

Facultad de Tecnología de la Construcción

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE – CAMINO LAS VIUDAS (2.6 KM APROX.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero civil

Elaborado por:

Br. Gretchen Estefany
Francis Morales
Carnet: 2016-0107U

Br. Indira Grisel
Gutiérrez Jiménez
Carnet: 2016-0655U

Tutor:

MSC. Ing. Gioconda
Isabel Juárez Romero

06 de diciembre de 2023
Managua, Nicaragua

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada primeramente a **Dios**, por haberme otorgado fortaleza, perseverancia y salud para poder culminar mi carrera universitaria.

Y con mucho amor, a mi madre, **Jamileth Morales**, por su sacrificio y esfuerzo constante, por siempre haber creído en mí, por ser esa razón, el más grande aliciente para cumplir mis objetivos, que significan alegría y orgullo para ambas. Gracias, porque sin su apoyo no lo hubiera logrado.

Br. Gretchen Francis.

DEDICATORIA

Con mucho cariño:

Primeramente, a **Dios**, por permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas e inteligencia para vencer todos los obstáculos que se me han presentado.

De manera muy especial a mis Papitos y a mi Padre, **Cela Velásquez, Antonio Gutiérrez y Elmer Gutiérrez**, a quienes les debo toda mi vida. Por el esfuerzo, consejos e incondicional apoyo durante todos estos años, por ellos soy lo que soy.

A mi perrito **Clifford** por su compañía durante largas noches de estudio, y por último a **mi persona**, como muestra del fruto de mi trabajo, persistencia y constante sacrificio.

Br. Indira Gutiérrez Jiménez.

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Sobre todas las cosas por estar en cada momento de nuestras vidas, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en nuestros caminos a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A nuestros padres. Quienes con sus consejos han sabido guiarnos para culminar nuestra carrera profesional y sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzos constantes, siendo nuestro mayor deseo que sepan que el logro de nosotros, es el logro de ellos. gracias por el apoyo recibido durante la formación profesional porque han sacrificado gran parte de su vida para formarnos y educarnos, siendo la ilusión de su vida convertimos en personas de bien.

A nuestro tutor. Msc, Ing. Gioconda Isabel Juárez Romero por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, paciencia y su motivación ha logrado que nosotros terminemos nuestro trabajo final.

A nuestros Maestros. Por darnos el pan de la enseñanza y transmitirnos sus conocimientos a través de su trabajo que nos han llevado a ser buenas profesionales.

A todos los que nos brindaron sus importantes aportes en este proyecto,
Agradecemos también a todas aquellas personas que a lo largo de todos estos años nos brindaron su ayuda incondicional y nos apoyaron en los momentos más difíciles.

Br. Gretchen Francis Morales

Br. Indira Gutiérrez Jiménez

INDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes	4
1.3	Justificación.....	5
1.4	Objetivos	6
1.4.1	Objetivo general.....	6
1.4.2	Objetivos específicos.....	6

CAPITULO II: ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.1	Introducción.....	7
-----	-------------------	---

CAPITULO III: ESTUDIO DE TRÁNSITO

3.1	Introducción.....	17
3.2	Definiciones.....	17
3.2.1	Volumen de tránsito	17
3.3	Metodología para clasificación de estaciones.....	21
3.3.1	Clasificación de estaciones por las categorías de vectores.....	22
3.3.2	Etiqueta de identidad de las estaciones.....	23
3.4	Aforo vehicular	24
3.4.1	Conteo vehicular in situ.....	24
3.4.2	Factores de ajuste del tránsito	33
3.4.3	Tránsito promedio diario anual (TPDA).....	36
3.4.4	Composición del tráfico en la estación 3.....	39
3.4.5	Proyección del tráfico.....	40
3.4.6	ESAL de diseño	53

CAPITULO IV: ESTUDIO DE SUELOS

4.1	Introducción.....	55
4.1.1	Trabajos de campo	55
4.1.2	Trabajo de laboratorio.....	56
4.1.3	Ensayos de laboratorio	57
4.2	Banco de materiales	58
4.3	Banco de préstamo	59

CAPITULO V: DISEÑO DE PAVIMENTO

5.1	Introducción.....	70
5.2	Espesores de pavimento.....	70
5.2.1	Tiempo (Periodo de diseño).....	71
5.2.2	ESAL de diseño	71
5.2.3	Módulo resiliente (MR).....	71
5.2.4	Confiabilidad (R)	72
5.3	Determinación de la serviciabilidad.....	73
5.3.1	Índice de serviciabilidad inicial (Po)	73
5.3.2	Índice de serviciabilidad final (Pt).....	73
5.3.4	Pérdida de serviciabilidad (Δpsi)	73
5.4	Distribución estandarizada (ZR) para una confiabilidad R	74
5.5	Desviación estándar (So)	74
5.6	Cálculo del CBR de diseño	75
5.6.1	CBR de los bancos de préstamo	77
5.7	Cálculo del módulo resiliente de la subrasante (MR)	78
5.8	Cálculo del número estructural (SN)	78
5.9	Cálculo del $SN1, SN2, SN3$ mediante el programa DISAASHTO93... 83	

5.10 Cálculo de los espesores de capa <i>D1</i> , <i>D2</i> , <i>D3</i>	87
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	I

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Resultado de las pendientes en el tramo, a cada 200 metros	15
Tabla N°2 Regiones definidas por código y departamento.	21
Tabla N°3 Rangos de variación para la categoría V.	21
Tabla N°4 Rangos de variación para la categoría C.	22
Tabla N°5 Rangos de variación para la categoría T.	22
Tabla N°6 Resumen Estación 1, sentido 1	26
Tabla N°7 Resumen Estación 1, sentido 2	27
Tabla N°8 Resumen Estación 2, sentido 1.	28
Tabla N°9 Resumen Estación 2, sentido 2	29
Tabla N°10 Resumen Estación 3, sentido 1	30
Tabla N°11 Resumen Estación 3, sentido 2	31
Tabla N°12 Tabla Resumen del Conteo Vehicular	32
Tabla N°13 Factores del tercer cuatrimestre del año, septiembre – diciembre. EMC 401	35
Tabla N°14 Tránsito promedio diario de cada estación	37
Tabla N°15 Factores de ajuste y cálculo de TPDA de la estación 3	38
Tabla N°16 Datos históricos de TPDA disponibles para ECD 424	40
Tabla N°17 Registro histórico del TPDA de la EMC 401	41
Tabla N°18 Tasa de crecimiento para la ECD 424 y la EMC 41	42
Tabla N°19 Comportamiento del PIB en Nicaragua de los últimos años	43
Tabla N°20 Proyección estimada de la población, del año 2006 a 2021	44
Tabla N°21 Registro histórico del TPDA de la EMC	44
Tabla N°22 Tasa de crecimiento por tipo de variables socioeconómicas	45
Tabla N°23 Proyección del tráfico	46
Tabla N°24 Clasificación funcional de las carreteras	48
Tabla N°25 Período de diseño	49
Tabla N°26 Factor de distribución por dirección	51
Tabla N°27 Factor distribución por carril	51
Tabla N°28 Tránsito de diseño (TD)	52

Tabla N°29 Cálculo de ESAL de diseño	54
Tabla N°30 Estudios de suelo realizados	56
Tabla N°31 Resumen de propiedades físicas y mecánicas de los suelos a lo largo del eje del camino	62
Tabla N°32 Resultado de granulometría, pesos volumétricos de la mezcla 50/50	66
Tabla N°33 Relación humedad Proctor estándar para la mezcla 50/50 Ensayo de la Relación – Humedad de los suelos	68
Tabla N°34 Período de diseño	71
Tabla N°35 Niveles de confiabilidad aconsejados por AASHTO	72
Tabla N°36 Relación de confiabilidad y el valor ZR	74
Tabla N°37 Valores de desviación estándar So	74
Tabla N°38 Porcentajes de valores CBR de subrasante	75
Tabla N°39 Nivel de tránsito y valor percentil para diseño de sub rasante	75
Tabla N°40 Clasificación de los suelos para infraestructura de Pavimentos	77
Tabla N°41 Módulo resiliente en la subrasante	78
Tabla N°42 Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles	82
Tabla N°43 Características de las Capas de la Estructura de Pavimento	82
Tabla N°44 Espesores mínimos sugeridos por la AASHTO-93 para capas de concreto Asfáltico y base en función del tránsito	87
Tabla N°45 Número estructurales y espesores de capa	88
Tabla N°46 Base de datos, levantamiento topográfico	I
Tabla N°47 Códigos topográficos	XII
Tabla N°48 Cálculo de TPDA promedio de las tres estaciones	XIV
Tabla N°49 Logaritmo neperiano de los registros históricos	XIV

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración N° 1. Macro localización de departamento Managua, Nicaragua	2
Ilustración N° 2. Micro localización de comarca jocote dulce, distrito I, Managua	3
Ilustración N° 3. Base de datos de la Estación Total, libreta digital	8
Ilustración N° 4. Estrato de la libreta de códigos topográficos ALMA	8
Ilustración N° 5. Exportación de puntos en Civil 3D 2018.	9
Ilustración N° 6. Est 0+210 – 0+250 de línea de proyecto	10
Ilustración N° 7. Creación de superficie de terreno natural	11
Ilustración N° 8. Creación de superficie de terreno natural	11
Ilustración N° 9. Curvas de nivel de proyecto	12
Ilustración N° 10. Corrección de superficie	13
Ilustración N° 11. Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales	14
Ilustración N° 12. Ubicación de las estaciones de conteo en el tramo	33
Ilustración N° 13. Columna estratigráfica de los suelos encontrados a lo largo del eje del camino	64
Ilustración N° 14 CBR de la mezcla 50/50	77
Ilustración N° 15 Cálculo del SN1 de la base	84
Ilustración N° 16 Cálculo del SN2 de la subbase	85
Ilustración N° 17 Cálculo del SN3 de la subrasante	86
Ilustración N° 18 Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Tráfico de la Oficina de Diagnóstico, Evaluación de Pavimentos y Puentes	XIII

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Composición del tráfico en la estación 3	39
Gráfico 2: Curva granulométrica de la mezcla 50/50	67
Gráfico 3: CBR de diseño para subrasante	76
Gráfico 4: Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto	79
Gráfico 5: Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes	80
Gráfico 6: Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes	81
Gráfico 7: Estructura de Pavimento Articulado	89
Gráfico 8: Línea de tendencia del PIB	XV
Gráfico 9: Línea de tendencia del consumo nacional de combustible	XV
Gráfico 10: Línea de tendencia de la población	XVI
Gráfico 11: Línea de tendencia TPDA (EMC 401)	XVI
Gráfico 12: Línea de tendencia TPDA (ECD 424)	XVII

CAPITULO I: GENERALIDADES



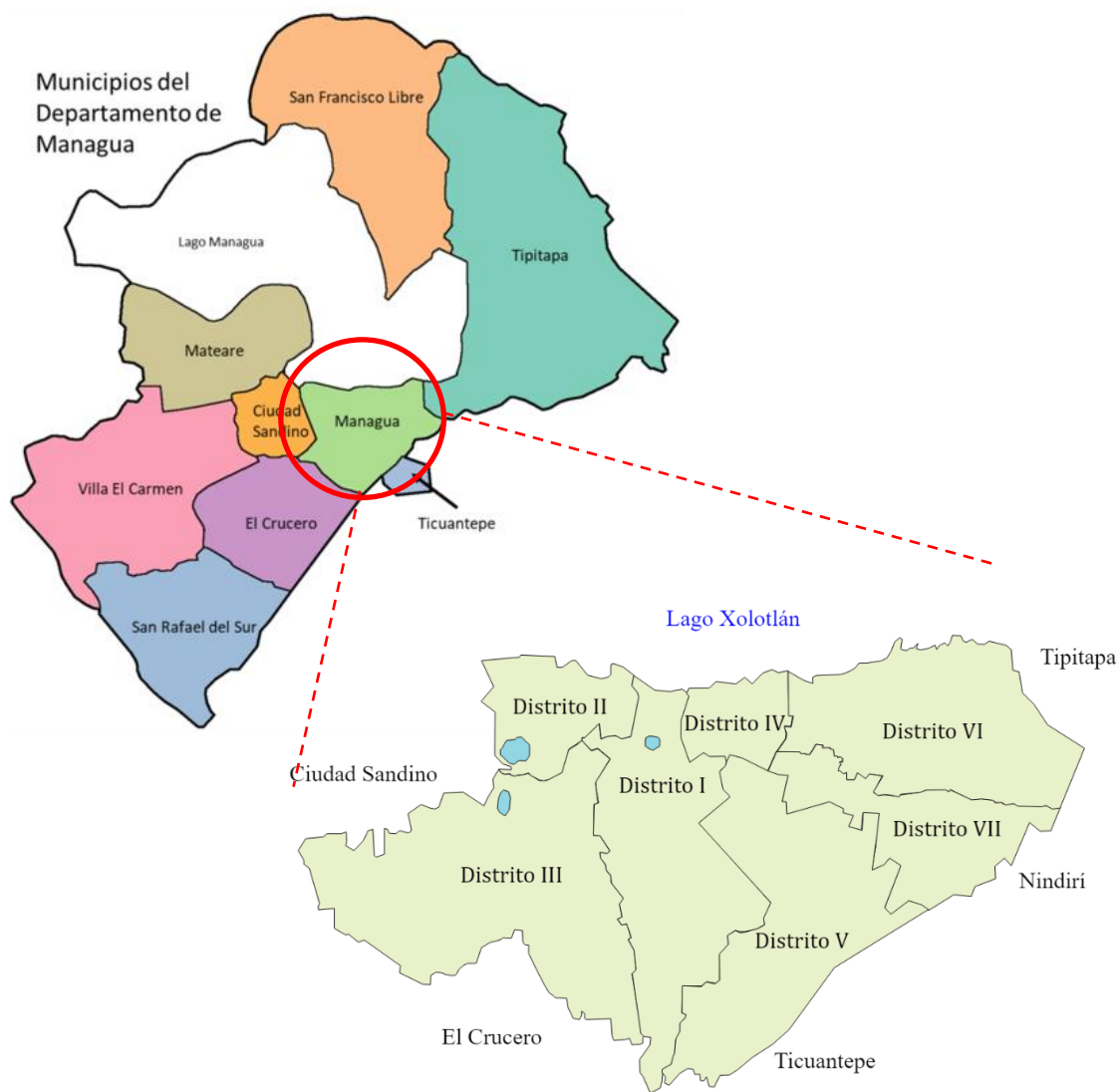
1.1 Introducción

La red vial de un país es su patrimonio nacional, el cual es necesario proteger, conservar, aumentar y mejorar; esto como fuente de desarrollo socioeconómico. El organismo encargado de la planificación, construcción y conservación de caminos en Nicaragua es el Ministerio de infraestructura y transporte (MTI). Esta responsabilidad no incluye las vías de comunicación que se encuentran dentro de los perímetros urbanos de las cabeceras municipales; los cuales son atendidos por las alcaldías de cada municipio.

El tramo de estudio se localiza en la comarca Jocote Dulce – Camino Las Viudas, del distrito I del departamento de Managua, cuya situación actual es un tema de vital importancia para el desarrollo económico de la zona, por lo tanto, es una necesidad básica poseer caminos con adecuados diseños de espesores que soporten el tráfico vehicular que por éstas circulan, asociadas todas ellas a actividades económicas importantes en el desarrollo del distrito I. El diseño de pavimento articulado es una alternativa viable ya que beneficiara a toda la población de esta comunidad, asegurando el desarrollo de la misma.

Para el diseño del pavimento se utilizará como guía el método AASHTO 93 que es el método más utilizado en nuestro país, relacionado con el diseño de pavimento flexible con una adaptación para el diseño de adoquín, cuya aplicación se ha venido utilizando en diversos diseños de pavimentos.

Ilustración 1: Macro localización: departamento de Managua, municipio de Managua.



Tomado de: <https://www.socilalhizo.com/geografia/mapas/mapa-de-nicaragua-division-politica>

Ilustración 2: Micro localización: Comarca Jocote Dulce, distrito I, Managua



Tomado de: www.urbanismomanagua.gob.ni. Elaboración Propia

1.2 Antecedentes

El desarrollo del sistema vial de Nicaragua ha ocupado un lugar preponderante y fundamental en el marco de la economía nacional. Su mayor auge se registró durante las décadas de los años 50 y 60, pasando de 590 Km. De carreteras (pavimentadas y no pavimentadas) en 1950 a un total de 11,201 Km. En 1969, es decir que se construyeron 10,021 Km. En ese período, de los cuales 906 Km. Fueron carreteras pavimentadas. (Biblioteca MTI, 2013).

En años anteriores la alcaldía de Managua (ALMA), ha hecho grandes esfuerzos por mejorar las condiciones de vida de la Comarca Jocote Dulce, invirtiendo en el diseño, construcción y mantenimiento de sus calles.

En el año 2016 se construyeron 1410 metros lineales de calle de concreto hidráulico en el sector norte de la comarca, en noviembre del año 2020 se construyeron 1140 metros lineales en el sector Los Ladinos los cuales fueron revestidas con carpeta asfáltica. Luego, en marzo del 2021 se construyeron otros 200 metros lineales. (El 19 Digital, 2022).

