00	C\$ 500.00		500.00				500.00
		Pino 2" x 2" x 5 vrs	Pzas	3.00	C\$ 100.00	300.00		6.00			306.00
		liso)	c/u	1.00	C\$ 6,000.00	6,000.00		120.00			6,120.00
260		Maquinaria y Equipo	m³			0.00	0.00	0.00	1,226,241.53	0.00	1,226,241.53
	01	Corte y/o Excavación con Equipo	m ³	1,623.74	C\$ 150.00				243,560.27		243,560.27
	02	Relleno y Compactación con Equipo	m ³	893.50	C\$ 170.00				151,895.57		151,895.57
	03	Botar material sobrante de Excavación a 6 Km	m ³	2,143.33	C\$ 160.00				342,932.86		342,932.86
	04	Explotación de banco con tractor	m ³	893.50	C\$ 150.00				134,025.50		134,025.50
	05	Acarreo de material selecto a 6 km	m ³	1,179.42	C\$ 300.00				353,827.33		353,827.33
362		Obras de reparación	Gbl			0.00	0.00	0.00	0.00	63,500.00	63,500.00
	01	Restauración y conexiones domiciliaries	c/u	67.00	C\$ 500.00					33,500.00	33,500.00
	02	Limpieza y Restauración de manholes PV	c/u	6.00	C\$ 5,000.00					30,000.00	30,000.00
280		Construcción de cunetas	m	1,074.00		843,199.70	198,690.00	14,153.80	0.00	0.00	1,056,043.50
		Pino para niveletas 2" x 2" x 5 vrs	piezas	53.00	C\$ 100.00	5,300.00		106.00			5,406.00
		Pino para niveletas 1" x 2" x 5 vrs	piezas	25.00	C\$ 50.00	1,250.00		25.00			1,275.00
		Clavos corrientes de 2½"	lbs	7.00	C\$ 20.00	140.00		2.80			142.80
		Pino para formaletas 2" x 12" x 5 vrs	piezas	255.00	C\$ 600.00	153,000.00		3,060.00			156,060.00
		Pino para formaletas 2" x 6" x 5 vrs	piezas	255.00	C\$ 300.00	76,500.00		1,530.00			78,030.00
		Pino para formaletas 1" x 6" x 5 vrs	piezas	255.00	C\$ 150.00	38,250.00		765.00			39,015.00
		Clavos corrientes de 3"	lbs	77.00	C\$ 25.00	1,925.00		38.50			1,963.50
		Diagonales de guanacaste	c/u	429.00	C\$ 230.00	98,670.00		1,973.40			100,643.40
		Codales de pochote 2" x 3" x 5 vrs	c/u	6.00	C\$ 300.00	1,800.00		36.00			1,836.00
		Piedrin 1/2"	m ³	105.00	C\$ 850.00	89,250.00					89,250.00
		Arena natural ASTM C-33.	m ³	76.00	C\$ 600.00	45,600.00					45,600.00
		Cemento PORTLAND Holcim ASTM C-150 Tipo 1	sacos	987.00	C\$ 335.00	330,645.00		6,612.90			337,257.90
		Escobas de castilla	c/u	21.00	C\$ 10.00	210.00		4.20			214.20
		Agua potable	m ³	26.39	C\$ 25.00	659.70					659.70
	01	Construcción de cunetas de caite según detalle	m	1,074.00	C\$ 185.00		198,690.00				198,690.00

Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto estimado del tramo en estudio (Continuación)

Etapa	Sub Etapa	Descripción	U/m	Cantidad	Costo Unit	Materiales	Mano de Obra	Transporte	Maquinaria	Subcontrato	Total
290		Construcción de Vados	m	104.00		169,700.00	83,200.00	2,781.00	0.00	0.00	255,681.00
		Pino para niveletas 2" x 2" x 5 vrs	piezas	8.00	C\$ 100.00	800.00		16.00			816.00
		Pino para niveletas 1" x 2" x 5 vrs	piezas	6.00	C\$ 50.00	300.00		6.00			306.00
		Clavos corrientes de 2½"	lbs	5.00	C\$ 25.00	125.00		2.50			127.50
		Pino para formaletas 2" x 10" x 5 vrs	piezas	49.00	C\$ 500.00	24,500.00		490.00			24,990.00
		Clavos corrientes de 3"	lbs	3.00	C\$ 25.00	75.00		1.50			76.50
		Acero N° 3 ASTM-A-615 Grado 40	qq	26.00	C\$ 1,550.00	40,300.00		806.00			41,106.00
		Alambre recocido calibre18	lbs	130.00	C\$ 25.00	3,250.00		65.00			3,315.00
		Piedrin 1/2"	m³	22.00	C\$ 950.00	20,900.00					20,900.00
		Arena natural ASTM C-33.	m³	16.00	C\$ 600.00	9,600.00					9,600.00
		Cemento PORTLAND Holcim ASTM C-150 Tipo 1	sacos	208.00	C\$ 335.00	69,680.00		1,393.60			71,073.60
		Escobas de castilla	c/u	2.00	C\$ 10.00	20.00		0.40			20.40
		Agua potable	m³	6.00	C\$ 25.00	150.00					150.00
	01	Construccion de Vado de concreto reforzado según detalle	m	104.00	C\$ 800.00		83,200.00				83,200.00
270		Rodamiento con Adoquín	m²	3,701.21		1,405,375.89	185,060.50	443,495.40	0.00	0.00	2,033,931.78
		Adoquín tipo tráfico Santa Cruz 3500 PSI	c/u	71,027.00	C\$ 16.80	1,193,253.60		426,162.00			1,619,415.60
		Medio adoquin tipo tráfico Santa Cruz 3500 PSI	c/u	2,875.55	C\$ 8.70	25,017.29		17,253.30			42,270.59
		Arena natural para base (Colchón) ASTM - 33 Angular	m³	223.00	C\$ 600.00	133,800.00					133,800.00
		Arena natural para caliche Motastepe	m³	58.00	C\$ 850.00	49,300.00					49,300.00
		Pino para cerchas transversales 1" x 6" x 4 vrs	Pzas	29.00	C\$ 120.00	3,480.00		69.60			3,549.60
		Pino para cerchas transversales 1" x 2" x 5 vrs	Pzas	8.00	C\$ 50.00	400.00		8.00			408.00
		Clavos corrientes de 2 1/2"	Lbs	5.00	C\$ 25.00	125.00		2.50			127.50
	01	Pegado de adoquín	m²	3,701.21	C\$ 40.00		148,048.40				148,048.40
	02	Caliche de adoquín	m²	3,701.21	C\$ 10.00		37,012.10				37,012.10

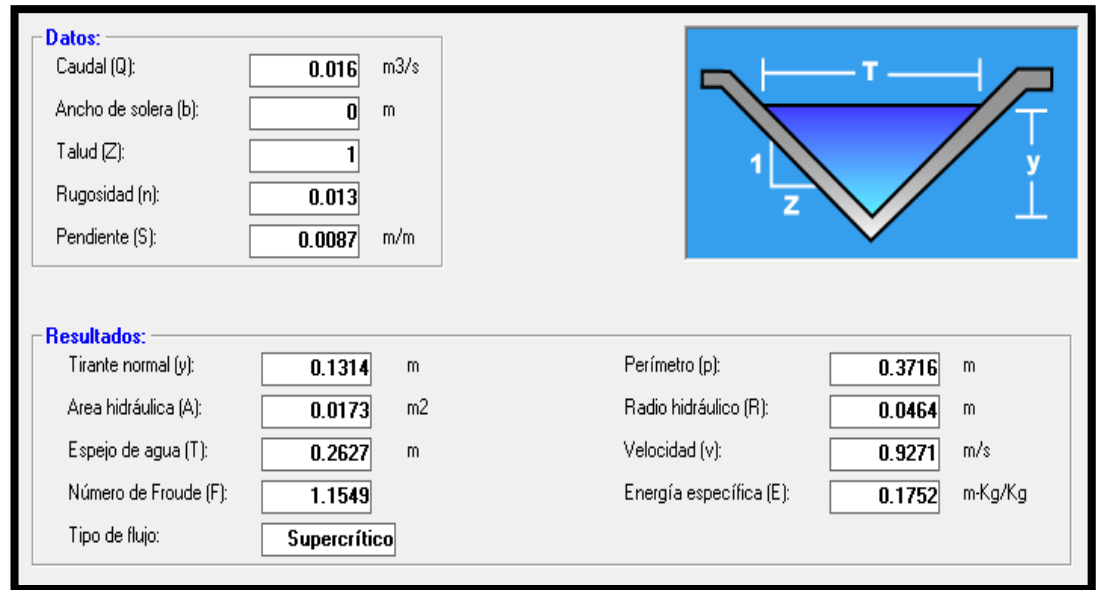
Fuente: Elaboración propia

Presupuesto estimado del tramo en estudio (Continuación)

Etapas	Sub Etapas	Descripción	U/m	Cantidad	Costo Unit	Materiales	Mano de Obra	Transporte	Maquinaria	Subcontrato	Total
290		Construcción de Vados	m	104.00		169,700.00	83,200.00	2,781.00	0.00	0.00	255,681.00
280(5)		Viga de remate longitudinal	m	1,150.22		73,110.00	15,527.97	1,011.70	0.00	0.00	89,649.67
		Cemento PORTLAND Holcim ASTM C-150 Tipo 1	Sacos	151.00	C\$ 335.00	50,585.00		1,011.70			51,596.70
		Arena natural ASTM C-33 angular.	m³	12.00	C\$ 600.00	7,200.00					7,200.00
		Piedrin 1/2"	m³	16.00	C\$ 950.00	15,200.00					15,200.00
		Agua potable	m³	5.00	C\$ 25.00	125.00					125.00
	01	Concreto mezclado a mano de 3000 psi 1: 2: 2 1/2	m³	17.25	C\$ 900.00		15,527.97				15,527.97
280(16)		Viga transversal	m	21.55		6,880.00	1,831.75	87.10	0.00	0.00	8,798.85
		Cemento PORTLAND Holcim ASTM C-150 Tipo 1	Sacos	13.00	C\$ 335.00	4,355.00		87.10			4,442.10
		Arena natural ASTM C-33 angular.	m³	1.00	C\$ 600.00	600.00					600.00
		Piedrin 1/2"	m³	2.00	C\$ 950.00	1,900.00					1,900.00
		Agua potable	m³	1.00	C\$ 25.00	25.00					25.00
	01	Viga transversal Concreto simple 3000 psi 0.50 x 0.15 m	m	21.55	C\$ 85.00		1,831.75				1,831.75
290(11)		Compactación de adoquinado				0.00	0.00	0.00	37,012.10	0.00	37,012.10
	01	Compactación con compactadora 5 Pasadas	m²	3,701.21	C\$ 10.00				37,012.10		37,012.10
300		Limpieza y entrega				0.00	10,000.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
	01	Limpieza final	Gbl	1.00	C\$10,000.00		10,000.00				10,000.00
Totales C\$						C\$ 2,504,565.59	C\$ 535,799.61	C\$ 461,655.00	C\$ 1,263,253.63	C\$ 63,500.00	C\$ 4,828,773.84
						Tasa de cambio del dolar	34.85 C\$ / \$	Costo Directo			C\$ 4,828,773.84
						Iva 15% (Mano de obra, Transporte, Maquinaria, sub contrato)			C\$ 348,631.24		
						Total General C\$			C\$ 5,177,405.07		
						Total General \$			\$ 148,562.56		

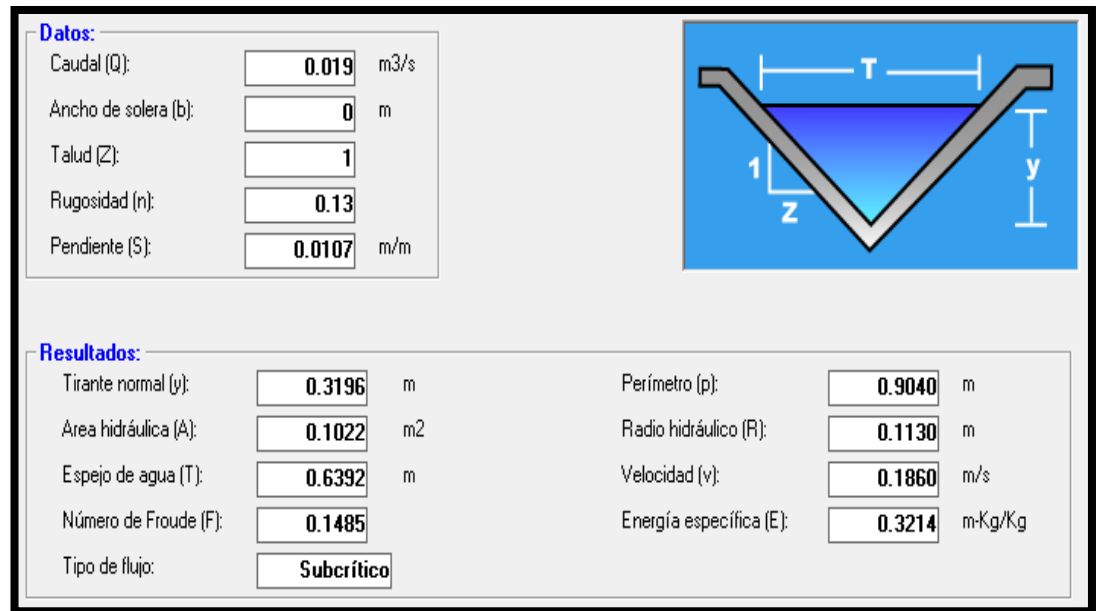
Fuente: Elaboración propia.