Así mismo se ejecutó el proyecto de mejoramiento de drenaje pluvial y mejoramiento vial que consta del acondicionamiento de 1000 metros lineales del tramo en estudio y que forma parte del programa calles para el pueblo 2022. Estos proyectos benefician a más de 3000 personas habitantes de la comarca, las que no tendrán dificultad para circular durante el periodo de invierno que es cuando más se deteriora dicha vía de acceso. (El 19 Digital, 2022).

1.3 Justificación

Con esta obra se mejorarán las condiciones de vida de los pobladores de la comarca Jocote Dulce - Camino las viudas puesto que para el desarrollo socio-económico de nuestro país, es necesario que la misma cuente con un sistema de comunicación establecido por medio de sus vías de acceso, cumpliendo con las especificaciones técnicas y la demanda de la población.

El diseño vial que proponemos dará respuesta a las necesidades de la comunidad, tanto en el aspecto social, como en el aspecto vial (aumento de la fluidez, mayor confort, disminución del deterioro vehicular, disminución de tiempo). En relación a la salud este proyecto contribuirá a reducir las enfermedades respiratorias y dermatológicas, que se producen actualmente en esta zona debido al levantamiento de nubes de polvo generadas por el paso vehicular.

La propuesta de diseño será de adoquín, por ser un sistema que tiene ventajas sobre otros materiales; como fácil manejo para su transporte y colocación, ofrece una solución ideal para la pavimentación de caminos rurales a bajo costo ya que además de ser elementos prefabricados con un estricto control de calidad no requiere de mano de obra especializada, posee gran resistencia al desgaste lo cual brinda mayor seguridad para los peatones y el tráfico, es de gran durabilidad, mantenimiento y reparaciones de bajo costo.

Con la elaboración de este documento se pretende sentar las bases técnicas para mejorar las condiciones de servicio del tramo, el cual en la actualidad presenta deficiencias funcionales y de servicio.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

- Diseñar la estructura de pavimento articulado, empleando el método AASHTO 93, en la comarca Jocote Dulce - Camino Las viudas (2.6 Km aprox.) del distrito I, departamento de Managua.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Analizar los datos del levantamiento topográfico proporcionados por la Alcaldía de Managua (ALMA) procesando la información en el software Civil 3D 2018, para la determinación de la rasante más óptima.
- Realizar un aforo vehicular, utilizando la metodología del anuario estadístico de tráfico 2020, para la obtención del volumen de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y el ESAL de diseño.
- Analizar los estudios de suelo proporcionados por la Alcaldía de Managua, realizados sobre la línea de proyecto, y bancos de materiales aledaños, para la obtención de las características físico mecánicas del suelo.
- Diseñar la estructura de pavimento articulado, considerando las condiciones de carga y las propiedades de los suelos, aplicando el método de diseño de estructura de Pavimentos AASHTO 93 para la determinación de las cargas de diseño.

CAPITULO II: ESTUDIO TOPOGRÁFICO



2.1 Introducción

Un levantamiento topográfico es una representación gráfica que cumple con todos los requerimientos que necesita un constructor para ubicar un proyecto y materializar una obra en terreno, ya que éste da una representación completa, tanto del terreno en su relieve como en las obras existentes. De esta manera, el constructor tiene en sus manos una importante herramienta que le será útil para buscar la forma más funcional y económica de ubicar el proyecto.

- **Planimetría**

Se trata del conjunto de procedimientos necesarios para ubicar puntos en el terreno que serán proyectados en un plano horizontal XY. Para el alineamiento horizontal del eje longitudinal, se llevó a cabo un análisis del levantamiento topográfico proporcionado por la Alcaldía de Managua, el cual consistía en una poligonal abierta. El alineamiento se inició en el punto de referencia 0+000, ubicado en el Cementerio de Jocote Dulce, y culminó en el punto 2+630 en el Residencial Valle De Luna.

- **Altimetría**

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los distintos puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno. En el presente capítulo se presenta el análisis realizado Mediante la herramienta Civil 3D 2018.

Ilustración 3: Base de datos de la Estación Total, libreta digital.

*M_JOCOTE-DULCE: Bloc de notas		Pto.	X	Y	Z	Código	Desc.
Archivo Edición Formato Ver Ayuda		3000	579055	1337419	242		X
Pto., X, Y, Z, Código, Desc.		3001	579067.147	1337513.15	238.1365	27	AUX-1
X, 579055.0000, 1337419.0000, 242.0000,,		3002	579130.7	1337424.2	243.0377	27	AUX-2
AUX-1, 579067.1468, 1337513.1501, 238.1365, 27, AUXILIAR		3003	579040.756	1337354.5	245.6988	1	PI-2
AUX-2, 579130.7002, 1337424.1955, 243.0377, 27, AUXILIAR		1	579081.246	1337425.02	242.5055	30	MAMPOSTERIA
PI-2, 579040.7560, 1337354.4978, 245.6988, 1, PI		2	579086.177	1337424.99	242.5221	30	MAMPOSTERIA
1, 579081.2464, 1337425.0234, 242.5055, 30, MAMPOSTERIA		3	579079.953	1337425.83	242.6218	30	MAMPOSTERIA
2, 579086.1773, 1337424.9936, 242.5221, 30, MAMPOSTERIA		4	579075.703	1337428.52	242.3142	30	MAMPOSTERIA
3, 579079.9534, 1337425.8331, 242.6218, 30, MAMPOSTERIA		5	579072.581	1337432.71	244.2666	46	ACCESOS
4, 579075.7026, 1337428.5220, 242.3142, 30, MAMPOSTERIA		6	579071.305	1337437.38	243.1259	46	ACCESOS
5, 579072.5808, 1337432.7146, 244.2666, 46, ACCESOS		7	579130.754	1337425.35	243.1173	30	MAMPOSTERIA
6, 579071.3045, 1337437.3807, 243.1259, 46, ACCESOS		8	579130.829	1337424.8	243.1532	46	ACCESOS
7, 579130.7543, 1337425.3491, 243.1173, 30, MAMPOSTERIA		9	579130.818	1337424.78	242.986	30	MAMPOSTERIA
8, 579130.8285, 1337424.8037, 243.1532, 46, ACCESOS		10	579130.843	1337424.29	243.0291	30	MAMPOSTERIA
9, 579130.8182, 1337424.7831, 242.9860, 30, MAMPOSTERIA							
10, 579130.8430, 1337424.2876, 243.0291, 30, MAMPOSTERIA							

Fuente: Alcaldía de Managua, departamento de Área técnica.

Recibimos un archivo de texto con un total de 15,055.00 puntos COGO, los cuales fueron posteriormente procesados y organizados utilizando Microsoft Excel. En la ilustración número 3 se presenta una sección de estos puntos. Llevamos a cabo una clasificación según la lista de códigos topográficos empleada por la institución, tal como se muestra en la ilustración número 4.

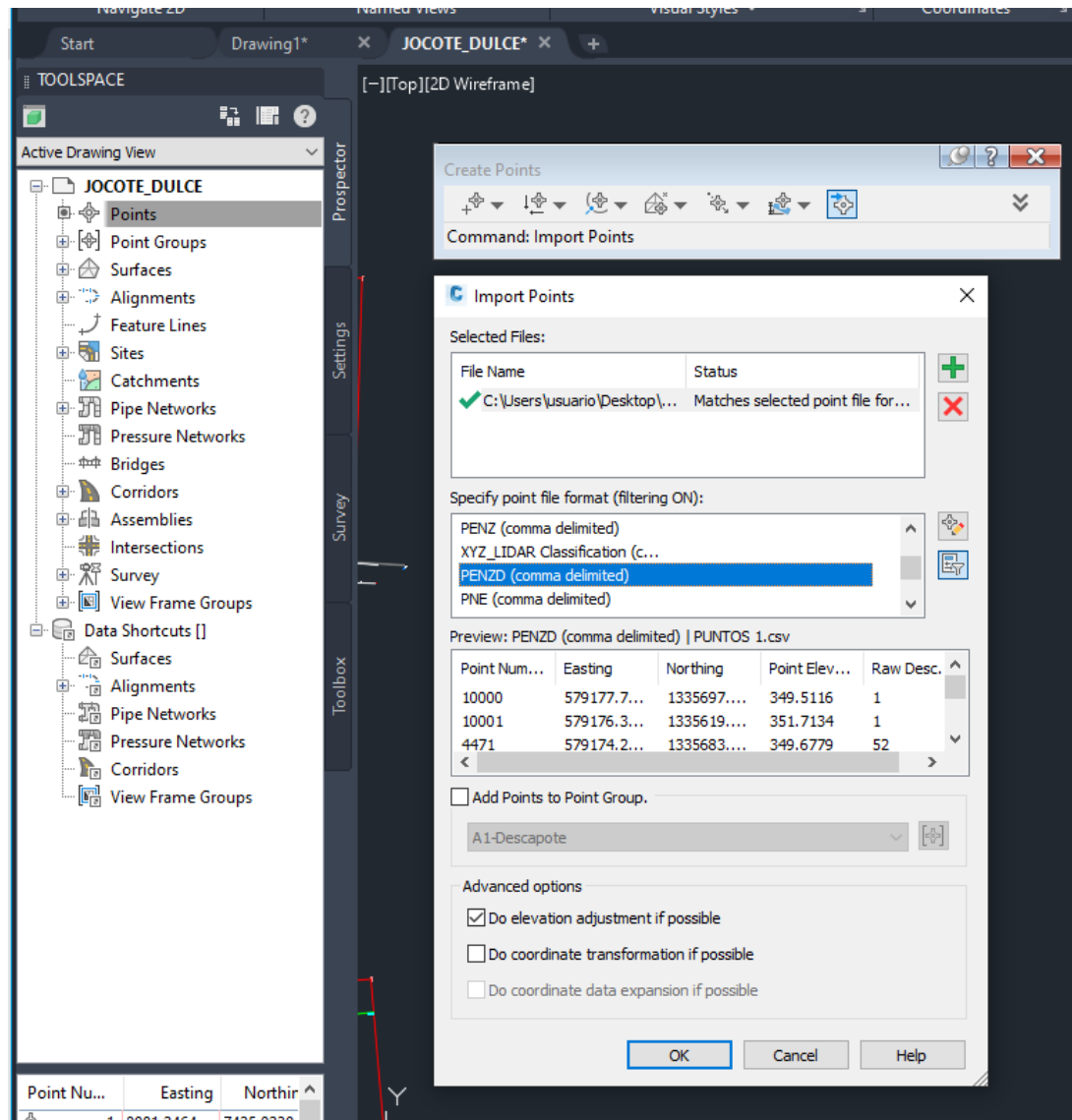
Ilustración 4: Estrato de la lista de códigos topográficos ALMA.

ITEM	LISTA DE CÓDIGOS TOPOGRÁFICOS		
1	PI	PI	
2	Niveles para secciones	N	
3	Banco Maestro	BM	
4	Arboles	Arb	Colocar diámetro y tipo de árbol de ser posible
5	Palmera o Coco	Palm	
6	Pozo de visita Pluvial	PVP	
7	Pozo de visita pluvial azolvado o sellado	PVPA	
8	Pozo de visita sanitario	PVS	
9	Pozo de visita sanitario azolvado o sellado	PVSA	
10	Nivel de fondo	NF	
11	Reductor de velocidad	RdV	
12	Invert	IN	Utilizar tambien para todo tipo de evacuación de agua de cualquier infraestructura
13	Tragante	TG	
14	Tragante de parrilla	TGP	
15	Bordillo	B	
16	Cuneta	CU	
17	Anden	A	
18	Retenida	Re	
19	Poste eléctrico	Pelec	
20	Poste TV cable	Ptv	

Fuente: Alcaldía de Managua, departamento de Área técnica.

Posteriormente, utilizando el software Civil 3D 2018, exportamos los puntos en una plantilla georreferenciada con el sistema nacional vigente WGS4, previamente configurada con estilos específicos para puntos, alineamientos, superficies, perfiles y etiquetas. Esto se puede apreciar en la ilustración número 5.

Ilustración 5: Exportación de puntos en Civil 3D 2018.



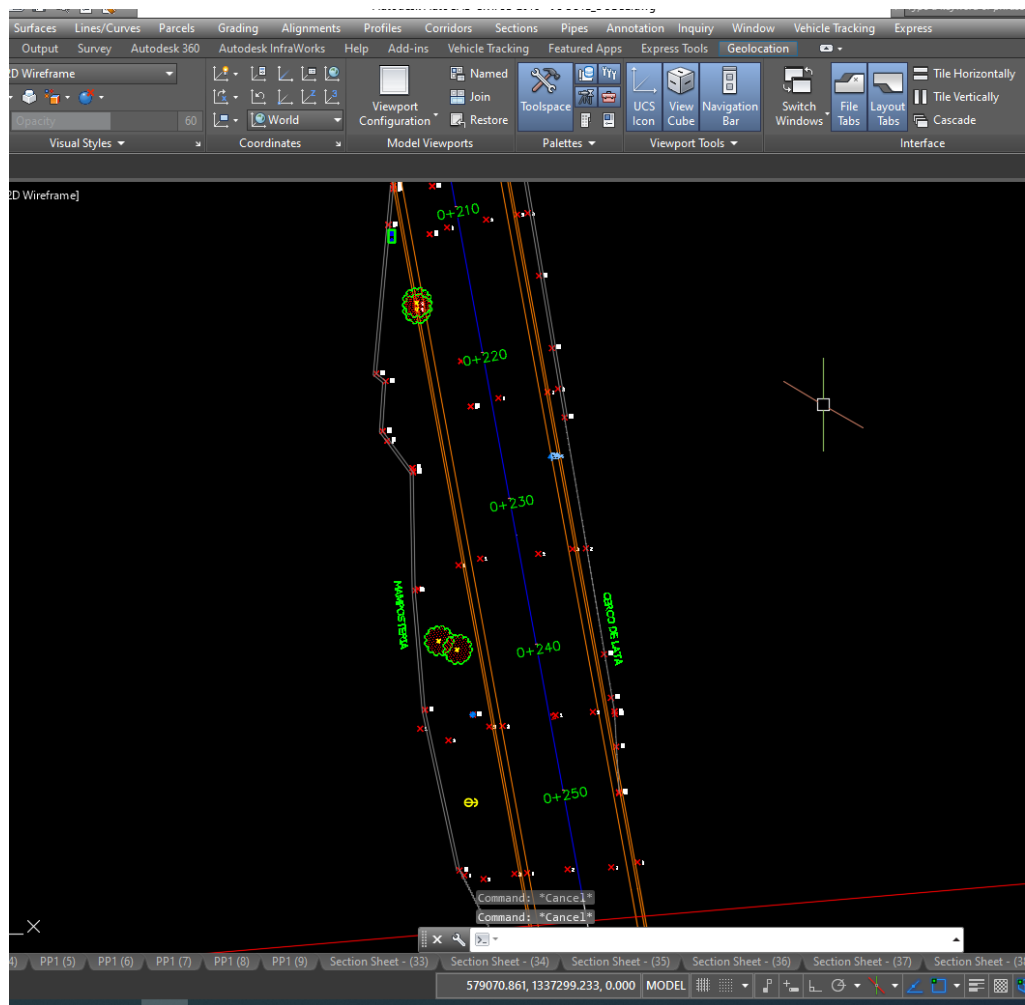
Fuente: Elaboración propia, Civil 3D 2018.

El formato que se utilizó fue ordenado de la siguiente manera:

- Número de punto
- Este
- Norte
- Elevación
- Descripción

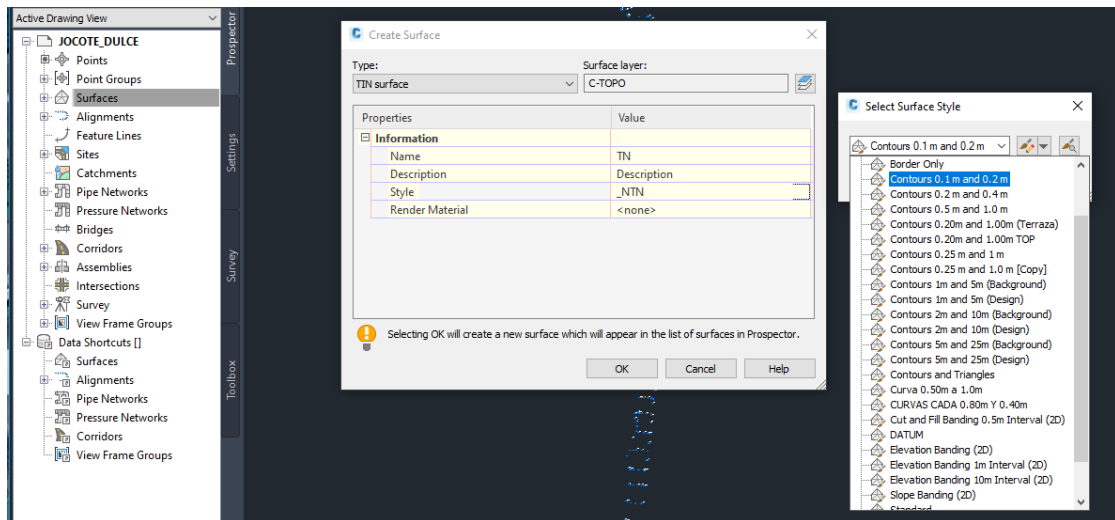
En la ilustración número 6 podemos observar 40 metros lineales del tramo en estudio luego del posproceso de exportación de puntos.

Ilustración 6: Est 0+210 – 0+250 de Línea de proyecto.



Fuente: Elaboración propia, Civil 3D 2018.

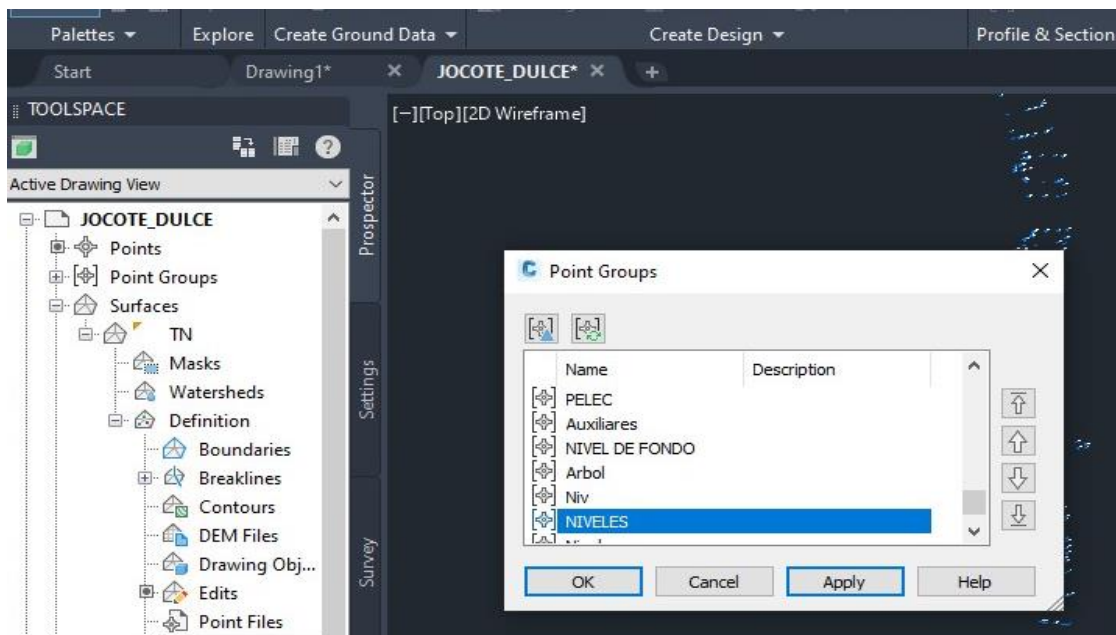
Ilustración 7: Creación de superficie de terreno natural.



Fuente: Elaboración propia, Civil 3D 2018.

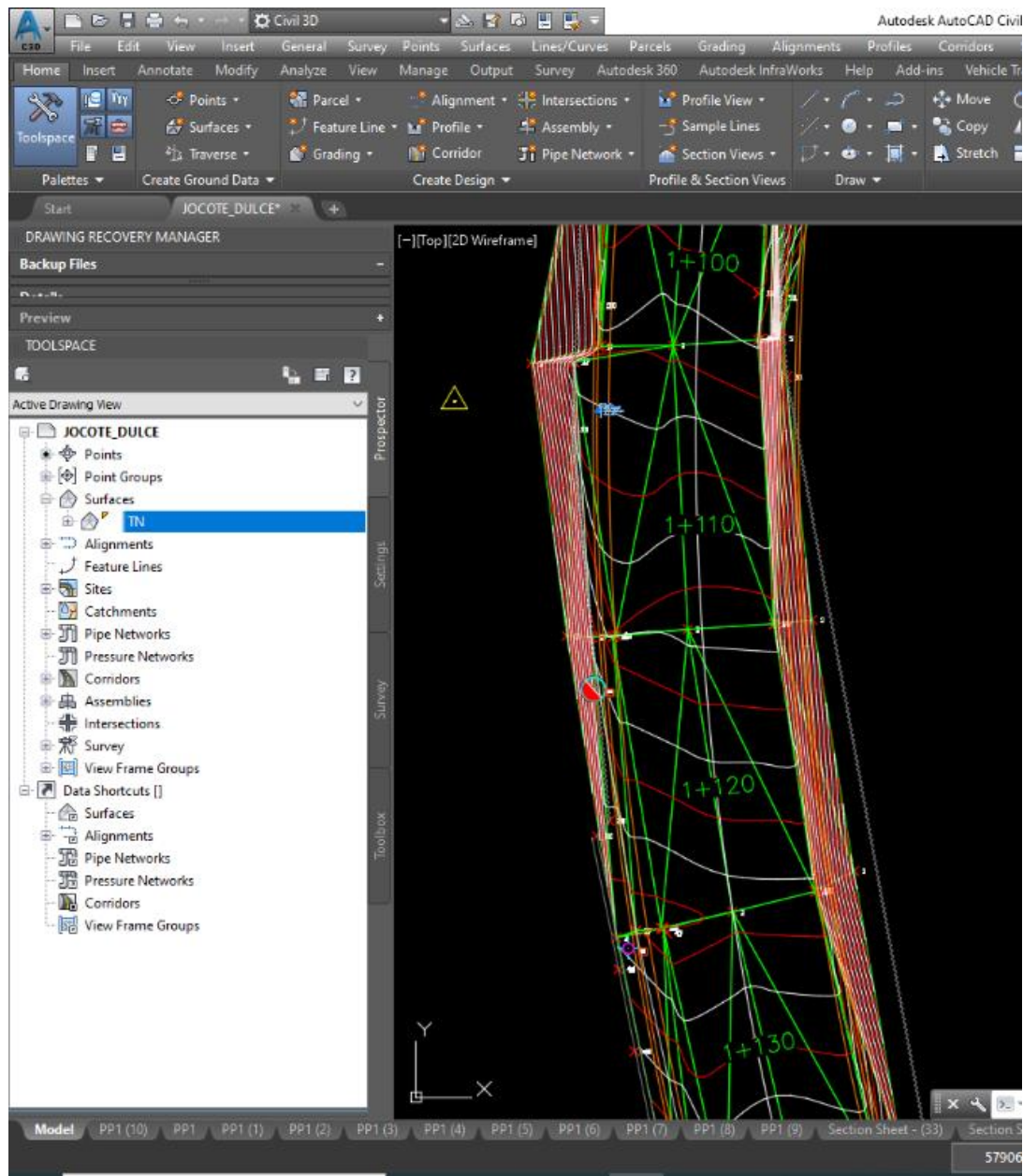
Una vez que los puntos se encuentran exportados en el programa, se inicia la creación de una superficie de nivel utilizando el conjunto de puntos denominado niveles de terreno natural. Este proceso generará nuestras curvas de nivel principales y secundarias, tal como se aprecia en las ilustraciones 7 y 8.

Ilustración 8: Creación de superficie de terreno natural.



Fuente: Elaboración propia, Civil 3D 2018.

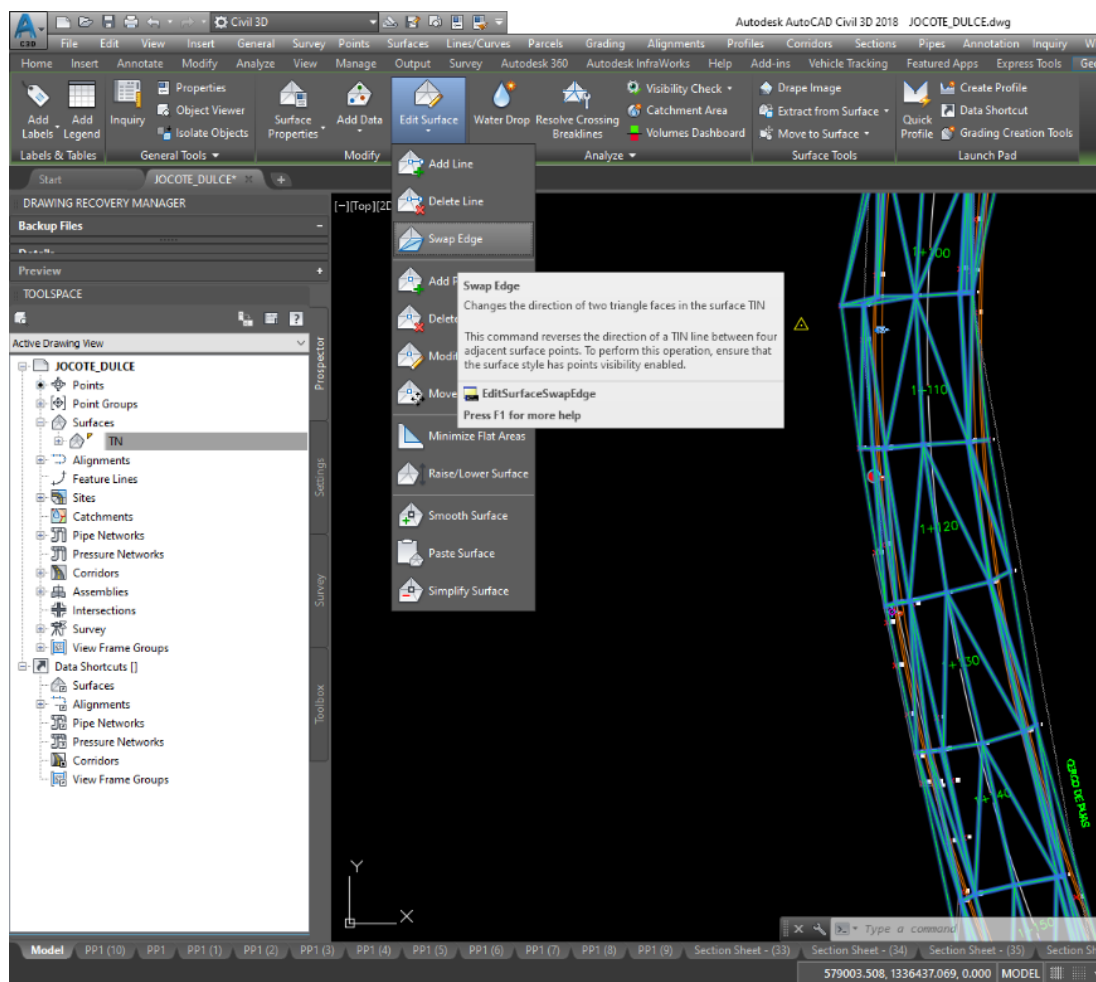
Ilustración 9: Curvas de nivel del proyecto.



Fuente: Elaboración propia, Civil 3D 2018.

A continuación, corregimos la superficie de nivel empleando los comandos breakline y swap edge, realizando ajustes hasta lograr la triangulación e interpolación precisa de las curvas. Esta corrección se puede apreciar en la ilustración número 10.

Ilustración 10: Corrección de superficie.



Fuente: Elaboración propia, Civil 3D 2018.

La topografía del terreno, tiene influencia en el alineamiento de las calles y carreteras. Para caracterizar sus variaciones, generalmente, se clasifican en tres tipos de acuerdo con la pendiente del terreno, así:

- Terreno plano.
- Terreno ondulado.
- Terreno montañoso.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales.

Ilustración 11: Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales.

Tipo de Terreno	Rango de Pendientes P(%)
Llano o Plano	$P \leq 5$
Ondulado	$5 > P \leq 15$
Montañoso	$15 > P \geq 30$

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras.
Pág. 116

A continuación, se muestra el cálculo de las pendientes a lo largo del tramo en estudio, a una distancia de 200 metros, para determinar el tipo de terreno.

$$m = \frac{Elv_2 - Elv_1}{D_H} * 100 \quad \text{Ecuacion 1}$$

$$m = \frac{247.20 - 230.20}{200} * 100 = 8.50\%$$

En el inicio del tramo en estudio, al realizar el cálculo de la pendiente a una distancia de 200 metros se puede determinar que el terreno es ondulado, se debe repetir el proceso para determinar cómo se comporta el terreno en toda la vía y así poder comprobar el tipo de terreno o cómo se comporta este, a continuación, se muestra una tabla con los resultados obtenidos.

Tabla 1: Resultados de las pendientes en el tramo, a cada 200 metros.

ESTACIONADO	ELEVACION	DISTANCIA HORIZONTAL	PENDIENTE
0+00	230.20	200 m	8.50%
0+200	247.20		
0+200	247.20	200 m	7.15%
0+400	261.23		
0+400	261.23	200 m	8.16%
0+600	277.56		
0+600	277.56	200 m	6.54%
0+800	290.64		
0+800	290.64	200 m	5.87%
1+000	302.38		
1+000	302.38	200 m	5.47%
1+200	313.33		
1+200	313.33	200 m	4.73%
1+400	322.80		
1+400	322.80	200 m	5.76%
1+600	334.31		
1+600	334.34	200 m	6.27%
1+800	346.88		
2+000	339.35	200 m	10.64%
2+200	360.64		
2+200	360.64	200 m	-6.32%
2+400	347.99		
2+400	347.99	200 m	4.01%
2+600	356.01		

Fuente: Elaboración propia, Microsoft Excel 2016.

Con los resultados obtenidos, determinamos que en el tramo de estudio las pendientes predominantes son mayores que el 5% pero no mayores que 15 % y en algunos casos donde el terreno arroja una pendiente menor de 5% catalogándose como plano.

La mejor forma de definir la tipología del terreno en este caso, sería como un terreno ondulado.

CAPITULO III: ESTUDIO DE TRÁNSITO



3.1 Introducción

El tránsito es una de las variables fundamentales para el diseño de pavimento.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial.

Al realizar un estudio de tránsito nos damos cuenta de la situación actual en la que se encuentra el camino que se pretende diseñar o rehabilitar, estos estudios expresan de forma cuantitativa y cualitativa la condición actual del tramo en estudio.

3.2 Definiciones

3.2.1 Volumen de tránsito

Se define como volumen de tránsito al número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un período determinado. (Rafael Cal y Mayor, 2018).

- **Características de los volúmenes de tránsito**
 - **Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda**

Se llama factor de la hora de máxima demanda (FHMD), a la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD), y el volumen máximo (Q_t máx) que se presenta durante un período dado dentro de dicha hora. Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto quiere decir que existen períodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo mucho mayores a las de la hora misma.

(Rafael Cal y Mayor, 2018).

- **Variación horaria del volumen de tránsito**

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, dependen del tipo de ruta, según las actividades que prevalezcan en ella, puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, industrial, etc. (Rafael Cal y Mayor, 2018)

- **Variación diaria del volumen de tránsito**

Los volúmenes son muy estables; los máximos, generalmente se registran durante el fin de semana ya sea el sábado o el domingo, debido a que durante estos días por estas carreteras circula una alta demanda de usuarios de tipo turístico y recreacional. En carreteras secundarias de tipo agrícola, los máximos volúmenes se presentan entre semana. En las calles de la ciudad, la variación de los volúmenes de tránsito diario no es muy pronunciada entre semana, esto es, están más o menos distribuidos en los días laborales; sin embargo, los más altos volúmenes ocurren el viernes. (Rafael Cal y Mayor, 2018)

- **Volúmenes de tránsito futuros**

- **Relación entre el volumen horario de proyecto y el tránsito promedio diario anual.**

Una guía para determinar el Volumen Horario de Proyecto (VHP), es precisamente una curva que indique la variación de los volúmenes de tránsito horario durante el año. Estas curvas también indican que los volúmenes de tránsito horario en una carretera presentan una amplia distribución durante el año y que, en términos generales, la mayor parte del volumen de tránsito ocurre durante un número relativamente pequeño de horas. (Rafael Cal y Mayor, 2018).

Si se selecciona el volumen de la 30^{ava} hora como el de proyecto, para proyecciones a años futuros en carreteras, se recomiendan los siguientes valores de k :

Para carreteras suburbanas:	$k=0.08$
Para carreteras rurales secundarias:	$k=0.12$
Para carreteras rurales principales:	$k=0.16$

- **Clasificación de los vehículos**

- **Vehículos de Pasajeros**

Incluye todos aquellos vehículos diseñados para el transporte de pasajeros y algunos acondicionados para la realización de tal actividad.

1. Motos: Incluye todos los tipos de motocicletas tales, como mini motos, cuadriciclos y taxi motos, etc.
2. Autos: Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas entre los que podemos mencionar, vehículos cope y station wagon.
3. Jeeps: Se consideran todos los vehículos, conocidos como 44. En diferentes tipos de marcas, tales como Toyota, Land Rover, Jeep, etc.
4. Camionetas: Son todos los tipos De camionetas que tienen tinas, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están destinadas a trabajos de cargas.
5. Microbús: Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 4 pasajeros sentados.
6. Minibús: Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
7. Bus: Se consideran todos los tipos De buses para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 pasajeros sentados.

- **Vehículos de carga**

Liviano de carga: Incluye todos aquellos vehículos diseñados para el transporte de mercadería liviana y pesada.