Figura 33: Secciones transversales de cunetas. Microcuenca 1.



Fuente: H Canales.

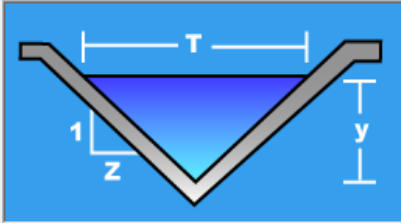
Figura 34: Secciones transversales de cunetas. Microcuenca 2.



Fuente: H Canales.

Figura 35: Secciones transversales de cunetas. Microcuenca 3.

Datos:		
Caudal (Q):	0.016	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0	m
Talud (Z):	1	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.0028	m/m

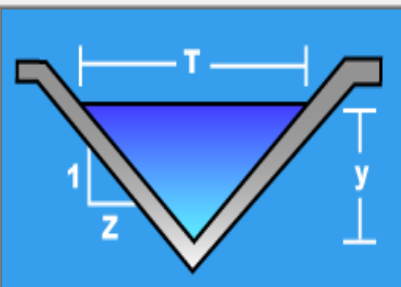


Resultados:		
Tirante normal (y):	0.1625	m
Area hidráulica (A):	0.0264	m ²
Espejo de agua (T):	0.3250	m
Número de Froude (F):	0.6788	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Perímetro (p):	0.4596	m
Radio hidráulico (R):	0.0574	m
Velocidad (v):	0.6060	m/s
Energía específica (E):	0.1812	m-Kg/Kg

Fuente: H Canales.

Figura 36: Secciones transversales de cunetas. Microcuenca 14.

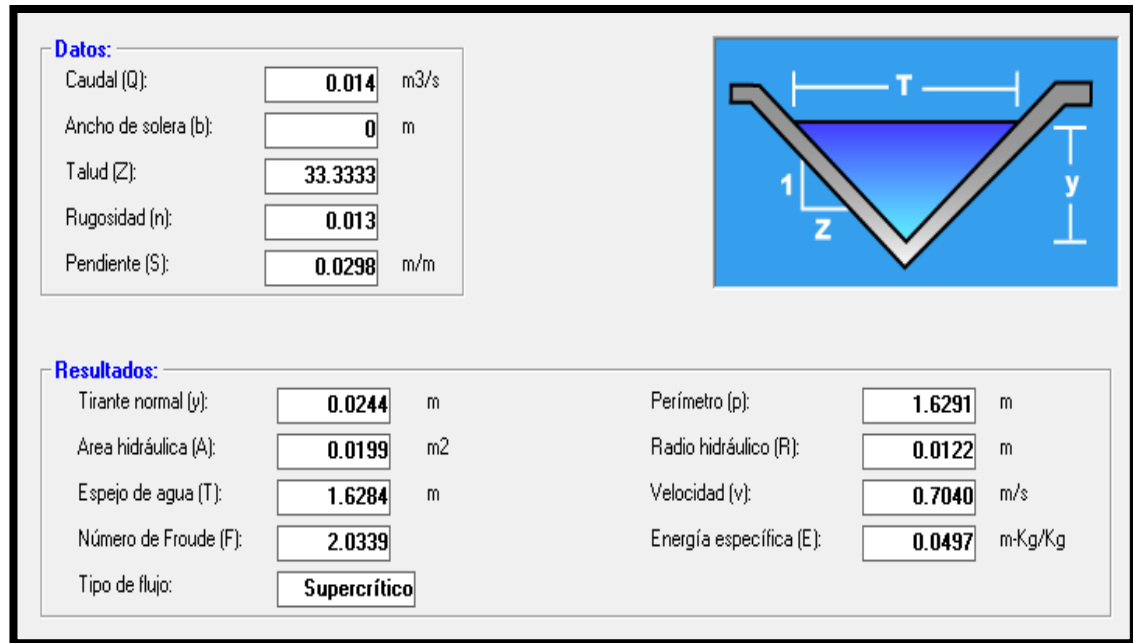
Datos:		
Caudal (Q):	0.024	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0	m
Talud (Z):	1	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.0058	m/m



Resultados:		
Tirante normal (y):	0.1650	m
Area hidráulica (A):	0.0272	m ²
Espejo de agua (T):	0.3301	m
Número de Froude (F):	0.9795	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Perímetro (p):	0.4668	m
Radio hidráulico (R):	0.0583	m
Velocidad (v):	0.8813	m/s
Energía específica (E):	0.2046	m-Kg/Kg

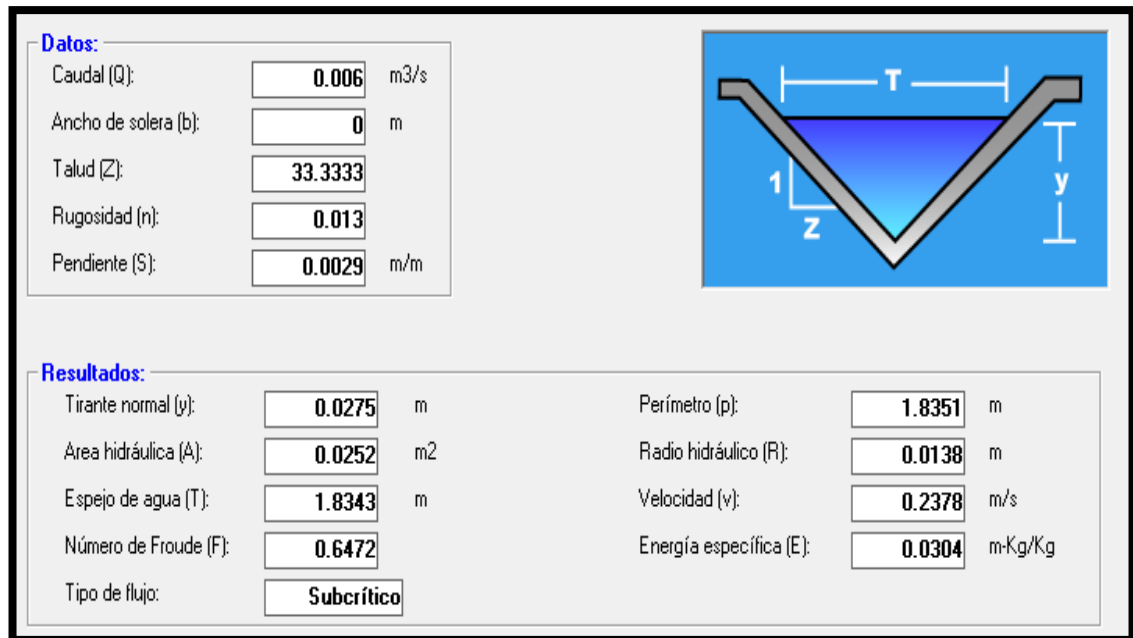
Fuente: H Canales.

Figura 37: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 3.



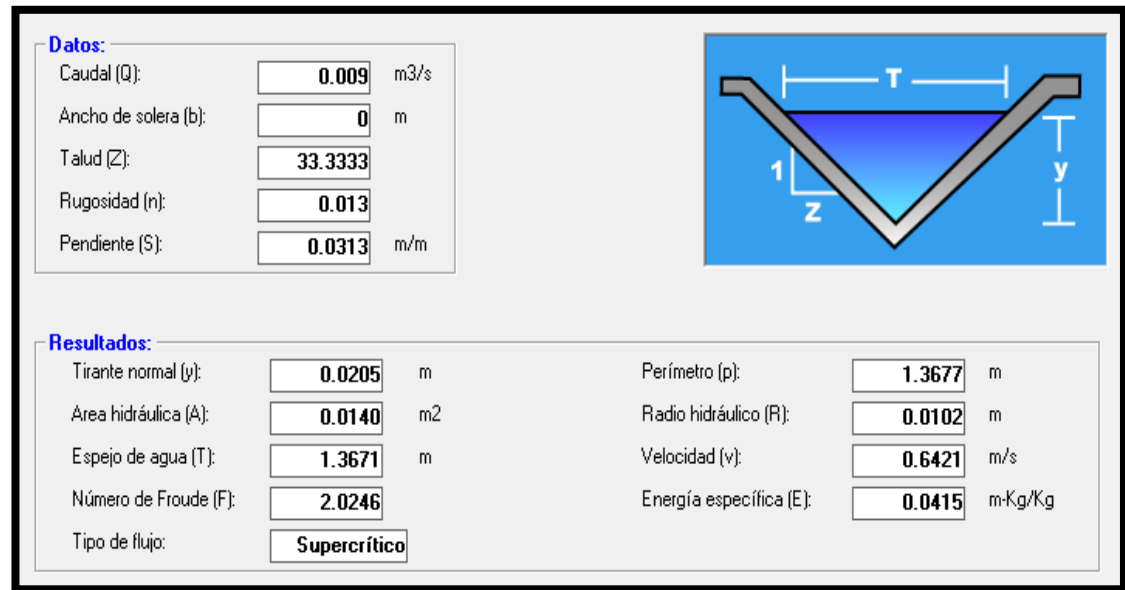
Fuente: H Canales.

Figura 38: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 4.



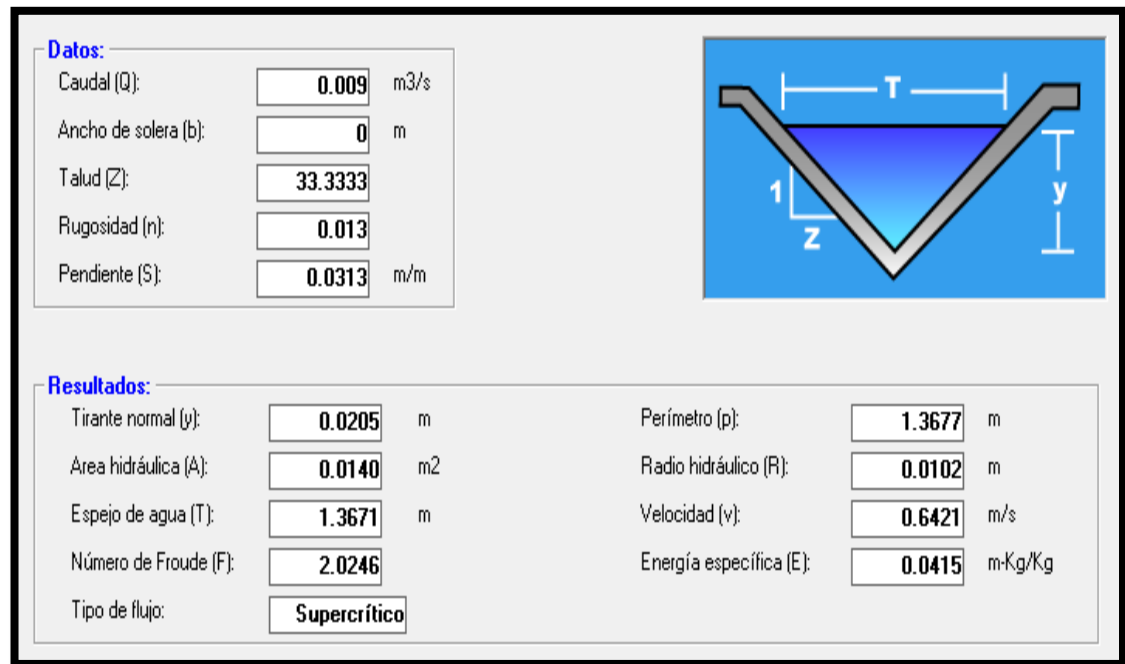
Fuente: H Canales.