1. Camión de carga: Son todos aquellos camiones tipo C2 (2 ejes) y C3 (3 ejes), con un peso mayor de 5 ton. También se incluyen las furgonetas de carga liviana. Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
2. Camión carga pesada: Son aquellos vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tx-Sx<4.

3. Los $Tx-Sx > 5$: Se consideran las combinaciones tractor camión y semi remolque, que sea igual o mayor de 5 ejes.
4. Camión combinado: Son combinaciones camión-remolque, que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como $Cx-Rx < 4$
5. $Cx-Rx > 5$: Son combinaciones iguales que las anteriores, pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.

- **Equipo Pesado**

Se compone de los vehículos que no son utilizados para el transporte de personas o carga, sino para fines más específicos, como la agricultura y la construcción.

1. Vehículo agrícola: Se incluyen remolques o tráiler pequeños halados por cualquier clase de vehículos automotor, también se incluyen los tirados o halados por tracción animal o humana. Son vehículos provistos de llantas de hule, siendo las traseras de gran tamaño. Muchas de ellas tienen un arado, con el cual efectúan faenas del campo agrícola. (Tractores, arados, cosechadoras, etc.)
2. Vehículos de construcción. Generalmente se utilizan en la construcción de carreteras, puentes y demás obras civiles, pueden ser de diferentes tipos, tales como: motos niveladoras, palas mecánicas, compactadoras, mezcladoras. (Anuario de Aforos de tráfico, 2020)

• **Determinación del tránsito existente**

La información necesaria para cuantificar el tránsito existente de una vía se debe recolectar con base en los procedimientos de la Ingeniería de Tránsito.

La información que se requiere es la siguiente:

- a) El tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)
- b) Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

El TPD se encuentra realizando un conteo, durante una semana, las 24 hrs del día, de todos los vehículos que pasan por la carretera objeto del estudio. El tránsito total registrado se divide por los siete días del conteo obteniéndose el TPDS, el

cual debe discriminarse en vehículos livianos y comerciales. Estos últimos son los que realmente se tienen en cuenta para el diseño de un pavimento.

3.3 Metodología para clasificación de estaciones.

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico 2020, página 6, 7 y 8.

- **Identificación de vectores de procedencia**

- Vector Geográfico – R

Tabla 2: Regiones definidas por código y departamento.

N°.	Vector	Código	Nombre de Región	Departamentos
1	R1	PS	Pacífico Sur	Masaya, Granada, Carazo, Rivas
2	R2	PN	Pacífico Norte	León, Chinandega, Managua
3	R3	CN	Central Norte	Nueva Segovia, Madriz, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco, Chontales
4	R4	AS	Atlántico Sur	Región Autónoma del Caribe Sur (RACS), Río San Juan
5	R5	AN	Atlántico Norte	Región Autónoma del Caribe Norte (RACN)

Fuente: Anuario de aforos de tráfico 2020, página 7

- Volumen Total del Tráfico – V

Tabla 3: Rangos de variación para la categoría V.

V1	TPDA mayor de 5000
V2	TPDA de 300 a 5000
V3	TPDA menores de 300

Fuente: Anuario de aforos de tráfico 2020, página 7

El TPDA promedio del conteo vehicular realizado es de 2,090, por lo que entra al intervalo V2, un TPDA de 300 a 500. (Ver Anexos, página XIV)

- Porcentaje de Vehículos Pesados en el Volumen Total Diario – C

Tabla 4: Rangos de variación para la categoría C.

C1	>35% de vehículos pesados en el volumen total
C2	entre 25% y 35% de vehículos pesados en el volumen total
C3	<25% del volumen total.

Fuente: Anuario de aforos de tráfico 2020, página 7

El porcentaje de tráfico pesado es de 0.013%, y cae en la categoría **C3** (<25% del volumen total.)

- Razón entre el total de vehículos tipo Cx/Tx y el total de vehículos pesados – T

Tabla 5: Rangos de variación para la categoría T.

T1	> 40 % de vehículos de carga articulados en el total de vehículos pesados
T2	entre 20 a 40% de articulados
T3	< 20% de articulados

Fuente: Anuario de aforos de tráfico 2020, página 8

El porcentaje de la razón entre vehículos Cx/Tx y vehículos pesados es menor al 20% de vehículos articulados (**T3**)

3.3.1 Clasificación de estaciones por las categorías de vectores

- Estaciones de Mayor Cobertura (EMC): Estaciones de conteos continuos en los 365 días del año con conteos clasificados de 24 horas por día, sin embargo, en los últimos años por razón de una mejor distribución en la logística se dividió el período en tres cuatrimestres, realizando conteos clasificados durante 3 veces al año, por 7 días consecutivos cada uno las 24 horas, lográndose obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que no es más que el promedio de los períodos.

- Estaciones de Corta Duración (ECD): Se aplica a un conjunto de estaciones donde los flujos reportados son mayores de 300 TPDA.
- Estación de Conteo Sumaria (ECS): Son las estaciones con volúmenes menores a 300 TPDA.

3.3.2 Etiqueta de identidad de las estaciones

ECD 424 - Rotonda Jean Paul Genie – 1ra Entrada Las Colinas

Se determinó la estación de corta duración por su cercanía al tramo de estudio.

- Dependencia de estaciones

EMC 401 - Masaya – Granada

Se determinó la estación de mayor cobertura por su ubicación geográfica y cercanía con respecto a la ECD 424.

3.4 Aforo vehicular

El aforo vehicular es una práctica fundamental en la gestión del tráfico y la planificación del transporte.

Es la medición y registro de la cantidad de vehículos que circulan por una determinada vía, carretera o área geográfica en un período de tiempo específico. Este proceso es esencial para comprender la congestión del tráfico, planificar mejoras en la infraestructura vial y tomar decisiones informadas sobre la gestión del transporte.

3.4.1 Conteo vehicular in situ

Estos trabajos de campo fueron realizados los días martes 20, miércoles 21 y jueves 22 de septiembre 2022, abarcando 12 horas del día, de 6:00am a 6:00pm. Estos días fueron escogidos tomando en cuenta que la metodología planteada por el MTI, indica que es necesario como mínimo 12 horas de conteo y tres días consecutivos.

El volumen de tránsito y su comportamiento son los que definen los alcances y las demandas de un proyecto vial, por lo que se debe dar importancia a la determinación de volúmenes de tránsito, los tipos de vehículos, el comportamiento de estos y sus formas de operación, como así también las características socioeconómicas de los usuarios, las características particulares de los vehículos y las formas de explotación de los mismos.

Los conteos vehiculares del tramo en estudio fueron realizados con el objetivo de determinar el tránsito promedio diario semanal, tipo de vehículos, número, tipo y peso de los ejes. Se realizaron de forma manual y se establecieron tres puntos de conteo a lo largo del recorrido, tomándose en cuenta intersecciones, poblados y centros escolares:

- Estación 1: Estación 0+000 Cementerio de Jocote Dulce.
- Estación 2: Estación 1+600 Colegio Público 12 de septiembre.
- Estación 3: Estación 2+630 Residencial Valle De Luna

La actividad inicial del estudio de tránsito comprende la recopilación y revisión de datos obtenidos de una estación de control con la finalidad de determinar el volumen vehicular, dicho punto de conteo se ubicó en la entrada al Residencial Valle de Luna, siendo la Est. 2+630 del proyecto. Dichos datos se obtuvieron a través de conteos volumétricos y se cuantificó el 100% de los vehículos que circularon en ambas direcciones de la vía.

A continuación, se muestran las tablas resumen del conteo vehicular realizado, por cada estación y en ambos sentidos (Páginas 26, 27, 28, 29, 30 y 31) y la tabla del resumen total del mismo. (Página 32).

Tabla 6: Resumen Estación 1, sentido 1

Ubicación: Estación 0+000 Tramo de estudio: Jocote Dulce - Camino Las Viudas					Fecha: Martes 20 al Jueves 22 de septiembre 2,022 Sentidos: Cementerio Jocote Dulce - Colegio público 12 de septiembre			
Días	Vehículos de Pasajeros				Vehículos de Carga			Total Veh/12h
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Liv de carga	Construcción	Otros	
Martes 20	530	107	101	53	1	1	1	794
Miércoles 21	514	76	79	47	0	0	0	716
Jueves 22	548	117	147	56	0	0	0	868
Total/veh	1,592	300	327	156	1	1	1	2,378
TOTAL	2,375				3			2,378
Veh/12hr, % por Tipo	66.95%	12.62%	13.75%	6.56%	0.04%	0.04%	0.04%	100.00%
	99.87%				0.13%			100%
	% Vehículos Livianos				% Vehículos Pesados			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Resumen Estación 1, sentido 2

Ubicación: Estación 0+000 Tramo de estudio: Jocote Dulce - Camino Las Viudas					Fecha: Martes 20 al Jueves 22 de septiembre 2,022 Sentidos: Colegio público 12 de septiembre - Cementerio Jocote Dulce			
Días	Vehículos de Pasajeros				Vehículos de Carga			Total Veh/12h rs
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Liv de carga	Construcción	Otros	
Martes 20	493	120	48	82	0	0	1	744
Miércoles 21	416	140	57	94	0	0	0	707
Jueves 22	468	139	63	86	0	0	0	756
Total/veh	1,377	399	168	262	0	0	1	2,207
TOTAL	2,206				1			2,207
Veh/12hr, % por Tipo	62.39%	18.08%	7.61%	11.87%	0.00%	0.00%	0.05%	100.00%
	99.95%				0.05%			100%
	% Vehículos Livianos				% Vehículos Pesados			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Resumen Estación 2, sentido 1

Ubicación: Estación 1+600 Tramo de estudio: Jocote Dulce - Camino Las Viudas					Fecha: Martes 20 al Jueves 22 de septiembre 2,022 Sentidos: Colegio público 12 de septiembre - Residencial Valle de Luna			
Días	Vehículos de Pasajeros				Vehículos de Carga			Total Veh/12h rs
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Liv de carga	Construcción	Otros	
Martes 20	439	83	71	56	0	0	0	649
Miércoles 21	315	96	87	147	0	0	0	645
Jueves 22	429	78	104	106	0	0	0	717
Total/veh	1,183	257	262	309	0	0	0	2,011
TOTAL	2,011				0			2,011
Veh/12hr, % por Tipo	58.83%	12.78%	13.03%	15.37%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
	100.00%				0.00%			100%
	% Vehículos Livianos				% Vehículos Pesados			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Resumen Estación 2, sentido 2

Ubicación: Estación 1+600 Tramo de estudio: Jocote Dulce - Camino Las Viudas					Fecha: Martes 20 al Jueves 22 de septiembre 2,022 Sentidos: Colegio público 12 de septiembre - Cementerio Jocote Dulce			
Días	Vehículos de Pasajeros				Vehículos de Carga			Total Veh/12h re
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Liv de carga	Construcción	Otros	
Martes 20	303	189	449	137	0	0	0	1,078
Miércoles 21	383	104	60	37	0	0	0	584
Jueves 22	393	52	44	29	0	0	0	518
Total/veh	1,079	345	553	203	0	0	0	2,180
TOTAL	2,180				0			2,180
Veh/12hr, % por Tipo	49.50%	15.83%	25.37%	9.31%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
	100.00%				0.00%			100%
	% Vehículos Livianos				% Vehículos Pesados			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Resumen Estación 3, sentido 1

Ubicación: Estación 2+630 Tramo de estudio: Jocote Dulce - Camino Las Viudas					Fecha: Martes 20 al Jueves 22 de septiembre 2,022 Sentidos: Colegio público 12 de septiembre - Residencial Valle de Luna			
Días	Vehículos de Pasajeros				Vehículos de Carga			Total Veh/12h
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Liv de carga	Construcción	Otros	
Martes 20	323	189	449	137	0	0	0	1,098
Miércoles 21	304	182	387	130	0	0	0	1,003
Jueves 22	328	230	464	192	0	0	0	1,214
Total/veh	955	601	1,300	459	0	0	0	3,315
TOTAL	3,315				0			3,315
Veh/12hr, % por Tipo	28.81%	18.13%	39.22%	13.85%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
	100.00%				0.00%			100%
	% Vehículos Livianos				% Vehículos Pesados			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Estación 3, sentido 2

Ubicación: Estación 2+630 Tramo de estudio: Jocote Dulce - Camino Las Viudas					Fecha: Martes 20 al Jueves 22 de septiembre 2,022 Sentidos: Residencial Valle de Luna - Colegio público 12 de septiembre			
Días	Vehículos de Pasajeros				Vehículos de Carga			Total Veh/12h
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Liv de carga	Construcción	Otros	
Martes 20	271	188	388	174	0	0	0	1,021
Miércoles 21	339	162	374	142	0	0	0	1,017
Jueves 22	218	150	337	159	0	0	0	864
Total/veh	828	500	1,099	475	0	0	0	2,902
TOTAL	2,902				0			2,902
Veh/12hr, % por Tipo	28.53%	17.23%	37.87%	16.37%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
	100.00%				0.00%			100%
	% Vehículos Livianos				% Vehículos Pesados			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Tabla Resumen del Conteo Vehicular

Ubicación: Todas las Estaciones									Fecha: Martes 20 al Jueves 22 de septiembre 2,022										
Tramo de estudio: Jocote Dulce - Camino Las Viudas									Sentidos: Ambos sentidos										
Días	Vehículos de Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo pesado		Otros	Total Veh/12hrs	
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbus	Mini Bus	Bus	Liv de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción			
Martes 20	2,359	879	1,506	639	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5,383	
Miércoles 21	2,271	760	1,044	597	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,672	
Jueves 22	2,384	766	1,159	628	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,937	
Total/Veh	7,014	2,402	3,709	1,864	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	14,992	
TOTAL	14,989							1							1		1	14,992	
Veh/12hr, % por Tipo	46.78%	16.02%	24.74%	12.43%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	100%	
	99.97%							0.03%										100%	
	% Vehículos Livianos							% Vehículos Pesados											

Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 12: Ubicación de las estaciones de conteo en el tramo.



Fuente: <https://www.google.com/> Sweet+Cemetery+Jocote

3.4.2 Factores de ajuste del tránsito

Los factores de ajuste necesarios para el cálculo del TPDA del año base (2022) se obtienen a partir de la dependencia de estaciones (Pág. 23). Los factores de ajuste a utilizar serán el factor día, factor semana y factor expansión.

Los factores de ajuste empleados son los correspondientes al tercer cuatrimestre de la EMC 401, debido a que los conteos fueron realizados en septiembre 2022.

Factor Día.

Es el factor para expandir el tráfico diurno de 12 horas a tráfico diario de 24 horas, se obtiene mediante los resultados correspondientes de las estaciones de mayor cobertura de 24 horas.

Factor Semana.

Es el factor para expandir el resultado obtenido para un periodo corto de dos días de la semana (miércoles y jueves) a los promedios semanales de 7 días (lunes a domingo).

- Factor Fin de Semana.

Es el factor para expandir un conteo realizado durante el fin de semana (sábado) a los 7 días de la semana.

- Factor de Expansión.

Es el factor para expandir el tránsito promedio diario semanal (TPDS) al Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) por tipo de vehículo, el que se obtiene de los conteos realizados en las estaciones de mayor cobertura.

Tabla 13: Factores del tercer cuatrimestre del año, septiembre – diciembre. EMC 401.

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	1,31	1,34	1,27	1,31	1,35	1,30	1,25	1,27	1,31	1,31	1,00	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor Semana	0,96	1,01	1,09	0,98	0,91	0,94	0,99	0,88	0,90	0,87	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95
Factor Fin de Semana	1,10	0,97	0,84	1,07	1,32	1,18	1,03	1,52	1,41	1,63	1,00	1,55	1,00	1,00	1,00	1,00	1,14
Factor Expansión a TPDA	0,99	0,96	0,88	1,02	0,98	0,98	0,93	1,06	1,10	0,94	1,00	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	2,18

Fuente: Anuario de aforos de tráfico 2020, página 355

3.4.3 Tránsito promedio diario anual (TPDA)

El tránsito promedio diario anual (TPDA) se define como el volumen o número total de vehículos que pasan durante un año dividido entre los 365 días que corresponden al año.

Para determinar el TPDA del tramo en estudio es necesario el uso de los factores de ajuste diario que serán tomados del anuario de Aforo de tráfico 2020 (MTI).

$$TPDA = TP(D)_{12hrs} * Fd * Fs * Fe \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- **TP(D)_(12hrs)**= Tránsito promedio diurno (12 horas)
- **Fd** = Factor día.
- **Fs** = Factor semana.
- **Fe**= Factor expansión.

Donde:

TPD= Tráfico promedio diario

$$TPD = \frac{\text{Acumulado de conteo vehicular por tipo de vehículo}}{\text{Cantidad de días del aforo.}} \quad \text{Ecuación 3}$$

De la información obtenida de los conteos de tráfico se obtienen el tránsito promedio diario obtenido de los días que duraron los trabajos de campo. En la Tabla 14 se muestra el TPD para cada estación. Ver página 37.

Tabla 14: Tránsito promedio diario de cada estación.

Tipo de Vehículo	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Motos	990	754	594
Autos	233	201	367
Jeep / SUV	165	272	800
Pick Up	139	171	311
Microbús	0	0	0
Minibús	0	0	0
Grande	0	0	0
Liv de carga	0	0	0
C2	0	0	0
C3	0	0	0
Tx-Sx<=4	0	0	0
Tx-Sx>=5	0	0	0
Cx-Rx<=4	0	0	0
Cx-Rx>=5	0	0	0
Agrícolas	0	0	0
Construcción	0	0	0
Otros	0	0	0
TPD (Diurno)	1528	1397	2072

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a trabajar utilizando los datos de la estación 3 debido a que es la que posee el mayor volumen en comparación de las tres estaciones en las que se realizó el conteo vehicular.

En la Tabla 15 (página 38), se muestran los cálculos del TPDA para la estación 3 del conteo y los factores de ajuste provenientes de las estaciones de mayor cobertura.

Tabla 15: Factores de ajuste y cálculo de TPDA de la estación 3.

Ubicación: Todas las Estaciones								Fecha: Martes 20 al Jueves 22 de septiembre 2,022									
Tramo de estudio: Jocote Dulce - Camino Las Viudas								Sentidos: Ambos sentidos									
	Vehículos de Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo pesado		Otros
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbus	Mini Bus	Bus	Liv de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	
TPD	594	367	800	311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Factor día	1.31	1.34	1.27	1.31	1.35	1.30	1.25	1.27	1.31	1.31	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor semana	0.96	1.01	1.09	0.98	0.91	0.94	0.99	0.88	0.90	0.87	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor expansión	0.99	0.96	0.88	1.02	0.98	0.98	0.93	1.06	1.10	0.94	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	2.18
TPDA	740	477	975	407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2,599							0							0		0
Veh/12hr, % por Tipo	28%	18%	37%	16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.

Con ayuda del software Excel, se realizaron los cálculos del TPDA en la estación 3.

$$TPDA_{Motos} = 594 * 1.31 * 1.96 * 0.99 = 740$$

$$TPDA_{Autos} = 367 * 1.34 * 1.01 * 0.96 = 477$$

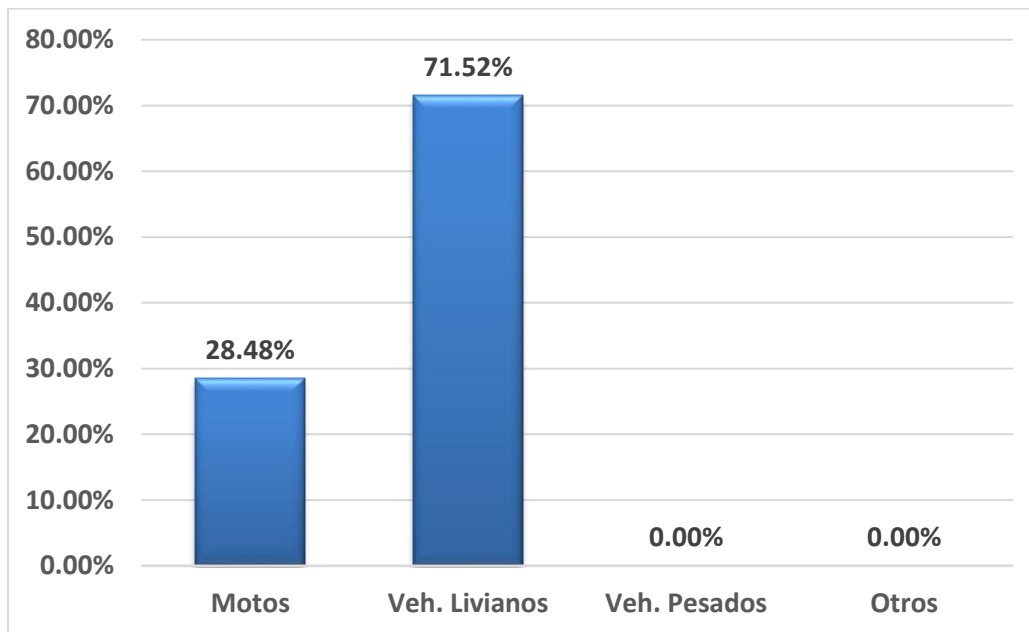
$$TPDA_{Jeep/SUV} = 800 * 1.27 * 1.09 * 0.88 = 975$$

$$TPDA_{Pick Up} = 311 * 1.31 * 0.98 * 1.02 = 407$$

3.4.4 Composición del tráfico en la estación 3

La composición vehicular promedio para la estación 3, en porcentaje del total de vehículos contabilizados en dicha estación, está conformada por un 28.48% de motos, 71.52% de vehículos livianos. Siendo los vehículos livianos los de mayor representación.

Gráfico 1: Composición del tránsito en la estación 3.



Fuente: Elaboración propia.

3.4.5 Proyección del tráfico.

- **Tasas de crecimiento**

Se utiliza la siguiente ecuación para calcular la tasa de crecimiento para cada uno de los datos históricos del TPDA cuando los datos son discontinuos.

$$TC = \left[\left(\frac{TPDA_i}{TPDA_0} \right)^{1/n} \right] - 1 \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

TC = Tasa de crecimiento.

$TPDA_i$ = Tráfico promedio diario actual.

$TPDA_0$ = Tráfico promedio diario del año base.

n = La diferencia de años.

Fuente: Ministerio de transporte e infraestructura (MTI), pág. 15

Tabla 16: Datos históricos de TPDA disponibles para ECD 424.

Año	TPDA
2020	109,769
2017	100,411
2012	70,651
2007	56,116
2005	45,168
2003	36,667
2001	37,998
1998	27,831

Fuente: Anuario de aforos de tráfico 2020, página 117

Tabla 17: Registro histórico del TPDA de la EMC 401.

AÑO	TPDA (EMC 401)
2011	6,649
2012	6,867
2013	7,776
2014	7,555
2015	8,703
2016	10,060
2017	10,597
2018	10,359
2019	9,635
2020	8,882
2021	

Fuente: Anuario de aforos de tráfico 2020 (MTI), página 117 y 119

- **Cálculo de la tasa de crecimiento**

Se calcula la tasa de crecimiento para cada uno de los años bases del registro histórico de la ECD 424 y la EMC 401.

$$TC_{ECD2020} = \left[\left(\frac{2599}{109769} \right)^{1/2} \right] - 1 = -0.846$$

$$TC_{ECD2017} = \left[\left(\frac{2599}{100411} \right)^{1/5} \right] - 1 = -0.518$$

$$TC_{ECD2012} = \left[\left(\frac{2599}{70651} \right)^{1/10} \right] - 1 = -0.281$$

Así mismo se calculó la tasa de crecimiento para los demás años tanto de la ECD 424 y la EMC 401.

Tabla 18: Tasas de crecimiento para la ECD 424 y la EMC 401

Año	TC ECD 424	TC EMC 401
2020	-0.846	-0.46
2019		-0.354
2018		-0.292
2017	-0.518	-0.245
2016		-0.202
2015		-0.159
2014		-0.125
2013		-0.115
2012	-0.281	-0.093
2011		-0.082
2007	-0.185	
2005	-0.155	
2003	-0.13	
2001	-0.12	
1998	-0.09	

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que las tasas de crecimiento calculadas fueron todas negativas, se descarta la tasa de crecimiento del TPDA de la ECD 424 y la EMC 401, y se procede analizar el Producto Interno Bruto (PIB), Consumo Nacional de Combustible y el Índice de Crecimiento Poblacional (POB) de los últimos años.

Tabla 19: Comportamiento del PIB en Nicaragua de los últimos años.

Año	PIB (Millones de C\$ Constante)	Consumo Nacional Combustible (Miles de barriles)
2011	138,654.20	5,388.00
2012	147,661.40	5,615.80
2013	154,936.80	5,788.20
2014	162,351.30	6,127.10
2015	170,131.60	6,813.70
2016	177,894.90	7,287.50
2017	186,133.60	7,596.40
2018	179,873.30	7,060.30
2019	173,074.50	7,267.10
2020	169,977.30	7,210.10
2021	187,560.90	8,072.60

Fuente: Anuario de estadísticas macroeconómicas (2021), Banco Central de Nicaragua,
página 10 y 36

Tabla 20: Proyección estimada de la población, del año 2006 a 2021.

Año	Población
2011	5,996,619
2012	6,071,045
2013	6,134,270
2014	6,198,154
2015	6,262,703
2016	6,327,927
2017	6,393,824
2018	6,460,411
2019	6,527,991
2020	6,595,674
2021	6,664,364

Fuente: Anuario estadístico 2020 (INIDE), página 30

Tabla 21: Registro histórico del TPDA de la EMC

AÑO	TPDA (EMC 401)
2011	6,649
2012	6,867
2013	7,776
2014	7,555
2015	8,703
2016	10,060
2017	10,597
2018	10,359
2019	9,635
2020	8,882
2021	

Fuente: Anuario de aforos de tráfico 2020 (MTI), página 117 y 119

Tabla 22: Tasa de crecimiento por tipo de variables socioeconómicas.

Variables económicas	Tasa de crecimiento (%)
PIB	2.46
Consumo Nac. de combustible	3.72
Población	1.05

Fuente: Elaboración propia.

Con ayuda del programa Excel, se calculó la tasa de crecimiento aplicando logaritmo neperiano a cada una de las variables y luego utilizando líneas de tendencias con respecto al tiempo del período. (Ver Anexos, página XIV, XV, XVI) Luego de haber realizado los anteriores análisis, se procedió a utilizar una tasa de crecimiento promedio del 2.41%.

- **Proyección**

Para el cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual Total ($TPDA_{Total}$), se utilizará la siguiente formula:

$$TPDA_T = TPDA + (TPDA * TC) \quad \textbf{Ecuación 5}$$

Donde:

$TPDA_T$ =Tránsito Promedio Diario Anual Total.

TPDA = Tránsito Promedio Diario Anual (De la estación en la que se está trabajando).

TC = Tasa de Crecimiento.

Tabla 23: Proyección del tráfico

Año	N°	Vehículos de Pasajeros								Vehículos de Carga									TOTAL
		Motos	Autos	Jeep/SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de Carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
2022	0	740	477	974	408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2599
2023	1	758	488	997	418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2662
2024	2	776	500	1,022	428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2726
2025	3	795	512	1,046	438	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2791
2026	4	814	525	1,071	449	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2859
2027	5	834	537	1,097	460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2928
2028	6	854	550	1,124	471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2998
2029	7	874	564	1,151	482	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3070
2030	8	895	577	1,178	494	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3144
2031	9	917	591	1,207	506	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3220
2032	10	939	605	1,236	518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3298
2033	11	962	620	1,266	530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3377
2034	12	985	635	1,296	543	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3459
2035	13	1,009	650	1,327	556	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3542
2036	14	1,033	666	1,359	569	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3627
2037	15	1,058	682	1,392	583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3715
2038	16	1,083	698	1,426	597	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3804
2039	17	1,109	715	1,460	612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3896
2040	18	1,136	732	1,495	626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3990
2041	19	1,163	750	1,531	641	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4086
2042	20	1,191	768	1,568	657	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,185

Fuente: Elaboración propia.

Se estima que el Tránsito Promedio Diario Anual Total al año horizonte (2042) será de 4,185 vehículos/día, de las cuales, la más representativa son los Jeep con una cantidad de 1,568 vpd, las motos con 1,191 vpd y los autos con 768 vpd.

- Proyección de tránsito para cada tipo de vehículo.

Jeep / SUV

$$T_n = T_o(1 + i)^n$$

$$T_n = 974(1 + 0.0241)^{20} = 1,568 \text{ vph}$$

Moto

$$T_n = T_o(1 + i)^n$$

$$T_n = 740(1 + 0.0241)^{20} = 1,191 \text{ vph}$$

Autos

$$T_n = T_o(1 + i)^n$$

$$T_n = 477(1 + 0.0241)^{20} = 768 \text{ vph}$$

Proyección de tránsito Total.

$$T_n = T_o(1 + i)^n$$

$$T_n = 2,599(1 + 0.0241)^{20} = 4,185 \text{ vph}$$

- **Clasificación de la vía**

La clasificación es el proceso por medio del cual las calles y carreteras son organizadas dentro de un sistema funcional, de acuerdo con el carácter de servicio que prestan y que ayude a seleccionar los factores apropiados de tránsito y otras variables que sean necesarias, según como se muestran. (Tabla 24, Página 48)

Tabla 24: Clasificación funcional de las carreteras.

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

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, SIECA 2011.

- **Período de diseño**

El período de diseño es el tiempo para el cual se diseña específicamente el pavimento en función de la proyección del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones del entorno se comiencen a alterar desproporcionadamente.

Tabla 25: Período de diseño.

Tipo de Carretera	Período de diseño
Autopista Regional	20 – 40 años
Troncales Suburbanas	15 – 30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Suburbanas	10 – 20 años
Colectoras Rurales	

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, SIECA 2011.

- **Tránsito de diseño.**

Con este se determina la cantidad de vehículos que circulan en la vía y así obtener un acumulado de vehículos y proyectar su vida útil.

Para convertir el volumen tráfico obtenido de los conteos se usará un tránsito de diseño, que es un factor fundamental para el diseño estructural de pavimentos. Esta se obtiene a partir de la información básica suministrada por el tránsito promedio diario anual, el factor de crecimiento, factor de distribución y factor carril.

$$TD = T_0 * FC * FD * f_c \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

TD= Tránsito de diseño.

T_0 = Tránsito inicial del año 0.

FC= Factor de crecimiento.

FD= Factor de distribución por dirección.

f_c = Factor de distribución por carril.

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, SIECA 2011.

- **Tránsito inicial del año 0 (T_0)**

Es el TPDA inicial determinado a partir del conteo vehicular que se realizó en el tramo en estudio. Es uno de los elementos primarios más importante que se ha tomado como indicador numérico para el diseño.

- **Factor de crecimiento (FC)**

Está en función de la tasa anual de crecimiento y el periodo de diseño de la estructura de pavimento. El tránsito acumulado durante los “n” años se determina a través de un factor de crecimiento el cual varía según el método de diseño.

$$FC = 365 * \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right] \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

FC= Factor de crecimiento.

i= Tasa de crecimiento.

n= Período de año el cual se está proyectando.

365= Cantidad de días con los que cuenta el año.

Fuente: Manual centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las carreteras Regionales, SIECA, 2011.

De acuerdo a la ecuación anterior se obtiene el factor de crecimiento.

n= 20 años

i= 3.77%

$$FC = 365 * \left[\frac{(1 + 0.0241)^{20} - 1}{0.0241} \right]$$

$$FC = 9,239.793$$

- **Factor de distribución por dirección (FD)**

Tabla 26: Factor distribución por dirección.

Número de carriles en ambas direcciones	LD ¹⁰
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Manual centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las carreteras Regionales, SIECA, 2011.

El conteo de tránsito efectuado en el tramo en estudio se observó que los vehículos circulan por la misma vía en ambas direcciones, ya que es la única vía de acceso. Por lo tanto, tomamos el valor de **FD**=0.5.

Factor de distribución por carril (f_c)

Tabla 27: Factor distribución por carril.

Número de carriles en una sola dirección	LC ¹¹
1	1.00
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

Fuente: Manual centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las carreteras Regionales, SIECA, 2011.

El factor de distribución por carril a utilizarse es del 100%, ya que estamos considerando que la vía posee 1 carril en una sola dirección. Por ende, tomamos el valor de **fc**= 1.00.

- **Cálculo de tránsito de diseño (TD)**

Para calcular el tránsito de diseño se utilizará la siguiente ecuación:

$$TD = T_0 * FC * FD * f_c \quad \text{Ecuación 8}$$

Tabla 28: Tránsito de diseño (TD).

Tipos de Vehículos	Vehículos	TPDA 2022	FC	FD	Fc	Tránsito Diseño (TD)
Vehículos de Pasajeros	Motos	740	9,239.793	0.5	1	3,418,723
	Autos	477	9,239.793	0.5	1	2,203,691
	Jeep/SUV	974	9,239.793	0.5	1	4,499,779
	Pick Up	408	9,239.793	0.5	1	1,884,918
Total		2,599				12,007,111

Fuente: Elaboración propia

En la estación 3 solo hacen presencia en circulación motos, autos, jeep/suv, y camionetas (pick up).

3.4.6 ESAL de diseño

El volumen de tránsito del carril de diseño, se convierte a un determinado número de ESAL, que es 'equivalent single axle load', es el parámetro usado en el diseño de la estructura del pavimento.

El ESAL es un eje estándar compuesto por un eje sencillo con dos ruedas en los extremos.

Se obtiene conociendo el tránsito de Diseño (TD) y los factores de equivalencia (ESAL's). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$ESAL = TD * F_{ESAL} \quad \text{Ecuación 9}$$

- **Cálculo de ESAL de diseño.**

- **Autos**

$$ESAL = F_{ESAL} * TD$$

$$ESAL = 0.00038 * 2,203,691 = 837$$

- **Jeep/SUV**

$$ESAL = F_{ESAL} * TD$$

$$ESAL = 0.00038 * 4,499,779 = 1,710$$

- **Camioneta (Pick Up)**

$$ESAL = F_{ESAL} * TD$$

$$ESAL = 0.00038 * 1,884,918 = 716$$

$$ESAL = 0.0036 * 1,884,918 = 6,786$$

Con el apoyo del software Excel se procedió a la determinación de los ejes equivalentes (ESAL) para cada eje y tipo de vehículo. Tal como se muestra en la Tabla 29. (Ver Página 54)

Tabla 29: Cálculo del ESAL de diseño.