Figura 39: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 5.



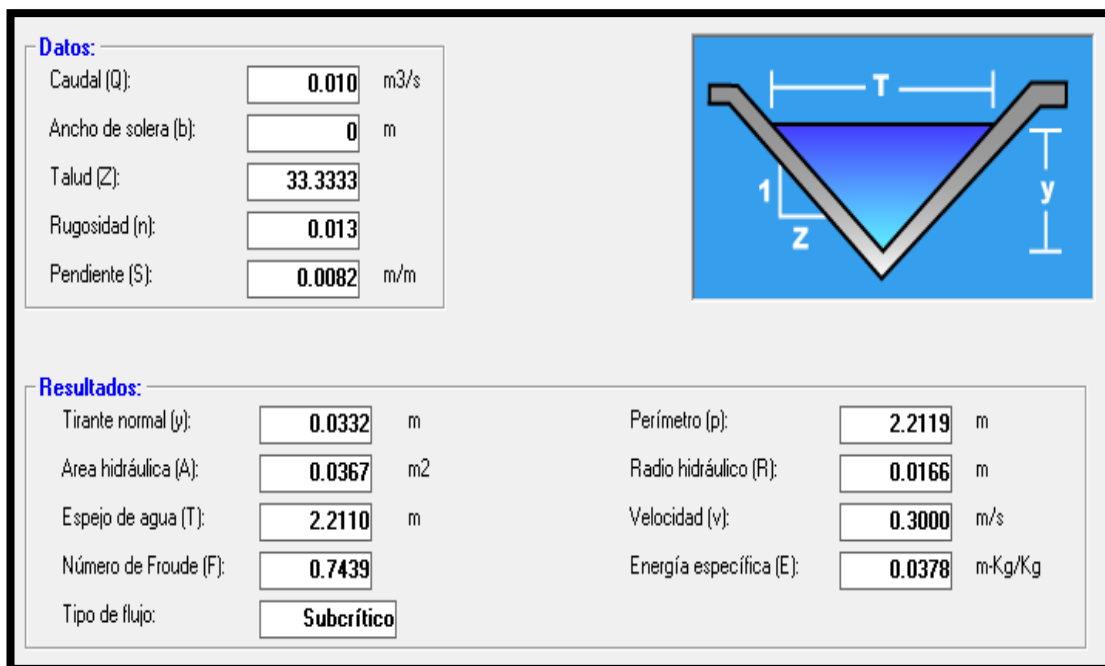
Fuente: H Canales.

Figura 40: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 6.



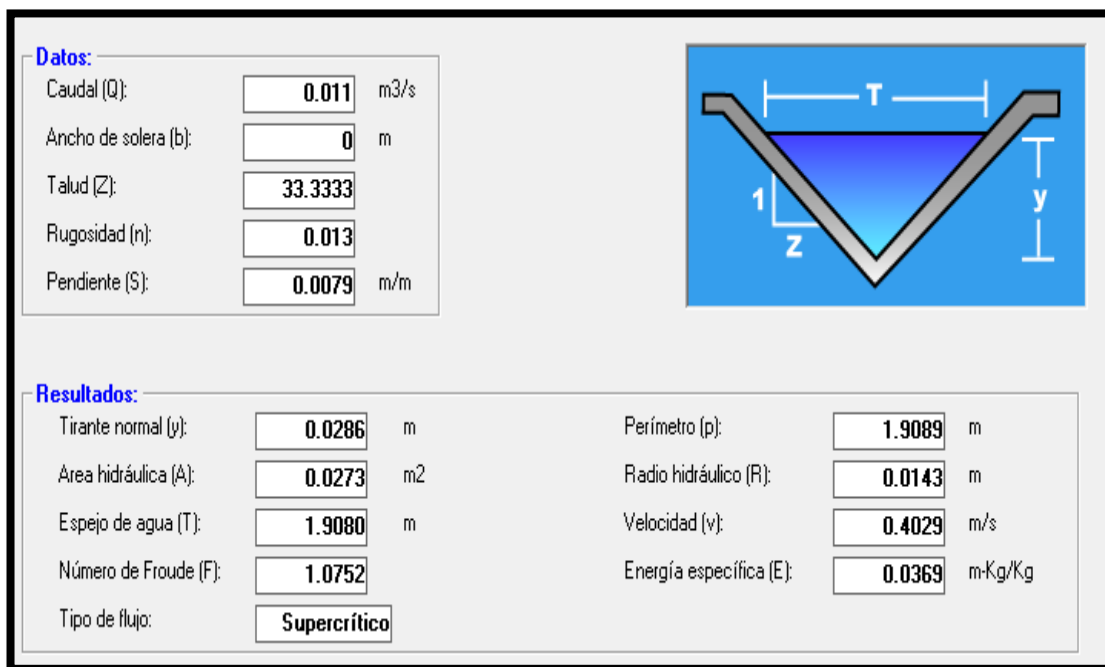
Fuente: H Canales.

Figura 41: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 7.



Fuente: H Canales

Figura 42: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 8.



Fuente: H Canales.

Figura 43: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 9.

Datos:		
Caudal (Q):	0.010	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0	m
Talud (Z):	33.3333	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.0052	m/m

Resultados:		
Tirante normal (y):	0.0299	m
Área hidráulica (A):	0.0297	m ²
Espejo de agua (T):	1.9912	m
Número de Froude (F):	0.8786	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Perímetro (p):	1.9921	m
Radio hidráulico (R):	0.0149	m
Velocidad (v):	0.3363	m/s
Energía específica (E):	0.0356	m-Kg/Kg

Fuente: H Canales.

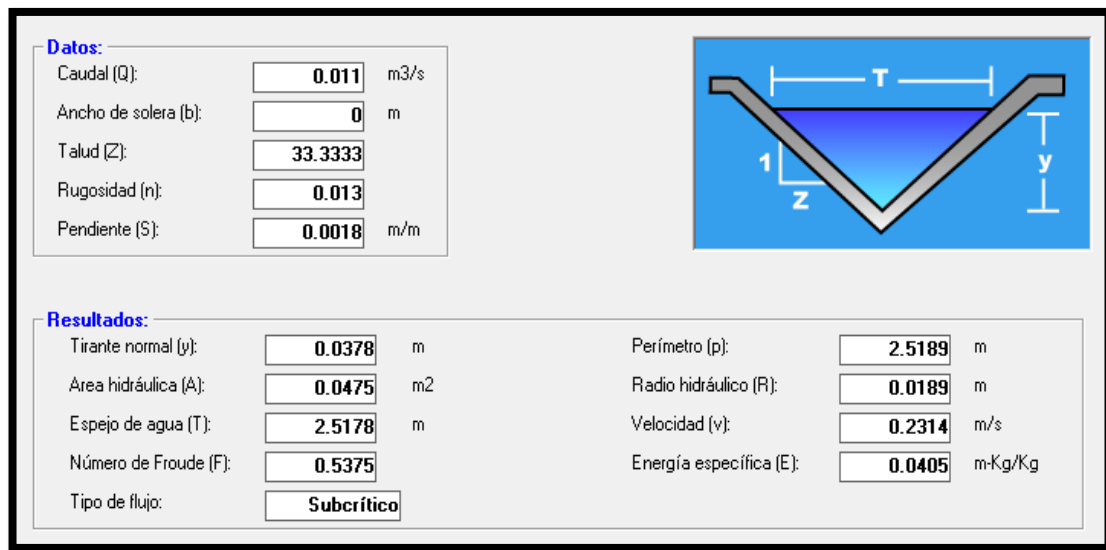
Figura 44: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 10.

Datos:		
Caudal (Q):	0.009	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0	m
Talud (Z):	33.3333	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.0066	m/m

Resultados:		
Tirante normal (y):	0.0275	m
Área hidráulica (A):	0.0251	m ²
Espejo de agua (T):	1.8304	m
Número de Froude (F):	0.9760	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Perímetro (p):	1.8312	m
Radio hidráulico (R):	0.0137	m
Velocidad (v):	0.3582	m/s
Energía específica (E):	0.0340	m-Kg/Kg

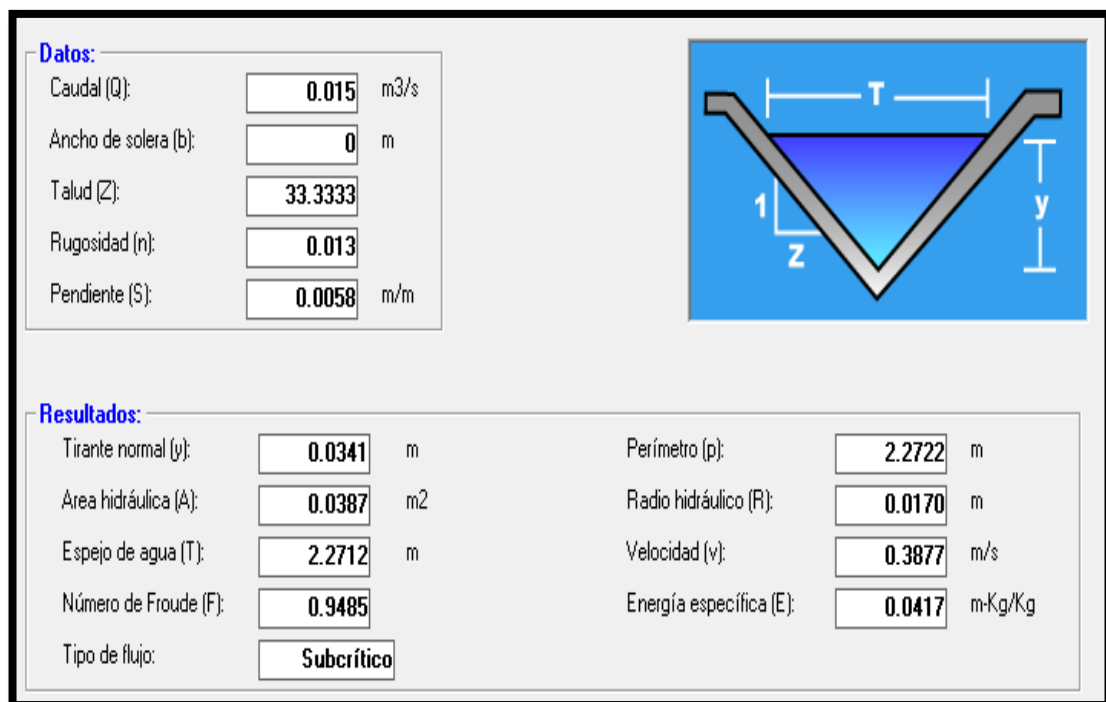
Fuente: H Canales.

Figura 45: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 12.