Tipos de Vehículos	Vehículos	Peso		Tipo de eje	# ejes	Factor ESAL'S	Tránsito Diseño	ESAL'S Diseño
		Ton	Kip					
Vehículos de Pasajeros	Autos	1	2.2	Simple	1	0.00038	2,203,691	837
		1	2.2	Simple	1	0.00038	2,203,691	837
	Jeep/SUV	1	2.2	Simple	1	0.00038	4,499,779	1,710
		1	2.2	Simple	1	0.00038	4,499,779	1,710
	Camioneta	1	2.2	Simple	1	0.00038	1,884,918	716
		2	4.4	Simple	1	0.0036	1,884,918	6,786
ESAL'S por carril de tránsito								12,597

Fuente: Elaboración propia

El número estimado de ejes equivalentes para el período de diseño de 20 años del tramo de carretera en estudio (Comarca Jocote Dulce - Camino Las Viudas) es de 12,597 ejes equivalentes por carril de diseño

CAPITULO IV: ESTUDIO DE SUELOS



4.1 Introducción

Una de las principales formas de comunicación entre comunidades, Barrios, Municipios y Departamentos son las carreteras y caminos rurales, constituyendo uno de los factores importantes para el desarrollo del país.

El estudio de suelos es de vital importancia puesto que, todas las obras de ingeniería están cimentadas sobre él, y de esa forma se determina si el suelo tiene capacidad para soportar las cargas generadas por la estructura y los vehículos, determinando si debe ser mejorado y en el peor de los casos reemplazarlos por otros de mejor calidad. Para determinar las características físicas y la capacidad de soporte de los suelos del tramo en estudio, se realizaron exploraciones manuales (Sondeos manuales a cielo abierto) a cada 100 metros de distancia entre sí, hasta una profundidad de 1.5 metros.

Situación actual del camino

4.1.1 Trabajos de campo

Esta fase consiste en las exploraciones geotécnicas mediante sondeos manuales. La Alcaldía de Managua realizó un total de 27 sondeos en el tramo en estudio, la distancia entre cada sondeo fue de 100 metros a lo largo de 2.60 km, con profundidad de 1.50 m, y fueron georreferenciados con GPS, para una mejor ubicación. Es importante señalar que los lugares muestreados se localizaron de forma alternada en cada una de las dos bandas (Derecha e Izquierda) y la línea central, según los procedimientos de ASTM D 420, mediante los cuales se determinaron las condiciones in situ de rocas, suelos, y nivel freático (en casos donde se encontrará). Con el objetivo de identificar y localizar horizontal y verticalmente los diferentes estratos de materiales. La localización vertical se realizó mediante la medición manual, con cinta, determinando el inicio y fin de estos, además de sus respectivos espesores. El punto de referencia en todos los casos fue el nivel existente de la capa superior. La realización de las perforaciones a cielo abierto se ejecutó con equipos de excavación manual, que incluyen palas, cucharas y dispositivos de extracción de muestras. Las dimensiones de cada una de las perforaciones fue de 40 cm x 40 cm x 150 cm de profundidad. Se obtuvieron

muestras representativas de cada uno de los estratos encontrados, estas fueron cuidadosamente extraídas de forma tal que se evitó la contaminación con muestras de suelos adyacentes o subyacentes. El tamaño de cada muestra fue de 40 kg aproximadamente. (Laboratorio de materiales y Suelo [ALMA], 2022).

4.1.2 Trabajo de laboratorio

Se realizó verificación visual mediante la clasificación AASHTO M145, posteriormente se realizaron ensayos de laboratorio con el fin de conocer propiedades físicas y mecánicas de los suelos, las cuales contemplan distribución granulométrica, límites de Atterberg, valor de densidad seca máxima, humedad optima de compactación y relación soporte de califonia, CBR. Una vez que se obtuvo la clasificación de las muestras, se formaron grupos de suelos con características físicas similares y finalmente se determinó la Capacidad Soporte en Laboratorio mediante el Método estándar AASHTO T 193 “California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils”.

Tabla 30: Estudios de suelo realizados.

Ensayos Ejecutados	Procedimiento
Contenido de partículas menores de 0.075 mm (por lavado)	AASHTO T 11
Análisis granulométrico de partículas finas y gruesas	AASHTO T 27
Límite liquido de los suelos	AASHTO T 89
Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	AASHTO T 90
Clasificación desde el punto de vista vías terrestres HRB	AASHTO T 145
Relación Densidad - Humedad de los suelos E. Estándar de compactación	AASHTO T 99
Relación Soporte California	AASHTO T 193

Fuente. Laboratorios de Materiales y Suelo ALMA (2022).

4.1.3 Ensayos de laboratorio

Nota: Los resultados de los ensayos de laboratorio de suelos en este documento, presentados a continuación, fueron brindados por la Alcaldía de Managua ya que por efectos económicos y de tiempo no se logró cubrir el costo de ejecución de estos.

- **Análisis granulométrico de los suelos**

Se trata de un ensayo que se realiza para determinar los tamaños y las partículas del suelo con la finalidad de clasificarlos. Dicho de otra manera, consiste en determinar el rango del tamaño de las partículas presentes en un suelo, expresado como un porcentaje de la masa seca total. Con la técnica del cribado, es posible efectuar el trazo de curvas granulométricas, contando con agrupaciones de las partículas del suelo en mayor número y de tamaños diferentes.

- **Límites de consistencia**

Los límites son las fronteras entre los distintos estados de consistencia de suelos plásticos y la consistencia se trata de la facilidad relativa con la que un suelo puede deformarse. Los valores de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, son utilizados de forma individual o conjunta con otras propiedades de los suelos; con el propósito de correlacionar el comportamiento ingenieril de éstos, tales como: la compresibilidad, conductividad hidráulica (permeabilidad), compactibilidad, contracción- expansión y resistencia al corte.

- **Determinación de la densidad máxima “Proctor Estándar”**

La importancia de la compactación es obtener un suelo estructurado de tal manera que posea y mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra.

En el campo laboral la compactación se realiza sobre materiales que serán utilizados para relleno en la construcción de terraplenes, pero también puede ser empleado in situ en proyectos de mejoramiento del terreno. El ensayo Proctor estándar se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo

que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad.

- **Determinación de la densidad máxima “Proctor Modificado”**

Es un proceso mecánico que busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo deformación de los mismos.

La compactación está relacionada con la densidad máxima o peso volumétrico seco máximo del suelo que para producirse es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada que se conoce como humedad óptima.

4.2 Banco de materiales

Los bancos de materiales son las excavaciones a cielo abierto destinados a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes.

- **Valores permisibles en Ensayos AASHTO**

Los terraplenes se compactarán en capas no mayores de 15 cm en los 0.60 m por debajo de la subrasante. El tamaño máximo de las partículas no deberá ser mayor de 1/3” del espesor de cada capa.

El grado de compactación, como mínimo debe de alcanzar el 95% de la densidad máxima, según la prueba de Proctor estándar AASHTO T99, y en caso de capas que por su composición se caracterizan como terraplenado el criterio a adoptarse será el número de pasadas de rodillo. Así mismo el ensayo densidad-humedad deberá cumplir con los requerimientos de la prueba AASHTO respectiva.

El valor CBR de laboratorio deberá ser igual o mayor al 5% y el grado de hinchamiento no deberá superar el 0.5%.

- **Frecuencia de control In situ**

Cada kilómetro por cada tres capas como máximo de terraplén:

- Se efectuó una prueba de graduación, según lo especificado en la AASHTO T 27 y T 88.
- Se efectuaron pruebas para determinar los límites de consistencia de los suelos del terraplén según el procedimiento AASHTO T 89 y T 90.
- Se efectuó una prueba de CBR, según el procedimiento AASHTO T 193.

- Cada tres capas de suelo compactado y por un volumen no mayor de 1500 m³ de terraplén, se efectuará como mínimo una prueba de compactación in situ, según lo especificado en la prueba AASHTO T-99 método D y AASHTO T 191.

4.3 Banco de préstamo

Se efectuaron las pruebas de laboratorio necesarias para verificar y confirmar el uso y volumen del material a explotar. Se realizaron sondeos a cielo abierto, con las profundidades que permiten efectuar una evaluación óptima del material.

- **Valores permisibles en ensayos AASHTO**

Se efectuaron al menos tres pruebas de graduación en materiales representativos:

- Según lo especificado en AASHTO T11, T27 y T88.
- Para determinar los límites de consistencia de los suelos de banco, según el procedimiento AASHTO T89 y T90.
- Para determinar ensayos CBR según el procedimiento AASHTO T193.

- **Frecuencias de control in situ**

Cada 100 m³ de material de banco explotado, se tomaron muestras del acopio del material de acarreo y se efectuaron los ensayos de suelo, con el objetivo de conocer el tipo de material utilizado y efectuar las correcciones de diseño necesarias para el uso de terraplenes, subrasante o superficie de rodamiento.

- **Clasificación de suelos según la AASHTO**

De acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-7. Estos a su vez se dividen en un total de 12 subgrupos.

Subrasante

- **Valores permisibles en ensayos AASHTO**

En la construcción de subrasante, se compactaron en capas no mayores de 15 cm o según lo determinan las pruebas de laboratorio para cada tipo de suelo y equipo empleado. El tamaño máximo de las partículas no deberá ser mayor a 1/3" del espesor de cada capa. El grado de compactación, como mínimo deberá

alcanzar el 100% de la densidad máxima según la prueba del Proctor estándar AASHTO T-99. Así mismo el ensayo densidad-humedad deberá cumplir con los requerimientos de la prueba en mención. Las pruebas de graduación se efectúan, según lo especificado en la AASHTO, designación T27 y T88. El porcentaje del material que pase la malla N°200 no deberá ser mayor al 35%.

Los límites de consistencia se efectuaron, según el procedimiento de la AASHTO T89 y T90 y no deberán sobrepasar los valores siguientes:

Límite Líquido: Igual o menor de 40.

Índice de plasticidad: igual o menor de 10

Y el valor CBR de laboratorio no deberá ser menor que el requerido por el diseño y el hinchamiento no deberá superar el 0.5%.

- **Frecuencia de control in situ:**

- Cada kilómetro de subrasante se efectuaron dos pruebas de graduación según lo especificado en la AASHTO T27 y T88.
- Cada kilómetro se efectuaron dos pruebas para determinar los límites de consistencia de los suelos según el procedimiento AASHTO T89 y T90.
- Cada kilómetro se efectuó una prueba de CBR, según el procedimiento AASHTO T193.

Material seleccionado y granular de rodadura.

- **Valores permisibles en ensayos AASHTO.**

El material seleccionado y granular de rodadura provenientes de bancos de préstamo se compactará en capas no mayores de 15 cm. O según lo determinen las pruebas de laboratorio para cada tipo de suelo y equipo empleado. El tamaño máximo de las partículas no deberá ser mayor a 1/3 del espesor de cada capa o 5 cm. El grado de compactación, como mínimo deberá alcanzar al 100% de la densidad máxima según la prueba Proctor modificado AASHTO T-180. Así mismo el ensayo densidad-humedad deberá cumplir con los requerimientos de las pruebas en mención.

Las pruebas de graduación se efectuaron, según lo especificado en AASHTO M147, T27, T88. El porcentaje de material que pasa la malla N°200 no deberá ser mayor del 15%.

Los límites de consistencia se efectuaron, según el procedimiento AASHTO-T89 y T90 y no deberá sobrepasar los valores siguientes:

- Limite Líquido: Igual o menor a 40.
- Índice de plasticidad: Igual o menor de 12 para el material que pase la malla 40.
- **Frecuencia de control in situ:**
 - Cada kilómetro de subrasante se efectuaron dos pruebas de graduación, según lo especificado en la AASHTO T27 y T88.
 - Cada kilómetro se efectuaron dos pruebas para determinar los límites de consistencia de los suelos según el procedimiento AASHTO T89 y T90.
 - Cada kilómetro se efectuó una prueba de CBR, según el procedimiento AASHTO T193.
 -

Para cada de suelo compactado y por un volumen no mayor de 150 m³ de rodadura, se efectuaron como mínimo una prueba de compactación in situ, según lo especificado en la prueba AASHTO T-191. Al menos 10 pruebas aleatorias de densidad deberán efectuarse por kilómetro.

A continuación, se presenta en la Tabla 31 (Página 62) el resumen con los datos obtenidos de los sondeos manuales realizados a lo largo de la línea de proyecto y en la Ilustración 13 (Página 64) se muestra la columna estratigráfica de los suelos encontrados a lo largo del proyecto.

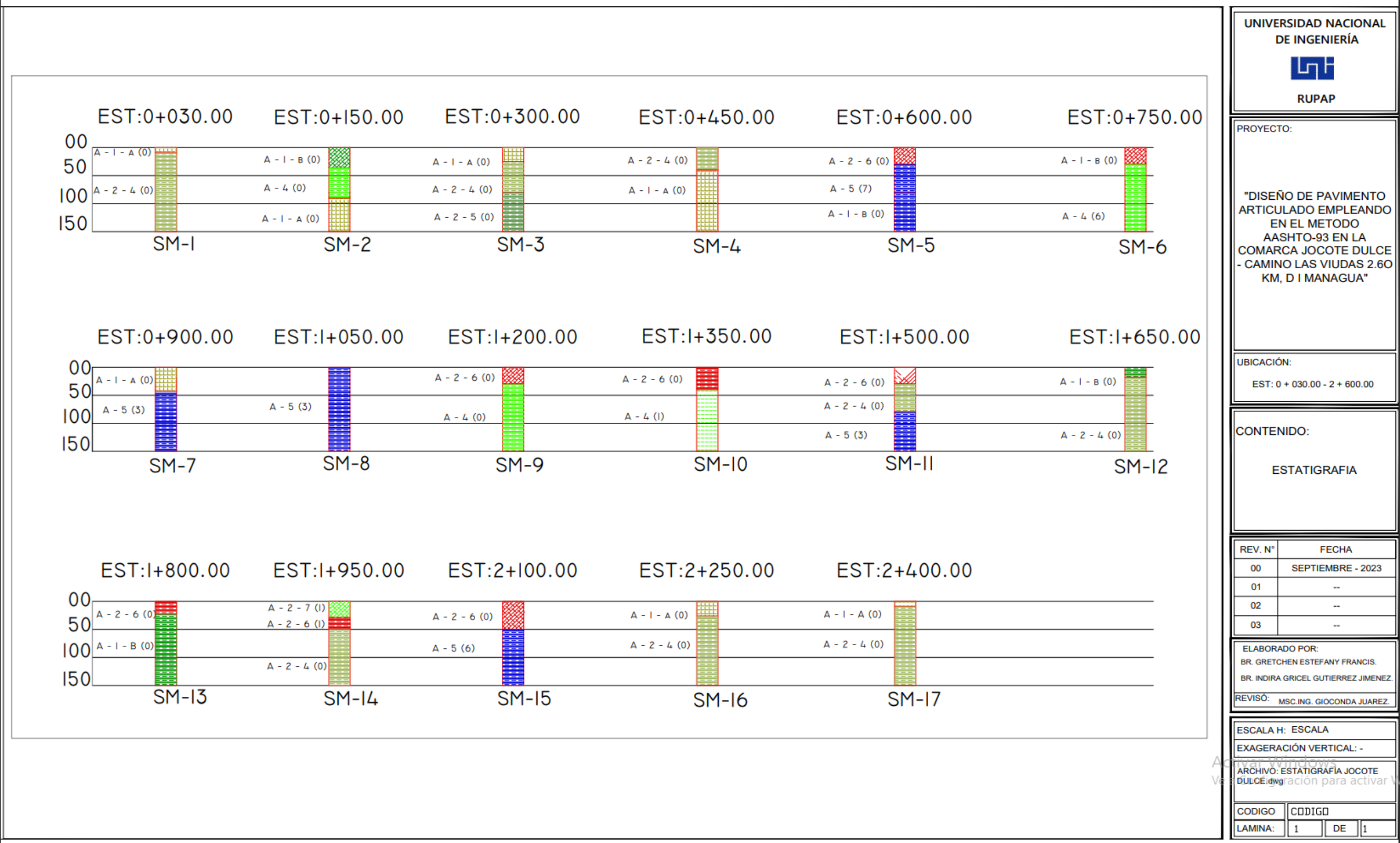
Tabla 31: : Resumen de propiedades físicas y mecánicas de los suelos a lo largo del eje del camino

 DIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURA SECCION DE LABORATORIO DE MATERIALES Y SUELO AREA TECNICA ALCALDIA DE MANAGUA 																	
Proyecto: Diseño de Pavimento Articulado en Comarca Jocote dulce - Camino las Viudas DI, Managua 2.60 km																	
Tramo:																	
RESUMEN DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE SUELOS LOCALIZADOS A LO LARGO DE EJE DE CARRETERA																	
LOCALIZACION DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS									LIMITES			CLASIFICA CION	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA				
LOCALIZACION HORIZONTAL DE MUESTRAS				LOCALIZACION VERTICAL DE MUESTRAS					ASTM D 4318			AASHTO M 145	AASHTO T 99		AASHTO T 193		
Estación	Banda	Dist. desde LC m	Sondeo No.	Muestra No.	Capa	inicia capa cm	finaliza capa cm	Espesor cm	LL %	LP %	IP %	AASHTO M 145	Densidad Seca Máx kg/m3	w Comp %	CBR 90	CBR 95	CBR 100
km 0+030	Derecha	1.5	1	1	Rodamiento	0.0	10.0	10.0	0	0	0	A-1-a (0)	1,610	19	27	39	65
				2	Suelo Natural	10.0	150.0	140.0	0	0	0	A-2-4 (0)	1,460	24	17	29	45
km 0+150	Izquierda	2.1	2	1	Rodamiento	0.0	30.0	30.0	0	0	0	A-1-b (0)	1,603	19	27	39	65
				2	Suelo Natural	30.0	80.0	50.0	0	0	0	A-4 (0)	1,320	25	14	25	35
				3	Suelo Natural	80.0	150.0	70.0	34	31	3	A-1-a (0)	1,673	20	27	39	65
km 0+300	L.C.	0.0	3	1	Rodamiento	0.0	45.0	45.0	53	50	3	A-1-a (0)	1,612	19	27	39	65
				2	Suelo Natural	45.0	125.0	80.0	0	0	0	A-2-4 (0)	1,460	24	17	29	45
				3	Suelo Natural	125.0	150.0	25.0	57	50	7	A-2-5 (0)	1,480	17	17	29	45
km 0+450	Derecha	3.3	4	1	Rodamiento	0.0	40.0	40.0	29	22	7	A-2-4 (0)	1,410	18	17	29	45
				2	Suelo Natural	40.0	150.0	110.0	26	25	1	A-1-a (0)	1,650	20	27	39	65
km 0+600	Izquierda	2.1	5	1	Rodamiento	0.0	25.0	25.0	34	23	11	A-2-6 (0)	1,390	17	17	29	45
				2	Suelo Natural	25.0	105.0	80.0	48	46	2	A-5 (7)	1,290	40	11	21	30
				3	Suelo Natural	105.0	150.0	45.0	32	31	1	A-1-b (0)	1,603	19	27	39	65
km 0+750	L.C.	0.0	6	1	Rodamiento	0.0	20.0	20.0	25	21	4	A-1-b (0)	1,650	20	27	39	65
				2	Suelo Natural	20.0	150.0	130.0	25	21	4	A-4 (6)	1,320	30	14	25	35
km 0+900	Derecha	2.5	7	1	Rodamiento	0.0	40.0	40.0	0	0	0	A-1-a (0)	1,660	20	27	39	65
				2	Suelo Natural	40.0	150.0	110.0	48	46	2	A-5 (3)	1,250	33	11	21	30

km 1+050	Izquierda	1.9	8	1	Suelo Natural	0.0	150.0	150.0	42	37	5	A-5 (3)	1,260	34	8	19	32
km 1+200	L.C.	0.0	9	1	Rodamiento	0.0	30.0	30.0	32	21	11	A-2-6 (0)	1,400	18	16	26	40
				2	Suelo Natural	30.0	150.0	120.0	58	36	1	A-4 (0)	1,310	29	11	20	31
km 1+350	Derecha	2.5	10	1	Rodamiento	0.0	40.0	40.0	33	22	11	A-2-6 (0)	1,430	19	16	26	40
				2	Suelo Natural	40.0	150.0	110.0	39	38	1	A-4 (1)	1,300	26	11	20	31
km 1+500	Izquierda	2.2	11	1	Rodamiento	0.0	30.0	30.0	36	23	13	A-2-6 (0)	1,455	19	16	26	40
				2	Suelo Natural	30.0	90.0	60.0	36	33	3	A-2-4 (0)	1,460	24	16	26	40
				3	Suelo Natural	90.0	150.0	60.0	51	48	3	A-5 (3)	1,260	33	8	19	32
km 1+650	L.C.	0.0	12	1	Rodamiento	0.0	20.0	20.0	0	0	0	A-1-b (0)	1,600	19	21	30	62
				2	Suelo Natural	20.0	150.0	130.0	0	0	0	A-2-4 (0)	1,460	24	16	26	65
km 1+800	Derecha	1.9	13	1	Rodamiento	0.0	30.0	30.0	34	22	12	A-2-6 (0)	1,405	18	16	26	40
				2	Suelo Natural	30.0	150.0	120.0	0	0	0	A-1-b (0)	1,603	19	21	30	62
km 1+950	Izquierda	1.8	14	1	Rodamiento	0.0	30.0	30.0	70	49	21	A-2-7 (1)	1,390	18	16	26	40
				2	Suelo Natural	30.0	50.0	20.0	40	24	16	A-2-6 (1)	1,360	18	16	26	40
				3	Suelo Natural	50.0	150.0	100.0	0	0	0	A-2-4 (0)	1,460	24	16	26	40
km 2+100	L.C.	0.0	15	1	Rodamiento	0.0	50.0	50.0	25	22	3	A-2-6 (0)	1,420	19	18	84	35
				2	Suelo Natural	50.0	150.0	100.0	53	52	1	A-5 (6)	1,240	32	10	22	30
km 2+250	Derecha	1.8	16	1	Rodamiento	0.0	30.0	30.0	41	37	4	A-1-a (0)	1,650	20	25	35	50
				2	Suelo Natural	30.0	150.0	120.0	0	0	0	A-2-4 (0)	1,460	24	18	84	35
km 2+400	Izquierda	1.7	17	1	Rodamiento	0.0	10.0	10.0	35	34	1	A-1-a (0)	1,605	20	25	35	50
				2	Suelo Natural	10.0	150.0	140.0	0	0	0	A-2-4 (0)	1,310	17	18	84	35

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 13: Columna estratigráfica de los suelos encontrados a lo largo del eje de camino.



- **Materiales para Base y Sub base**

Con el apoyo del Laboratorio de Materiales y Suelo de la Alcaldía de Managua se realizaron estudios al Banco de Materiales San Isidro de la Cruz Verde (Material Selecto), y al Banco de Materiales las piedrecitas (Hormigón), ubicado en la pista suburbana. Con el objetivo de hacer una combinación de mezcla de estos materiales para emplearse como material de base y sub base en la estructura de pavimento articulado en Jocote Dulce – Camino las Viudas del Distrito I del departamento de Managua.

A continuación, se muestran resultados.

La Tabla 32 (Página 66) muestra los resultados del análisis granulométrico de la mezcla 50/50, designación AASHTO T-11 y AASHTO T-27, y la determinación del peso volumétrico, designación AASHTO T-19.

Tabla 32: Resultado de granulometría, pesos volumétricos de la mezcla 50/50.

Alcaldía de Managua (ALMA).

Laboratorio de suelos y materiales.

Área Técnica



Proyecto:

Descripción del Material: Mezcla 50% Selecto San Isidro de la Cruz Verde / 50% Las Piedrecitas

Operador : Ing. Eythel Arias G.

Fecha: 29/06/2023

Análisis Granulométrico

Sondeo:

Muestra:

N° 1

Profundidad:

stock

Clasificación H.R.B.

A-1-a (0)

Clasificación AASHTO M 145.

Composición Granulométrica del Material Retenido en la Malla N°4

Malla		Peso Retenido parcial (gr)	% Peso parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa la Malla	Especificaciones		Determinación del peso Volumetrico PVSS	
(in)	(mm)					Minima	Maxima	Peso Bruto	
2 1/2"	75.00	0	0	0	100	-	-	Peso Tara	6745
2"	50.00	120	2	2	98	-	-	Peso neto	2600
1 1/2"	37.50	305	6	8	92	-	-	Volumen	1894
1"	25.00	972	18	26	74	100	100	PVSS (Kg/m³)	1373
3/4"	19.00	415	8	33	67			Determinación del peso Volumetrico PVSS	
1/2"	12.50							Peso Bruto	9735
3/8"	9.50	195	4	37	63	50	86	Peso Tara	6745
N°4	4.75	972	18	55	45	35	65	Peso neto	2990
Pasa N°4		2486	45	100				Volumen	1894
suma		5465	100					PVSC (Kg/m³)	1579

Composición Granulométrica del Material que pasa por la Malla N°4 (lavado).

Malla		Peso Retenido parcial (gr)	% Peso parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa la Malla	Minima	Máxima	NP
(in)	(mm)							
8	2.36							
10	2.00	43.2	13	13	32	25	30	
16	1.18							
30	0.60							
40	0.425	53.7	16	29	16	15	30	
50	3.00							
100	0.15							
200	0.075	28.3	9	38	8	5	15	
Pasa N°200	0.075	24.8	8	45				
suma		150	45					

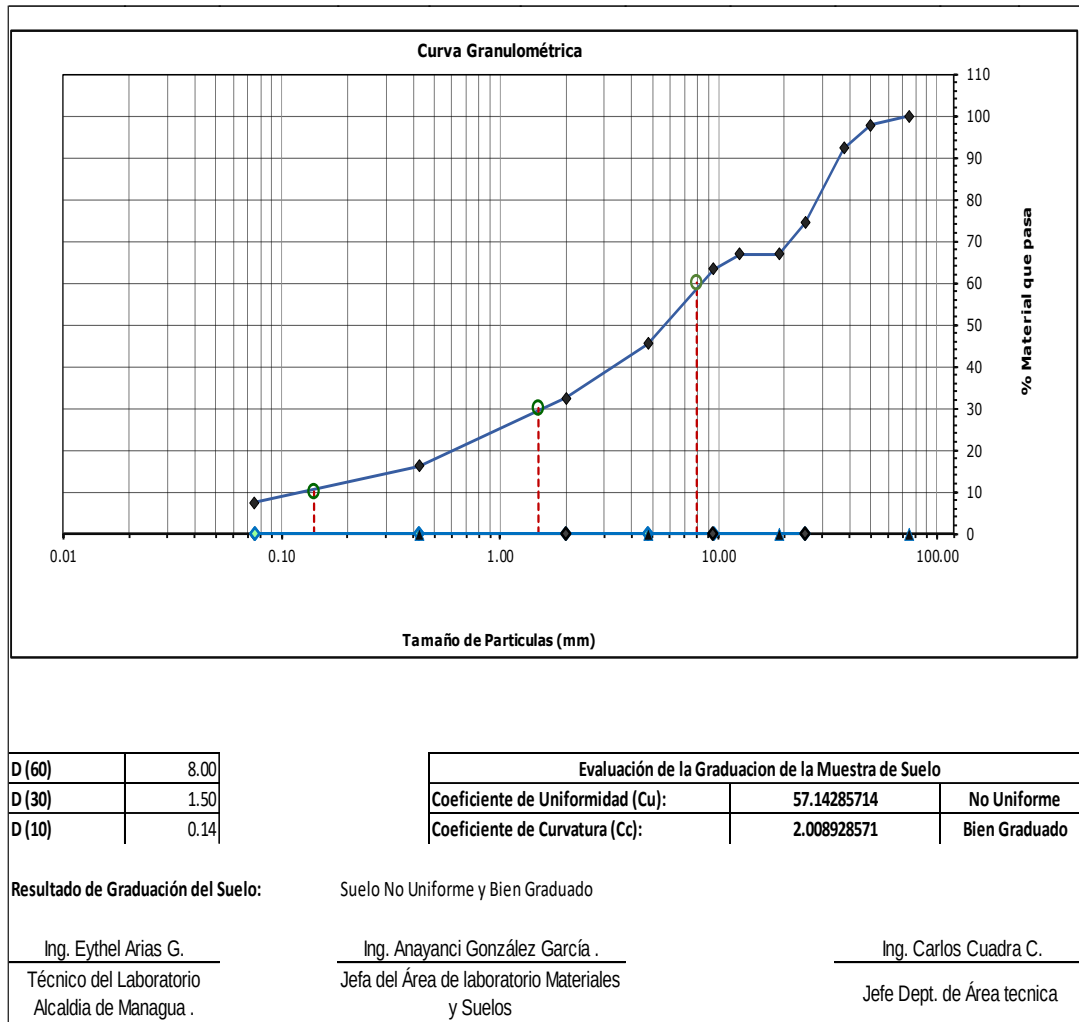
Material que pasa por la Malla N°200 (lavado).

Peso seco (gr)	150.00							Grueso:	55
P. Sec. Lavado (gr)	125.20							Finos: Limos / Arcillas	38
Pasa la Malla N° 200	24.80							Arena:	8
Total	150.00								

Fuente: Laboratorio de Materiales y Suelo - ALMA

El Gráfico 2 muestra la curva granulométrica obtenida del análisis a la muestra de 50% hormigón y 50% material selecto.

Gráfico 2: Curva granulométrica de la mezcla 50/50

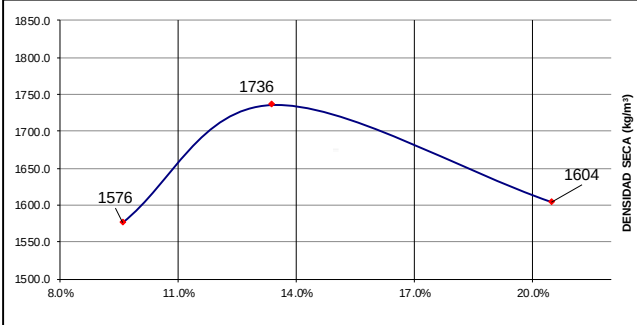


Fuente: Laboratorio de Materiales y Suelo - ALMA

La Tabla 33 muestra la relación humedad Proctor estándar para la mezcla 50/50).

Tabla 33: Relación humedad Proctor estándar para la mezcla 50/50 Ensayo de la Relación - Humedad de los suelos (Proctor).

Alcadía de Managua (ALMA) Laboratorio de Suelo y materiales Área tecnica									
REPORTE DE LABORATORIO RELACIÓN DENSIDAD-HUMEDAD EN SUELOS (ENSAYO PROCTOR)						Norma: AASHTO T99 AASHTO T180			
Procedencia y/o Localización Descripción: Mezcla 50% Selecto Banco San Isidro de la Cruz Verde - 50% Escoria Volcanica (Hormigón Rojo). Fecha de Muestreo: 29/06/2023						Código: 1 Fecha Ensayo: 30/6/2023 Hora:			
Peso del Molde (g)		3717.00							
Norma y Método de Compactación:		B		No. de capas:		3			
Volumen del Molde (cm³):		0.975		No. de golpes por capa:		25			
Prueba (punto)		1		2		3		4	
Contenido de Humedad		%							
Agua (ml)		-		180		360		530	
Peso Suelo Húmedo + Molde		g		5,400		5,635		5,600	
Peso Molde		g		3,717		3,717		3,717	
Peso Suelo Húmedo		g		1,683		1,918		1,883	
Densidad Húmeda del suelo		kg/m ³		1,536.00		1,692.00		1,563.00	
Tara No.				A-2		A-2		A-2	
Peso Suelo Húmedo + Tara		g		496.00		494.20		495.00	
Peso Suelo Seco + Tara		g		470.00		459.50		445.00	
Peso del Agua		g		26.00		34.70		50.00	
Peso de la Tara		g		199.0		200.0		201.0	
Peso del Suelo Seco		g		271.00		259.50		244.00	
Contenido de Humedad		%		9.59%		13.37%		20.49%	
Densidad Seca del suelo		kg/m ³		1,576.00		1,736.00		1,604.00	



Humedad Óptima (%)
14.49%
Densidad Seca Máxima (kg/m³)
1,736
Densidad Húmeda Máxima (kg/m³)
1,692

Fuente: Laboratorio de Materiales y Suelo – ALMA

Los resultados de suelo en la vía en estudio son clasificados por el sistema S.U.C. S, como grava limosa, arena limosa y limo de baja plasticidad y por el sistema H.R.B Como A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-4 y A-5. Por ser suelo arenosos, con CBR mayores a 5, suelos no plásticos y en algunos casos el índice de plasticidad es menor a 12, no se realizará escarificación o mejoramiento en la subrasante, exceptuando un corte de 0.30mts recomendado según la norma NIC 2000.

Para la capa de la base se utilizará la mezcla 50/50, de hormigón con material selecto, estas cumplen con lo que especifica la AASHTO M145.

Nota: Cabe mencionar que el análisis de la prueba CBR se encuentra en el siguiente capítulo del diseño de pavimento.

CAPITULO V: DISEÑO DE PAVIMENTO



5.1 Introducción

Una estructura de pavimento tiene la finalidad de presentar parámetros y características eficientes, que contemplen el tipo de material a emplear en cada una de sus capas, definiendo los espesores necesarios para asegurar un índice de serviciabilidad alto para su vida útil, este análisis se compone de varias fases empezando por las investigaciones de la sub rasante, la calidad de los materiales de construcción y bancos, ensayos de laboratorio, escogencia del método de diseño y evaluación del diseño más conveniente.