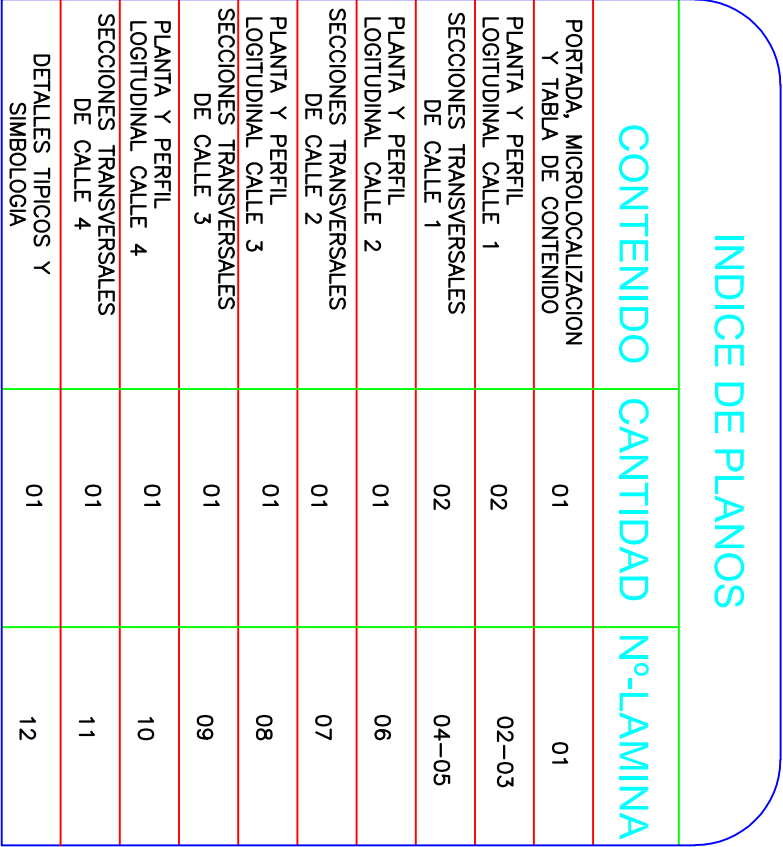


Fuente: H Canales.

Figura 46: Secciones transversales de Vados. Microcuenca 13.



Fuente: H Canales.



MICRO LOCALIZACION Y UBICACION

ESCALA

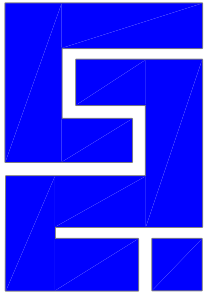
DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

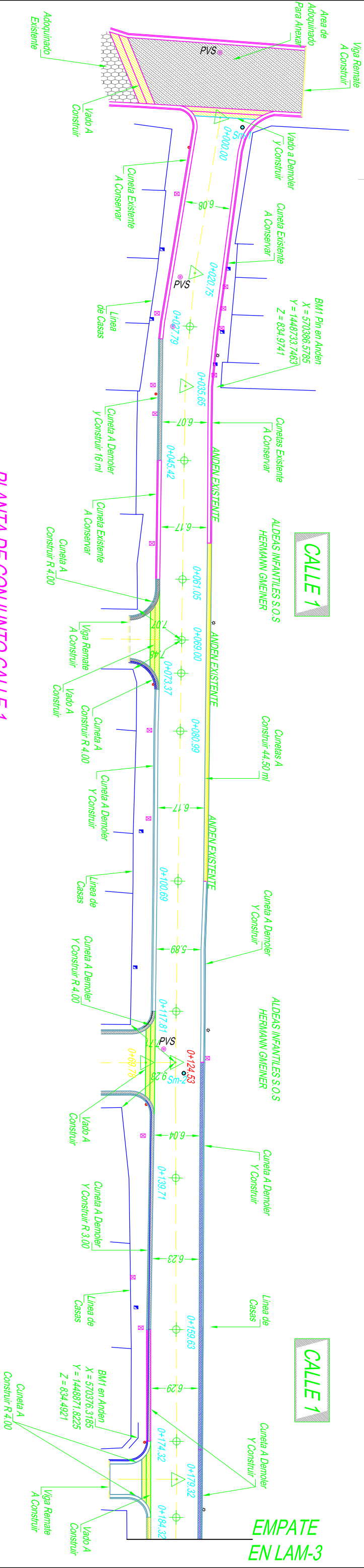
BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES,
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA,
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

INDICADA

→

12

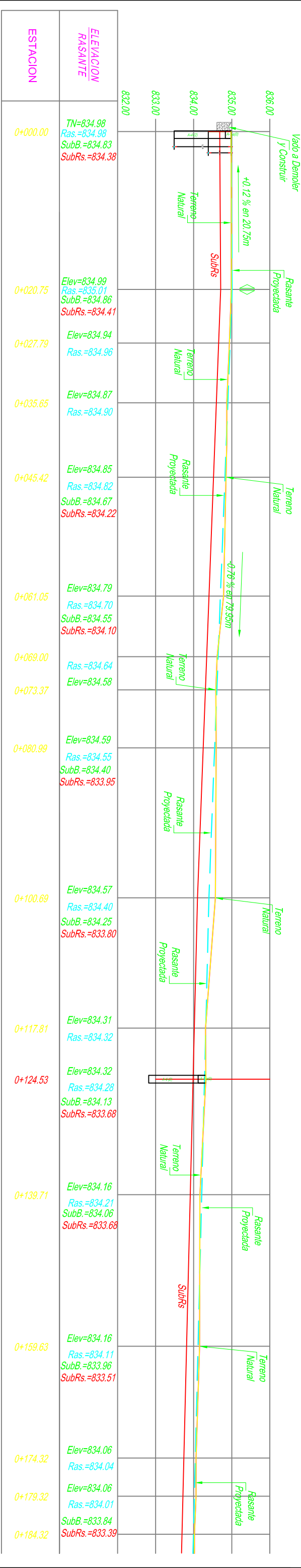




PLANTA DE CONJUNTO CALLE 1

ESCALA:

1:1000



PERFIL CALLE 1

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

ESCALA VERTICAL 1 : 200

PROYECTO:

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

ELABORADO POR:

BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES.
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA.
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

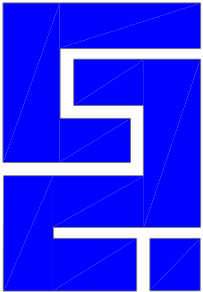
ESCALA:

INDICADA

LAMINA

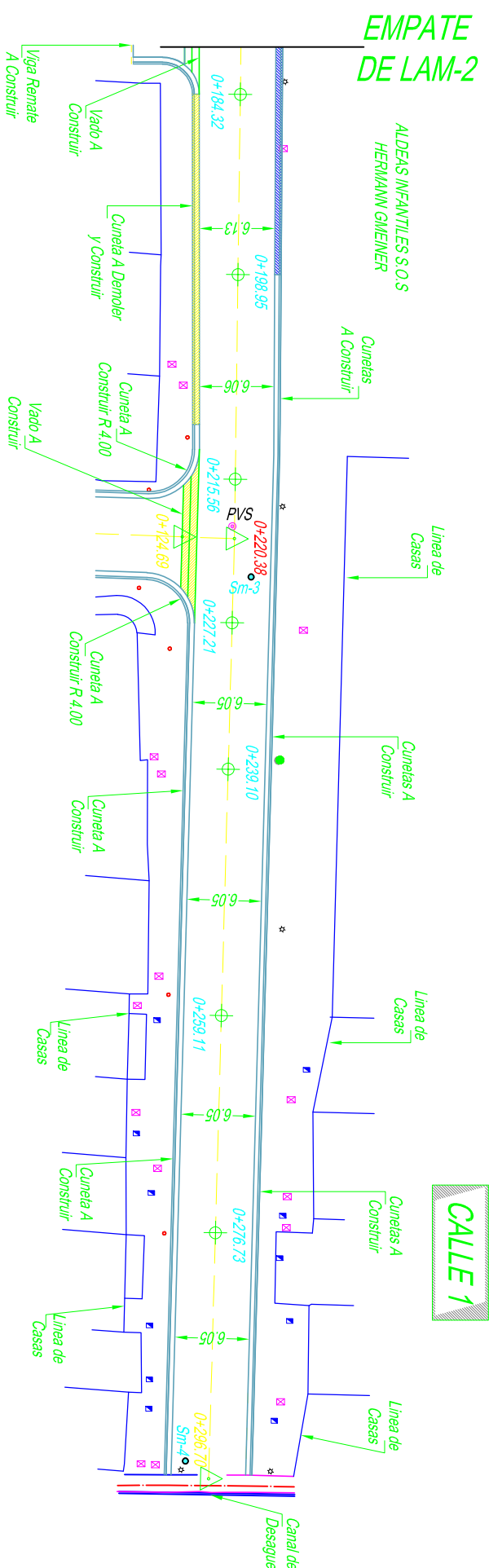
2

12

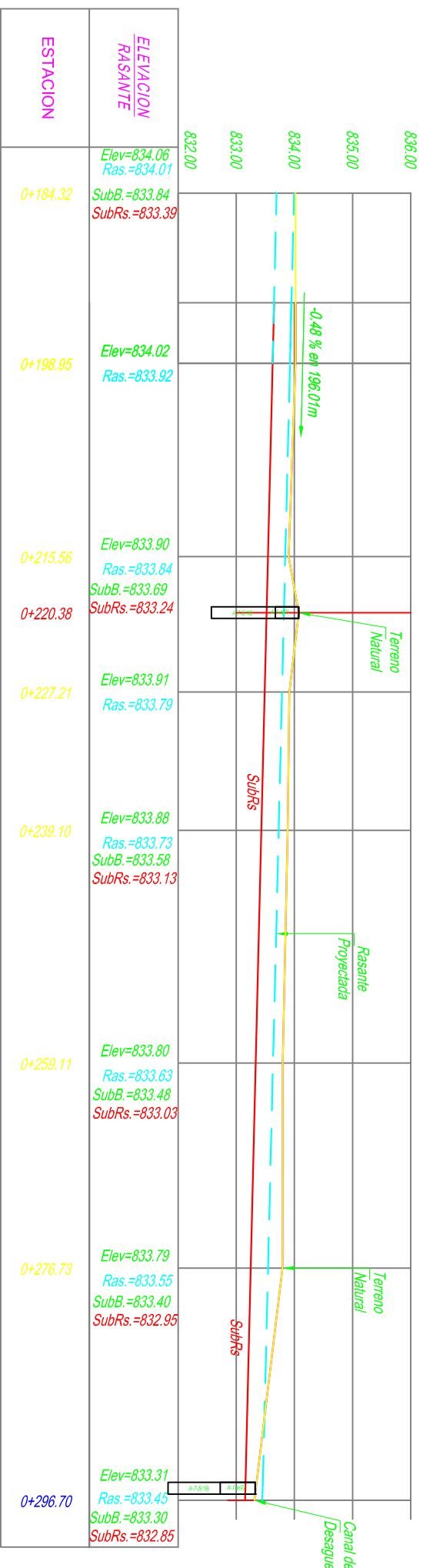


CONTENIDO:

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DE CALLE 1



ESCALA: 1:1000



ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

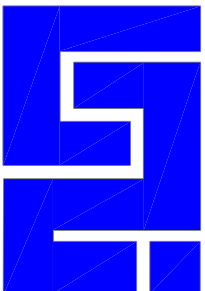
DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA.
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

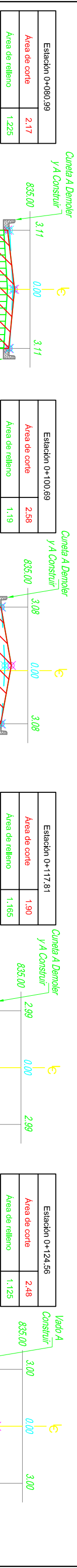
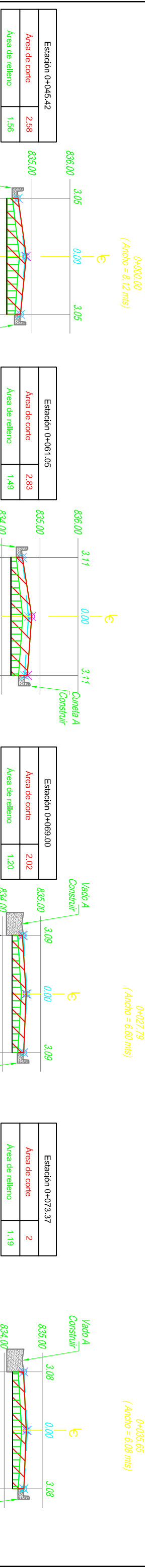
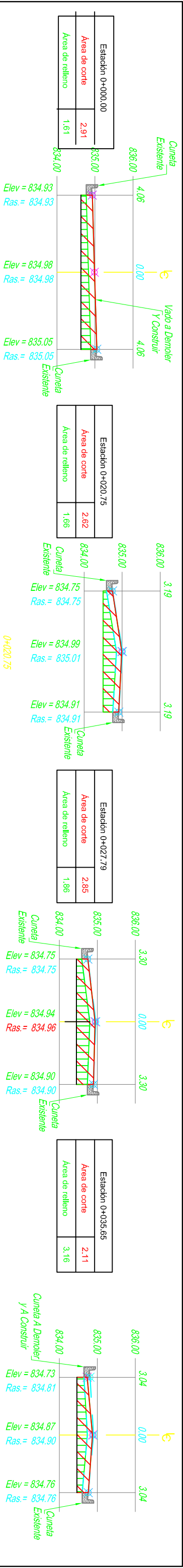
INDICADA

(1)

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DE CALLE 1



12



PROYECTO: DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

ELABORADO POR:

CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE 1

BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES.
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA.
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

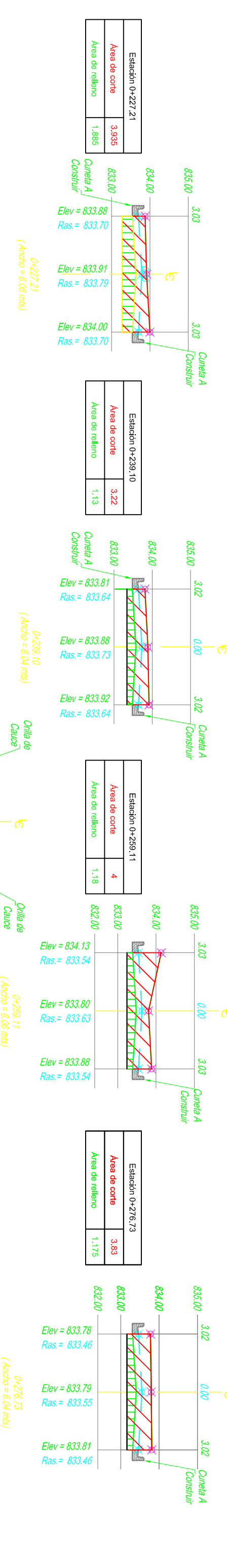
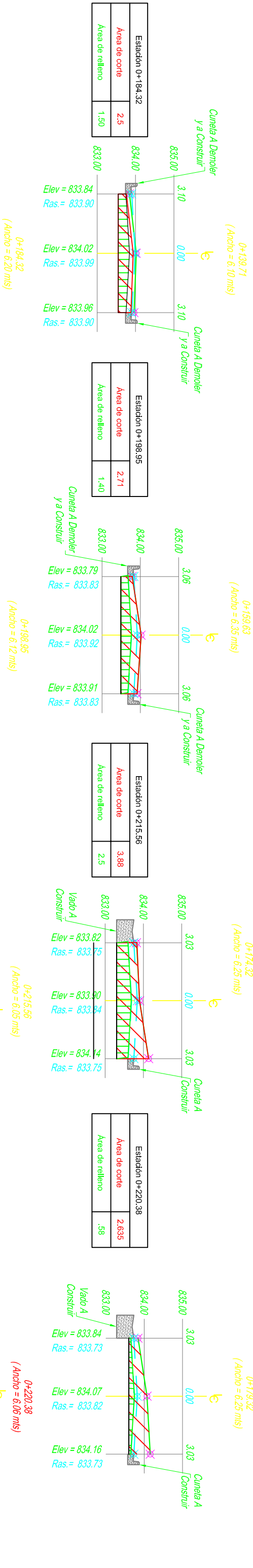
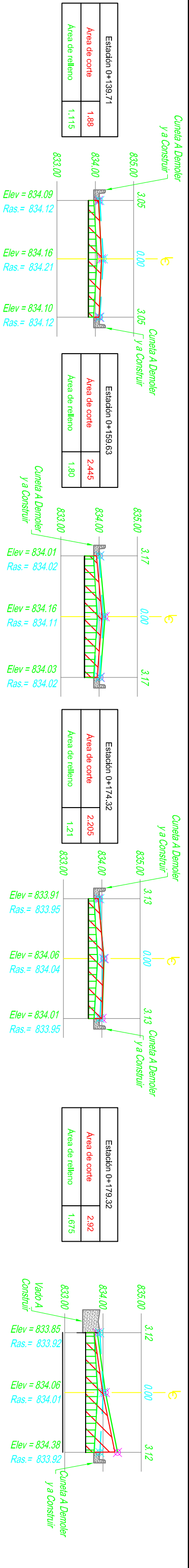
ESCALA: HORIZONTAL 1 : 200
VERTICAL 1 : 100

LAMINA

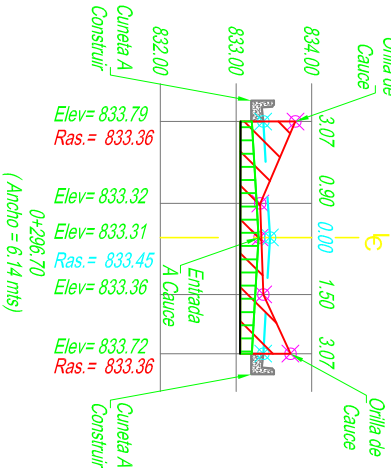
4

12





Estación 0+296.70
Área de corte
Área de relleno



PROYECTO:

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

ELABORADO POR:

BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES.
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA.
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

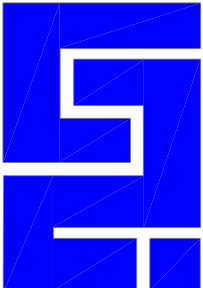
ESCALA:

HORIZONTAL 1 : 200
VERTICAL 1 : 100

LAMINA

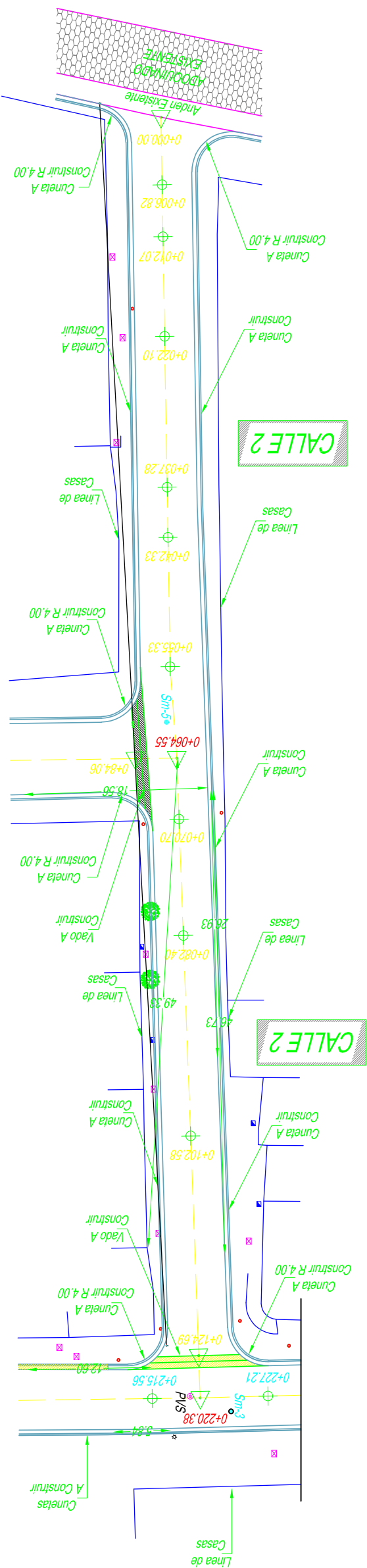
5

12



CONTENIDO:

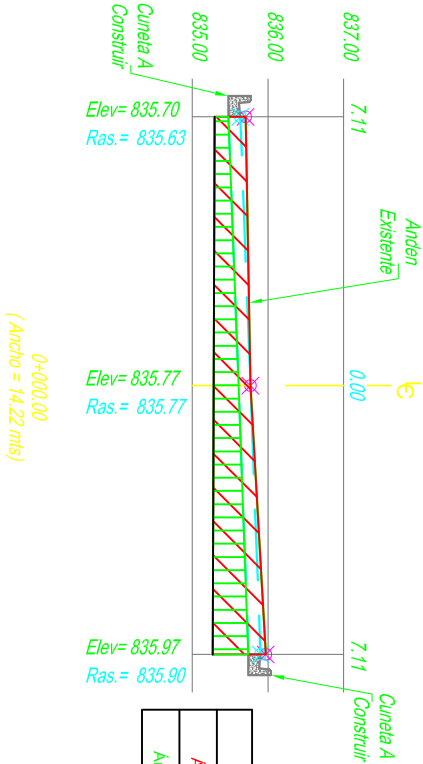
SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE 1



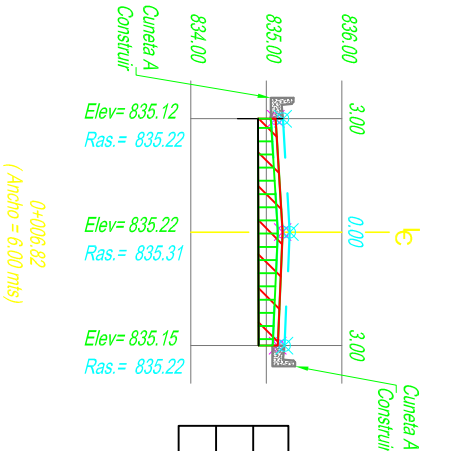
ESCALA: 1:1000



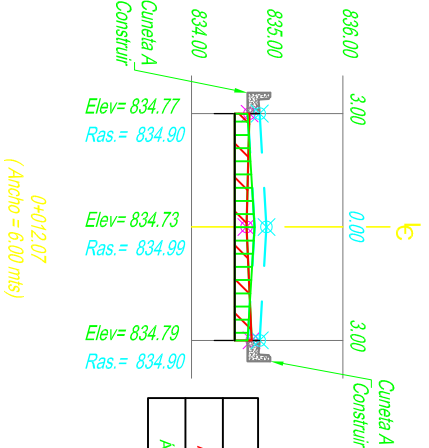
Estación 0+000.00	
Área de corte	7.40
Área de relleno	4.65



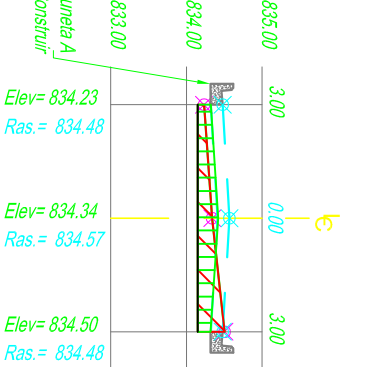
Estación 0+006.82	
Área de corte	1.69
Área de relleno	1.31



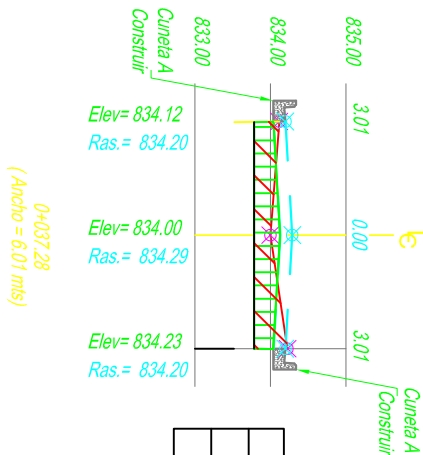
Estación 0+012.07	
Área de corte	1.10
Área de relleno	1.30



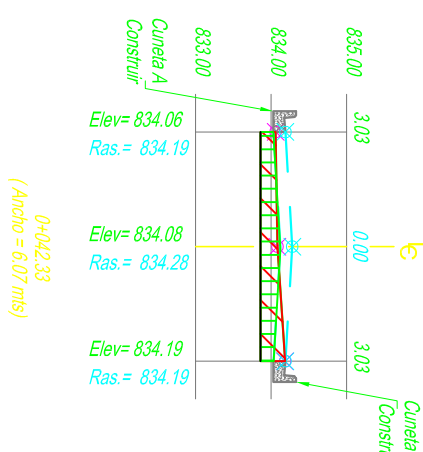
Estación 0+022.10	
Área de corte	1.24
Área de relleno	1.33



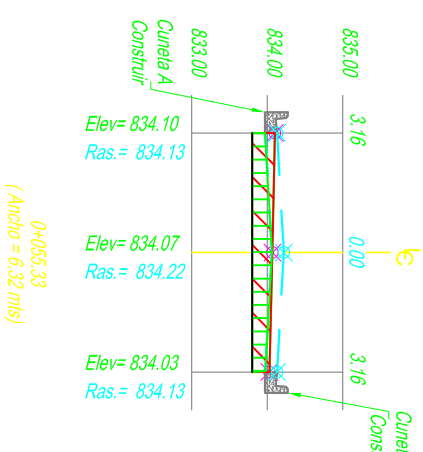
Estación 0+037.28	
Área de corte	1.78
Área de relleno	1.80



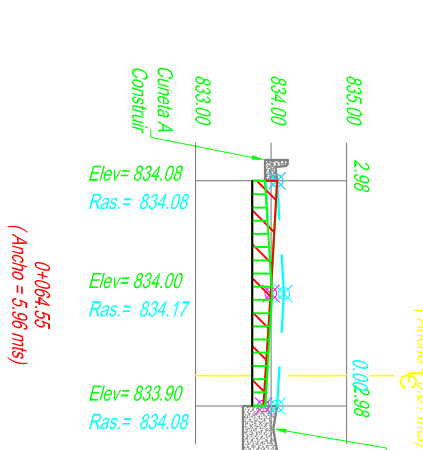
Estación 0+042.33	
Área de corte	1.48
Área de relleno	1.31



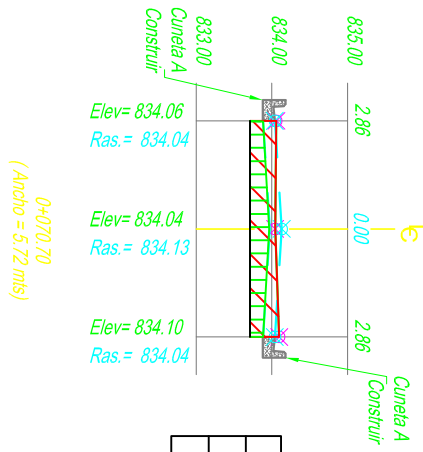
Estación 0+055.33	
Área de corte	1.69
Área de relleno	1.37



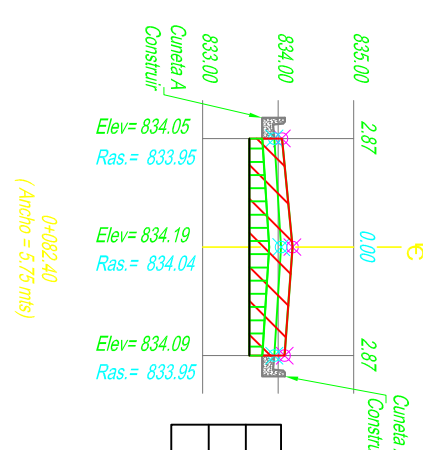
Estación 0+064.55	
Área de corte	1.45
Área de relleno	1.30



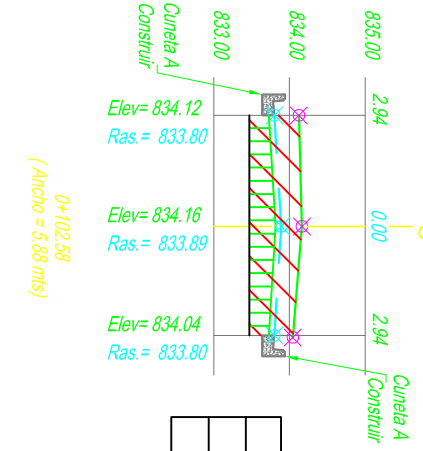
Estación 0+070.70	
Área de corte	2.00
Área de relleno	1.22



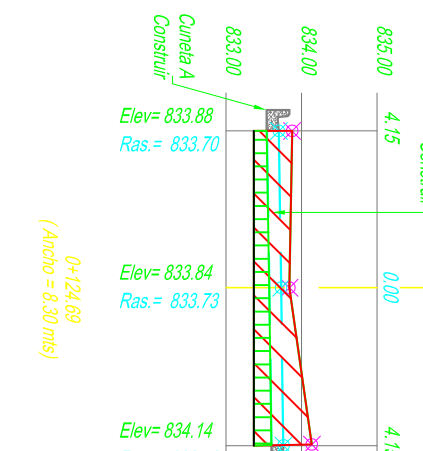
Estación 0+082.40	
Área de corte	2.92
Área de relleno	1.24



Estación 0+102.58	
Área de corte	3.81
Área de relleno	1.74



Estación 0+124.69	
Área de corte	4.60
Área de relleno	1.68



PROYECTO:

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

ELABORADO POR:

BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES.
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA.
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

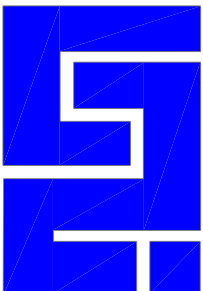
ESCALA:

HORIZONTAL 1 : 200
VERTICAL 1 : 100

LAMINA

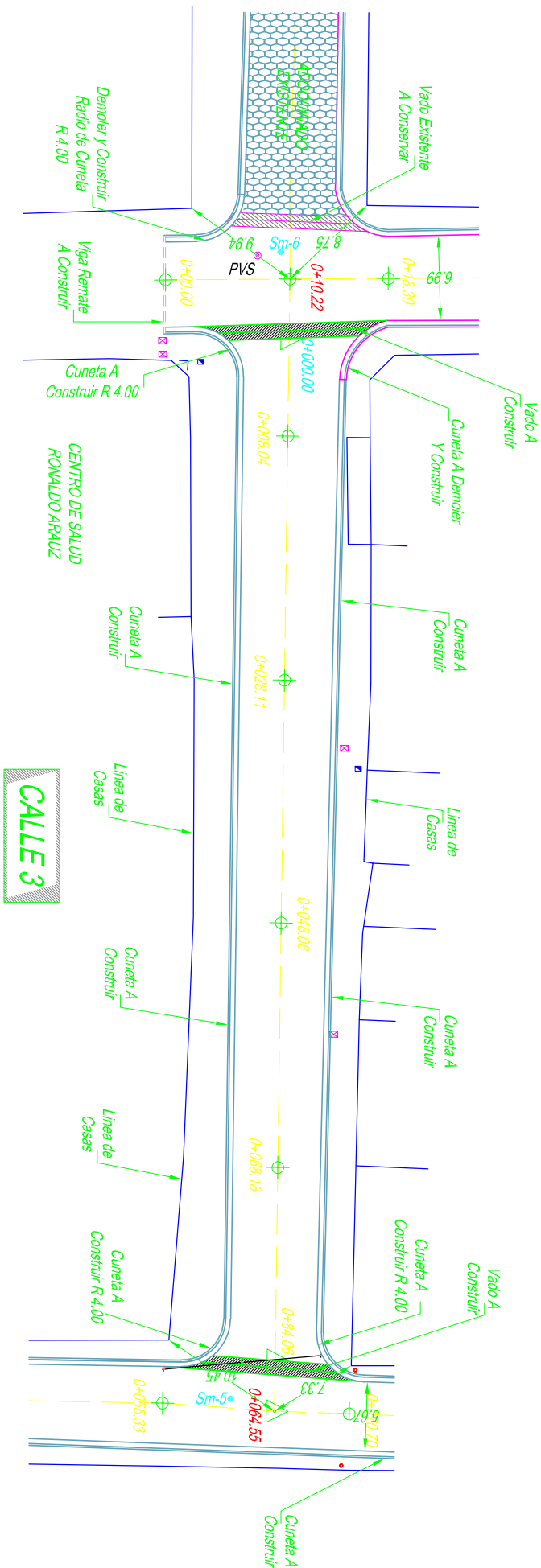
7

12



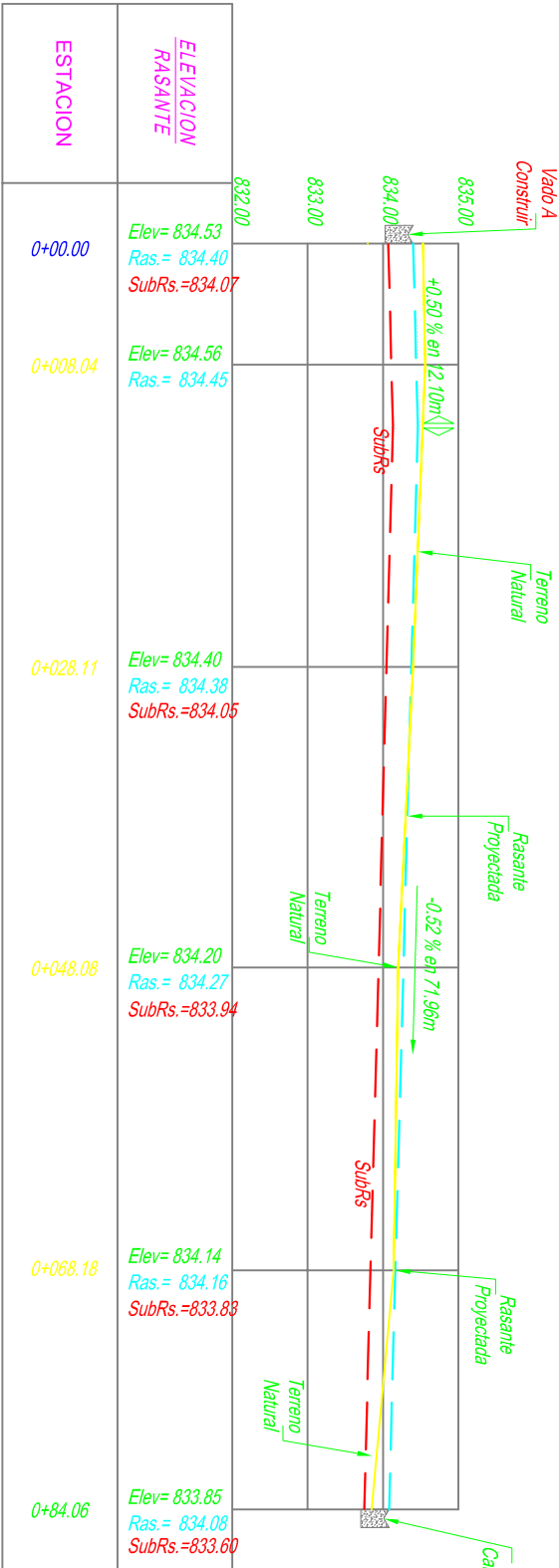
CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE 2



PLANTA DE CONJUNTO CALE 3

ESCALA: 1:1000



PERFIL CALE 3

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

PROYECTO:

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

CONTENIDO:

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DE CALE 3

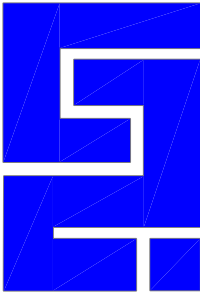
ESCALA:

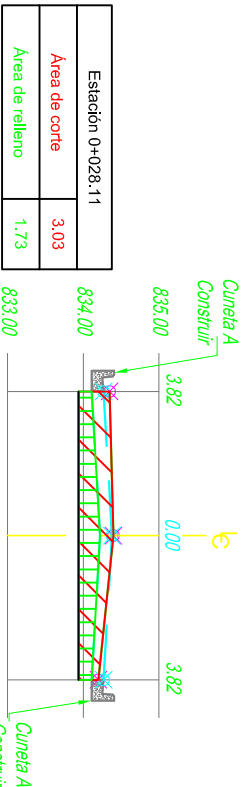
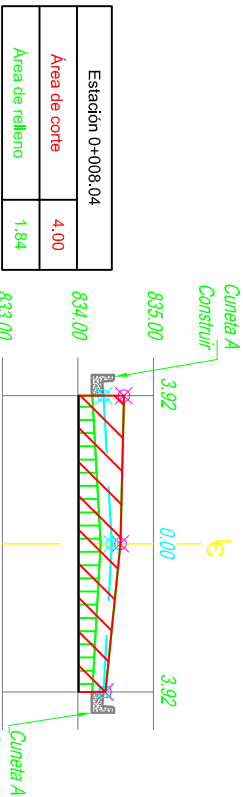
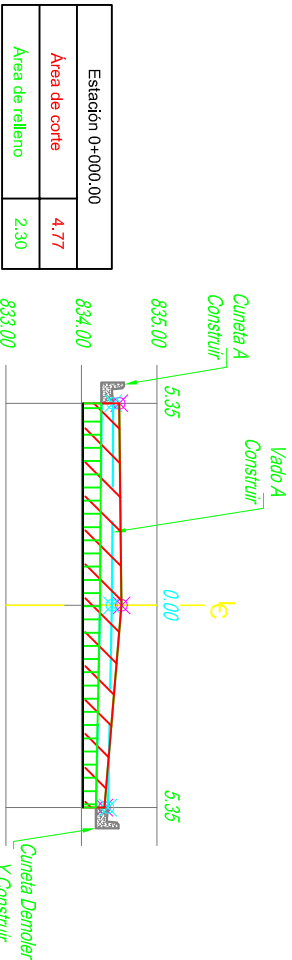
INDICADA

LAMINA

8

12

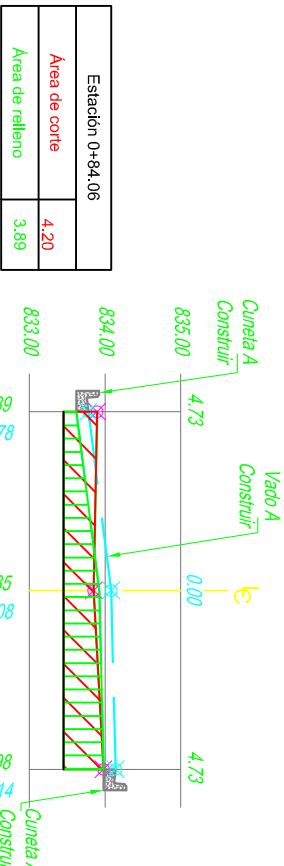
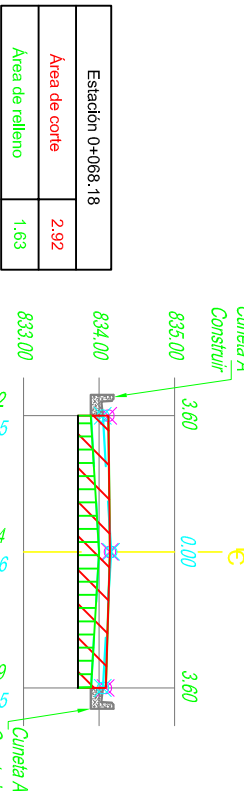
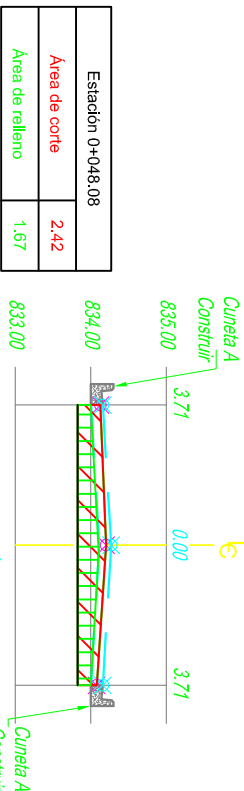




0+000.00
(Ancho = 10.70 mts)

0+008.04
(Ancho = 7.84 mts)

0+028.11
(Ancho = 7.63 mts)



0+048.08
(Ancho = 7.42 mts)

0+068.18
(Ancho = 7.20 mts)

0+84.06
(Ancho = 9.46 mts)

PROYECTO:
DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

ELABORADO POR:

BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES.
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA.
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

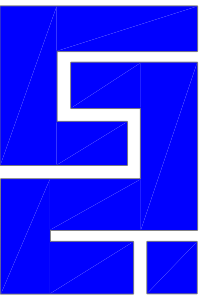
ESCALA:

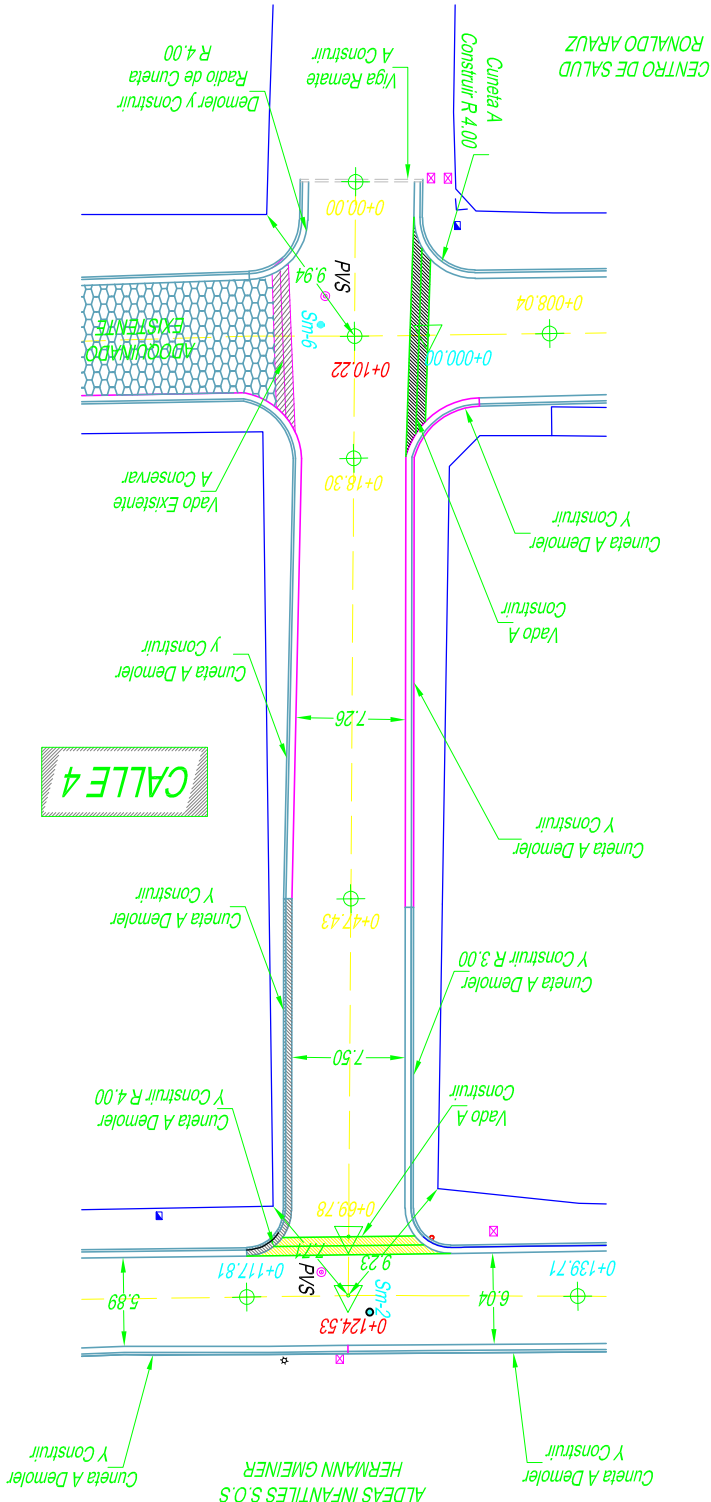
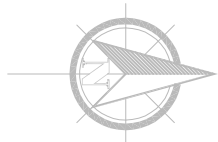
HORIZONTAL 1 : 200
VERTICAL 1 : 50

LAMINA

9

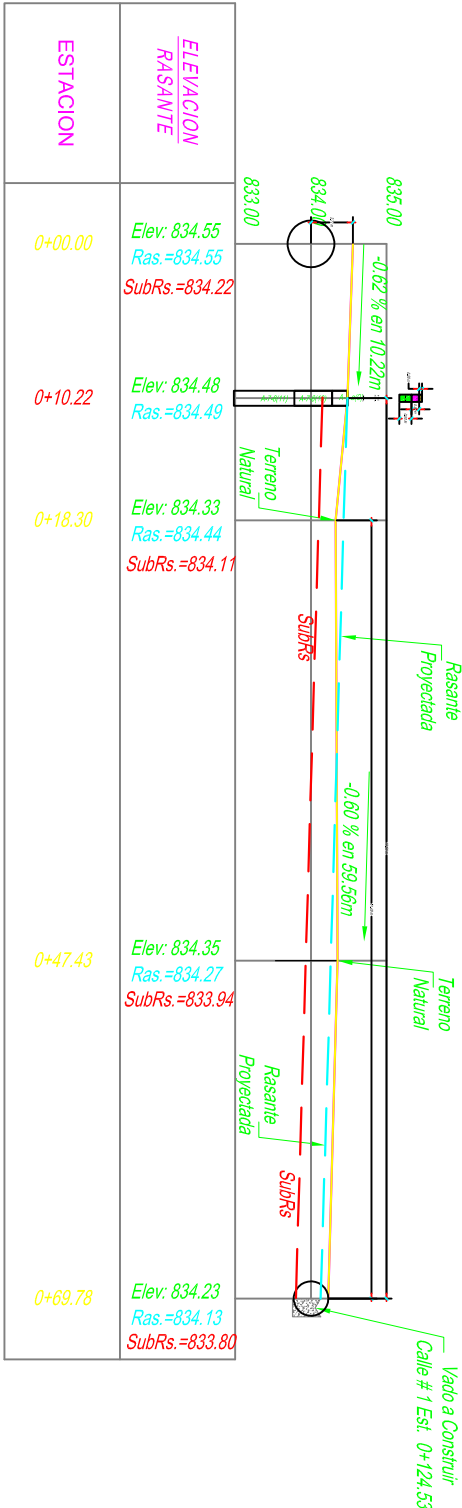
12





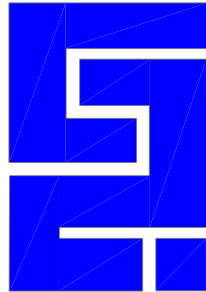
PLANTA DE CONJUNTO CALLE 4

ESCALA: 1:1000



PERFIL CALLE 4

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100



PROYECTO:

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

CONTENIDO:

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DE CALLE 4

ESCALA:

INDICADA

LAMINA

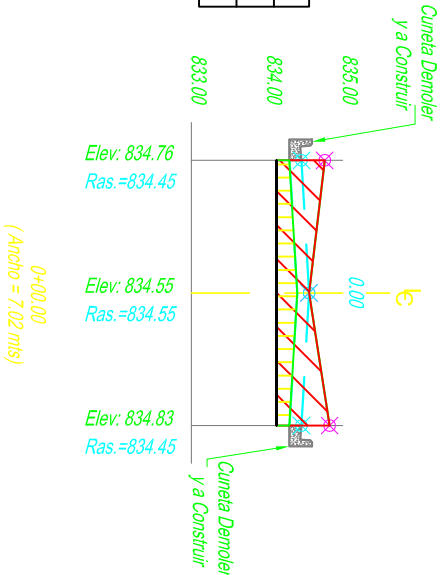
10

12

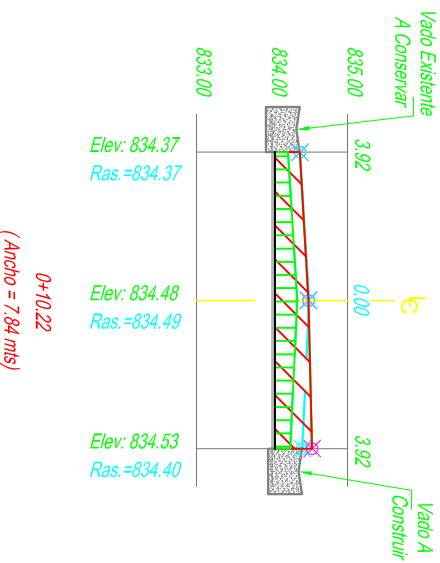
ELABORADO POR:

BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES.
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA.
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

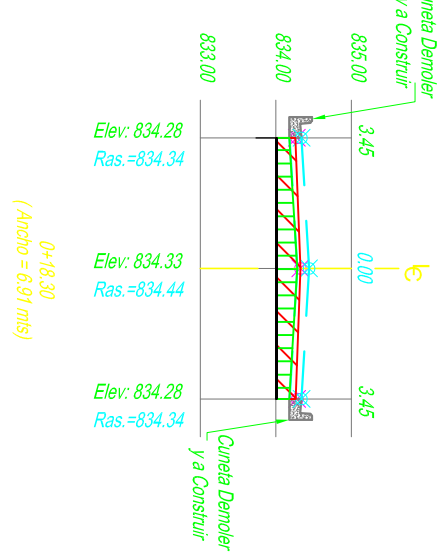
Estación 0+00.00	
Área de corte	3.86
Área de relleno	1.55



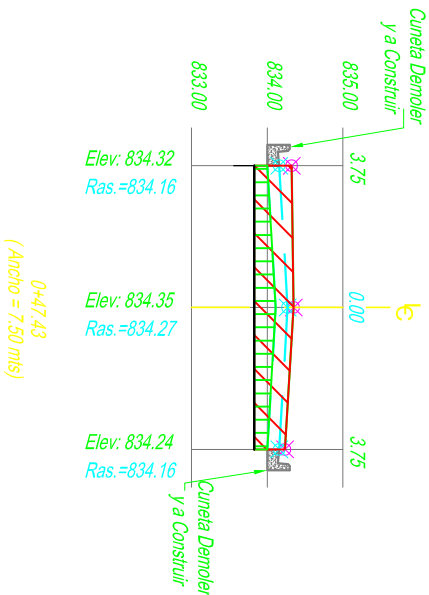
Estación 0+10.22	
Área de corte	3.34
Área de relleno	1.89



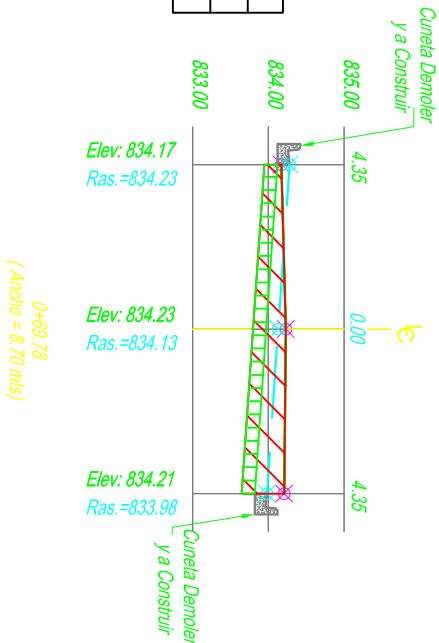
Estación 0+18.30	
Área de corte	1.97
Área de relleno	1.53



Estación 0+47.43	
Área de corte	3.67
Área de relleno	1.72



Estación 0+69.78	
Área de corte	3.60
Área de relleno	1.52



PROYECTO:

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE 4

ELABORADO POR:

BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES.
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA.
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

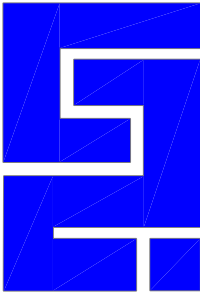
ESCALA:

HORIZONTAL 1 : 200
VERTICAL 1 : 100

LAMINA

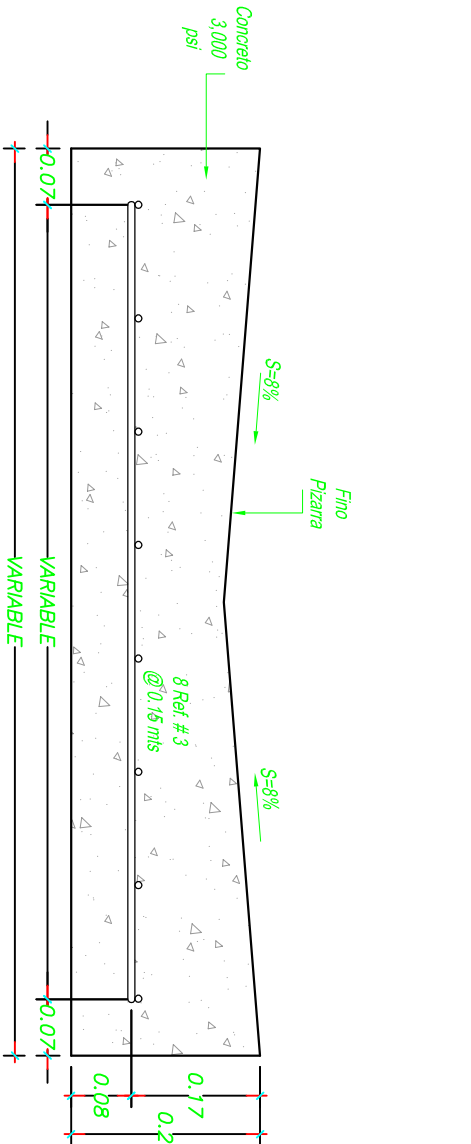
11

12



SIMBOLOGIA

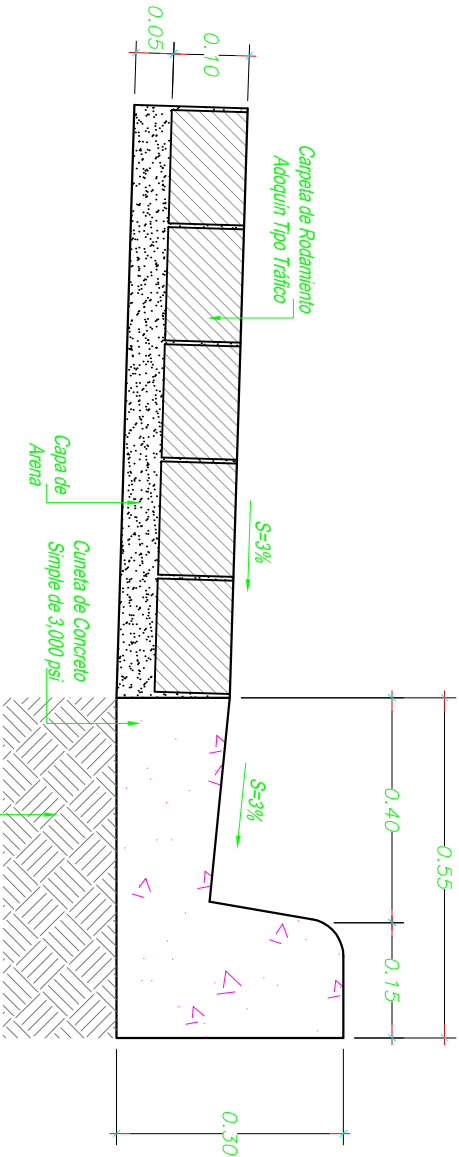
	C.R
	A.P
	P.V.S
	P.T
	P.L
	P.I
	ARBOL



DETALLE TIPICO DE VADO

ESCALA:

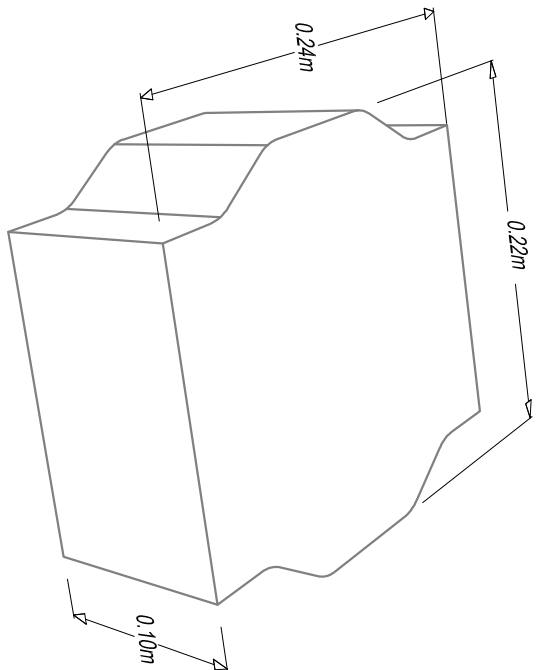
1:10



DETALLE TIPICO DE CUNETETA

ESCALA:

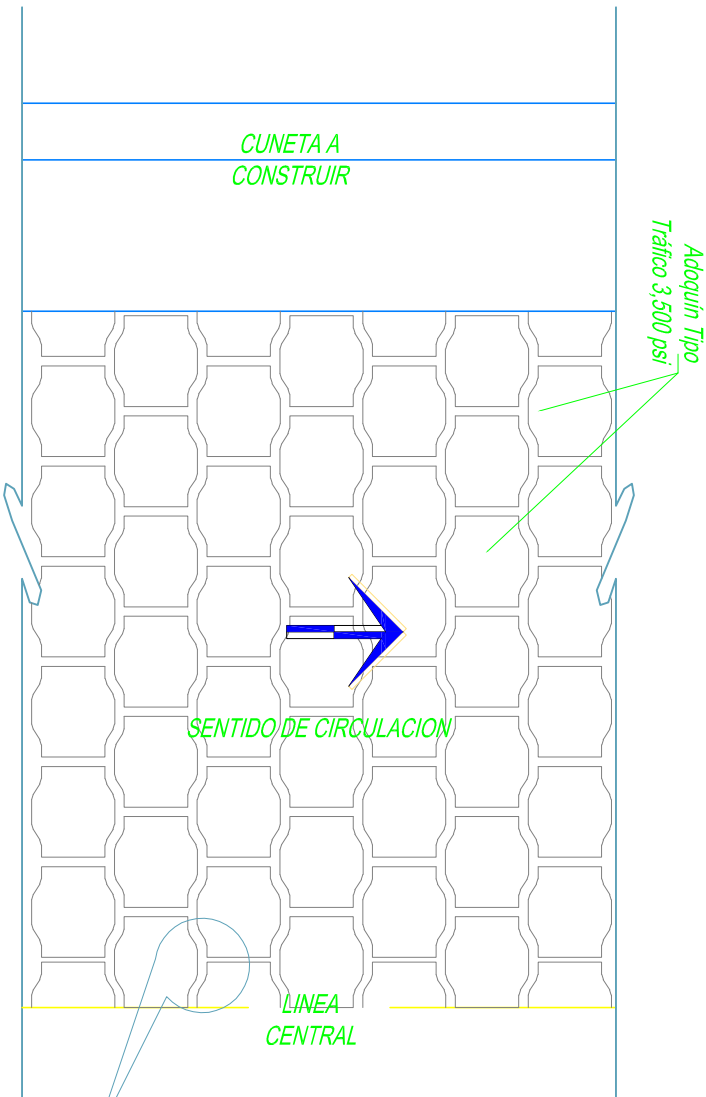
1:10



DETALLE ISOMETRICO DE ADOQUIN

ESCALA:

S/N



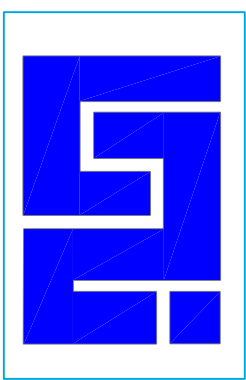
DETALLE EN PLANTA DE ADOQUINADO

ESCALA:

S/N

SIMBOLOGIA

- Terreno natural
- Rasante proyectada
- SubBase
- SubRasante
- Cunetas
- Vados
- Linea Central



PROYECTO:

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y DRENAJE MENOR

CONTENIDO:

DETALLES TIPICOS Y SMBOLOGIA

ELABORADO POR:

BR. WILLIAM ANTONIO TORREZ FLORES.
BR. FAUSTO MIGUEL FIGUEROA RIVERA.
BR. RIGOBERTO MATUTE BENAVIDES.

ESCALA:

INDICADA

LAMINA

12

12