Por lo anterior se requiere plantear soluciones duraderas y eficaces que disminuyan los costos de operación vehicular y agilicen la evacuación de la producción. Dentro de estas soluciones la más clara es la construcción de estructuras de pavimento que contemplen una capa de rodadura que proteja los granulares y garantice seguridad y confort a sus usuarios.

5.2 Espesores de pavimento

Sirven como una vía de tránsito para la circulación de los vehículos, con el objetivo de soportar y distribuir las cargas uniformemente, su desempeño debe de ser funcional durante el transcurso de su periodo de diseño. Para diseñar el tramo de carretera, se usará el método AASTHO 93, mediante los nomogramas que el manual SIECA y la AASHTO 93 proponen, en donde se determinará el número estructural (SN), de igual forma el factor a_1 que es para la capa de rodamiento, a_2 para la base y a_3 para la subbase granular, esto con el objetivo de introducirlos en el programa AASTHO 93, y determinar los espesores de cada capa.

Variables de diseño

La AASHTO, hace mención de las siguientes variables para la realización del diseño de la estructura de pavimento. Para el tramo de diseño vial se empleará los criterios de las variables de pavimento flexible.

5.2.1 Tiempo (Periodo de diseño).

Se toma en cuenta el periodo de análisis que determina el tiempo total que cada estrategia de diseño debe cumplir y la vida útil del pavimento que es el momento en que alcanza un grado de serviciabilidad mínimo. Esta variable se toma del capítulo III: estudio de tránsito y que está reflejada en la Tabla N°18

Tabla 34: Período de diseño.

Tipo de Carretera	Período de diseño
Autopista Regional	20 – 40 años
Troncales Suburbanas	15 – 30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Suburbanas	10 – 20 años
Colectoras Rurales	

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, SIECA 2011

5.2.2 ESAL de diseño

Para el tramo vial de carretera de 2.6 km de longitud en Comarca Jocote dulce – Camino las Viudas del D- I de Managua, el número estimado es de **12,597** ESAL's, cálculo realizado con la Ecuación 9, presente en el Capítulo III de estudio de tránsito. (Página 63)

5.2.3 Módulo resiliente (MR).

Es el módulo que representa la respuesta elástica a las cargas aplicadas; es decir, la recuperación de las propiedades del suelo de subrasante y su relación con los ciclos de cargas y las condiciones ambientales. El MR es definido como la magnitud del esfuerzo desviador repetido en compresión triaxial dividido entre la deformación axial recuperable.

Existen varias formas de determinar el Módulo Resiliente:

- Ensayo de laboratorio AASHTO T-307-99 (debería utilizarse siempre).

- Estimación por medio de correlaciones de deflexiones de pavimentos en diferentes épocas del año.
- Correlaciones con valores del CBR.
- Utilizando ecuaciones de correlación de la American Concrete Pavement Association (ACPA)

Para este proyecto se ha elegido trabajar con correlaciones con valores del CBR para obtener la fórmula del Módulo Resiliente

5.2.4 Confiabilidad (R)

De Acuerdo al Diseño de Pavimento AASHTO (1993), define de la siguiente manera la confiabilidad R.

“Se refiere al grado de certidumbre de que un dado diseño puede llegar al fin de su período de análisis en buenas condiciones”. (P.171, Cap 8).

En general la confiabilidad por otro lado debe de cumplir su función prevista de su vida útil. Para seleccionar el nivel de confiabilidad para el diseño de un pavimento, la AASHTO versión 1993, recomienda diferentes niveles de funcionalidad que se presentan a continuación.

Tabla 35: Niveles de confiabilidad aconsejados por AASHTO.

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y autopistas	84-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: Diseño de pavimento Método AASHTO 93

Por ser la vía en estudio una colectoras Rural, la confiabilidad R es de 85%, que corresponde al rango de un valor recomendado por la AASHTO versión 93,

tomando en cuenta que los vehículos que transitan por la vía en su mayoría son livianos.

5.3 Determinación de la serviciabilidad

Índice de serviciabilidad

Se define como la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento. Es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo.

5.3.1 Índice de serviciabilidad inicial (P_o)

Es la condición inmediata después de la construcción; la guía de la AASHTO-93 define los siguientes valores para los diferentes tipos de pavimentos:

- $P_o = 4.5$ para pavimentos rígidos.
- $P_o = 4.2$ para pavimentos flexibles.

En el diseño de la estructura de pavimento de la Comarca Jocote Dulce – Camino Las Viudas se trabaja con un valor de: $P_o = 4.2$

5.3.2 Índice de serviciabilidad final (P_t)

Los valores recomendados por el manual AASHTO-93 son:

- $P_t = 2.5$ para caminos muy importantes.
- $P_t = 2$ para caminos de tránsito menor.

En el diseño de la estructura de pavimento de la Comarca Jocote Dulce – Camino Las Viudas se trabaja con un valor de: $P_t = 2$

5.3.4 Pérdida de serviciabilidad (Δpsi)

Es la diferencia que existe entre la Serviciabilidad inicial y la Serviciabilidad final. Entre mayor sea el Δpsi mayor será la capacidad de carga del pavimento antes de fallar. Se calcula de la siguiente manera.

$$\Delta psi = P_o - P_t \quad \textbf{Ecuación 10}$$

$$\Delta psi = 4.2 - 2 = 2.2$$

En el diseño de la estructura de pavimento se trabaja con un valor de 2.2

5.4 Distribución estandarizada (ZR) para una confiabilidad R

Se refiere al grado de certidumbre de que un daño puede llegar al fin de su periodo de análisis en buenas condiciones. Determinando el valor de confiabilidad R, que para nuestro caso es de 85 %, se identificó el valor de Z_R de -1.037, el cual representa la confiabilidad, en la ecuación del método de la AASHTO-93.

Tabla 36: Relación de confiabilidad y el valor Z_R .

Confiabilidad (R)	Valor de Z_R
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037

Fuente: Diseño de pavimento Método AASHTO 93

5.5 Desviación estándar (S_o)

Es un factor que representa cantidad de datos dispersos dentro de los cuales pasa la curva real, esta desviación se considera la variabilidad asociada a cada uno de los parámetros involucrados en el diseño.

Tabla 37: Valores de desviación estándar S_o .

Pavimento Flexible	0.40 – 0.50
Construcciones Nueva	0.35 – 0.40
Sobre - Capas	0.50

Fuente: Diseño de pavimento Método AASHTO 93.

Este parámetro está ligado directamente del nivel de confianza (R), seleccionado anteriormente. La desviación Estándar, se deberá seleccionar mediante la guía AASHTO 1993. Para realizar el diseño de pavimento se asume un valor de desviación estándar **So = 0.45**

5.6 Cálculo del CBR de diseño

Los CBR, obtenidos del tramo en estudio para la subrasante, fueron ordenados en programa de Excel de menor a mayor, los cuales se calcularon el número de repeticiones y el porcentaje de los valores de CBR.

Tabla 38: Porcentajes de valores de CBR de subrasante.

CBR	N.º de Repeticiones	Orden	% de valores iguales o mayores
19	1	17	100
26	5	12	71
27	1	11	65
29	2	9	53
30	1	8	47
35	2	6	35
39	5	1	6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Nivel de tránsito y valor percentil para diseño de sub rasante.

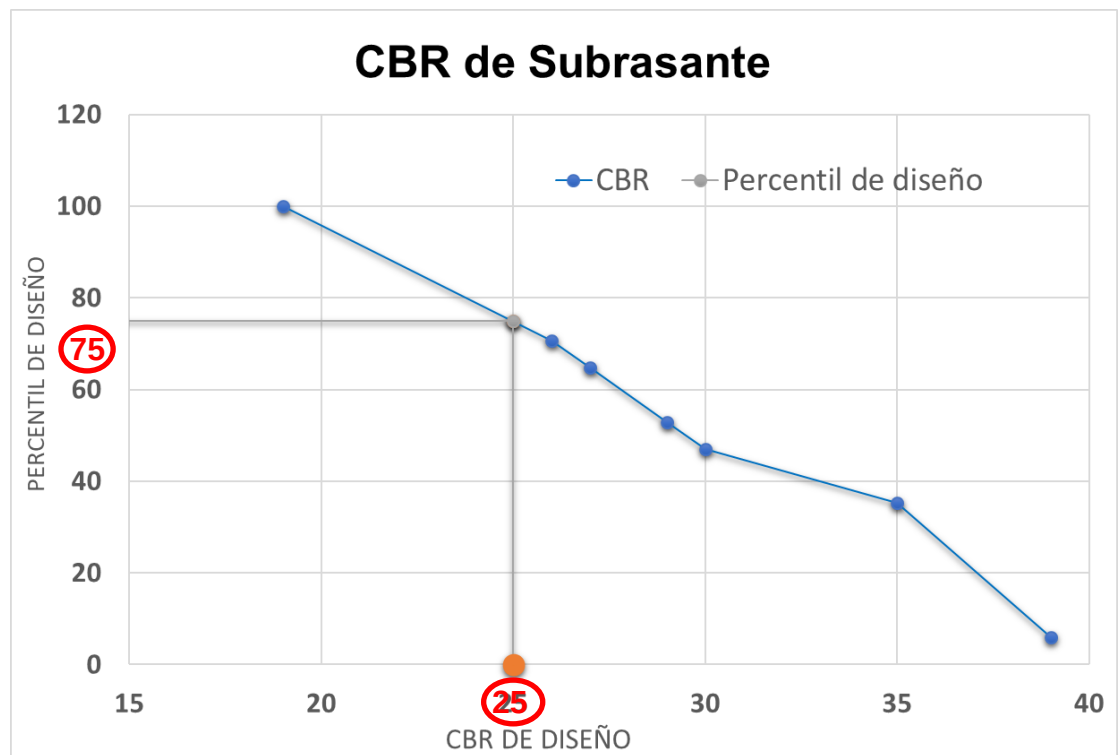
Nivel de Tránsito	Valor Percentil para diseño de Sub Rasante
>10 ⁴ ESAL 'S	60
10⁴ a 10⁶ ESAL 'S	75
>10 ⁶ ESAL 'S	87.5

Fuente: Diseño de pavimento Método AASHTO 93.

El valor percentil para diseño de subrasante será de 75 por ser el recomendado por el SIECA para un nivel de tránsito entre 10,000 – 1,000,000. Siendo el nuestro de 12,597 ESAL.

Obteniendo el porcentaje de los CBR, se realiza un gráfico donde se presenta los CBR y el porcentaje que se calculó. Interceptando el valor del percentil para diseño de subrasante que propone el Manual Centroamericano de Diseño de Pavimento y así obtener nuestro CBR de diseño, siendo este de 25 y que se ve reflejado en el grafico número 3.

Gráfico 3: CBR de diseño para subrasante



Fuente: Elaboración propia.

5.6.1 CBR de los bancos de préstamo

Ilustración 14: CBR de la mezcla 50/50

ALCALDIA DE MANAGUA (ALMA)
DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA
ÁREA DE LABORATORIO DE MATERIALES Y SUELO
ÁREA TÉCNICA



Banco de préstamo	90	95	100
Selecto cemento, san isidro de la cruz verde – Escoria volcánica, Las piedrecitas	25	34	47

Entregado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Anayansi González. Responsable de Laboratorio de Materiales y Suelo.	Ing. Eythel Arias Técnico laboratorista	Ing. Carlos Cuadra Carrillo Jefe de Dpto. Área técnica

Fuente: laboratorio de materiales y suelos - ALMA.

Como se observa en la ilustración número 14 se nos proporcionaron los valores de CBR de la mezcla 50/50 al 90%, 95% y 100% de compactación.

Tabla 40: Clasificación de los suelos para infraestructura de Pavimentos

CBR	Clasificación
0-5	Sub Rasante Muy Mala
5-10	Sub Rasante Mala
11-20	Sub Rasante Regular a Buena
21-30	Sub Rasante Muy Buena
31-50	Sub Base Buena
51-80	Base Buena
81-100	Base Muy Buena

Fuente: Manual del Instituto del Asfalto

De acuerdo a lo analizado de las pruebas CBR a los bancos de préstamo y a la subrasante, guiándonos por la clasificación de los suelos para infraestructura de pavimento podemos decir que la subrasante presente en la línea de proyecto es muy buena y el banco de préstamo se encuentra en el rango de bueno como podemos observar en la tabla número 47.

5.7 Cálculo del módulo resiliente de la subrasante (MR)

Tabla 41: Módulo resiliente en la subrasante.

Rango de porcentaje de CBR	Ecuaciones
CBR < 20%	MR = 1,500*CBR
CBR ≥ 20%	MR = 4,326*ln (CBR)+241

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de Pavimento, SIECA 2002.

El CBR de diseño para el tramo de estudio es mayor a 20% por lo tanto se utilizó la ecuación correspondiente de la tabla no.

CBR calculado = 25.00% (CBR de diseño del tramo en estudio)

$$MR = 4326 * \ln (CBR) + 241 \quad \textbf{Ecuación 11}$$

$$MR = 4326 * \ln (25) + 241$$

$$MR = 14,165.86 \text{ PSI}$$

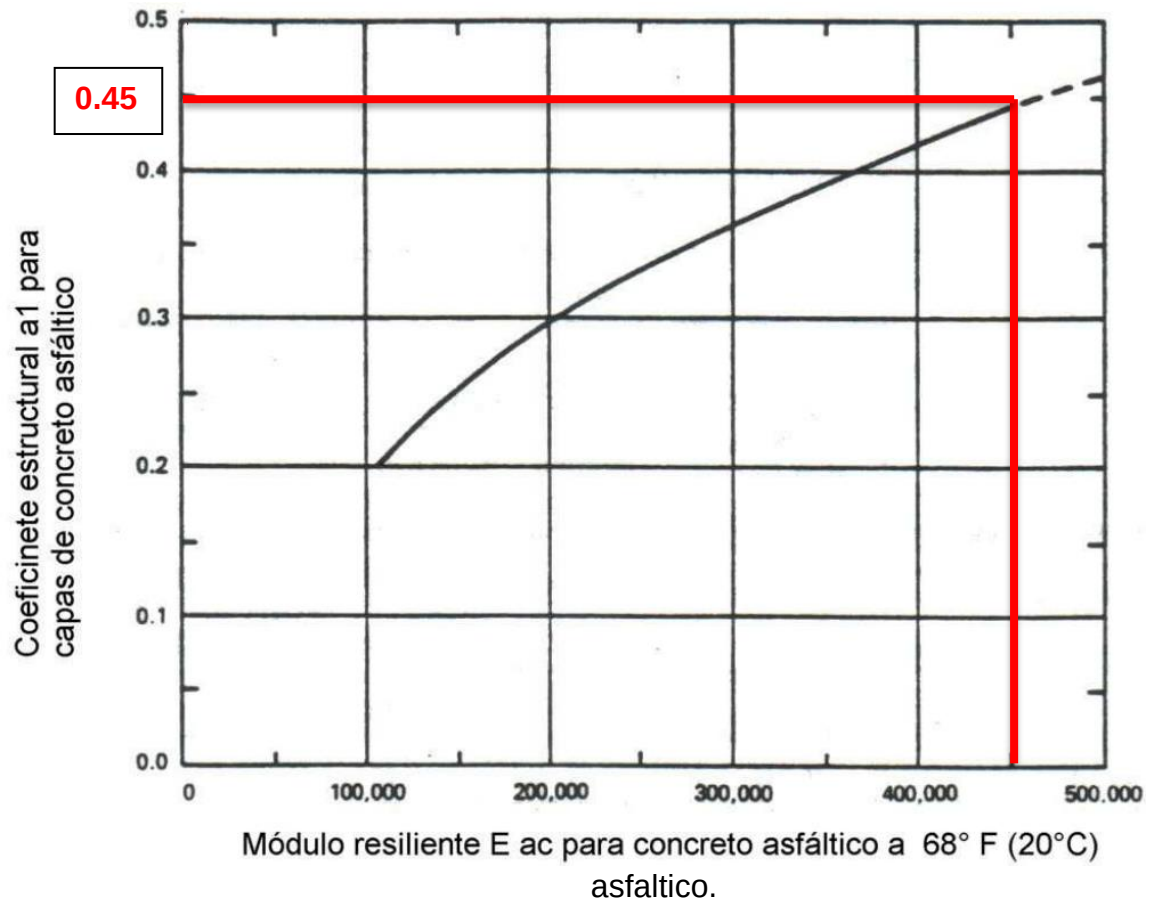
5.8 Cálculo del número estructural (SN)

El número estructural, se obtiene del mediante el nomograma del Gráfico el cual depende del ESAL's de diseño, confiabilidad (R), la desviación estándar, Modulo Resiliente (MR) y la perdida de serviciabilidad (ΔPSI).

- **Coefficientes estructurales de la capa de rodamiento, base y subbase.**
 - **Cálculo del Coeficiente estructural de la capa de rodamiento a_1**

Para determinar a_1 de acuerdo al módulo de elasticidad (MR) considerado para el tipo de pavimento; cabe señalar que esta gráfica es para el diseño de pavimentos flexibles, Sin embargo, en este se usará para el diseño de pavimento semirrígido, en vista de que sus comportamientos son similares.

Gráfico 4: Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto

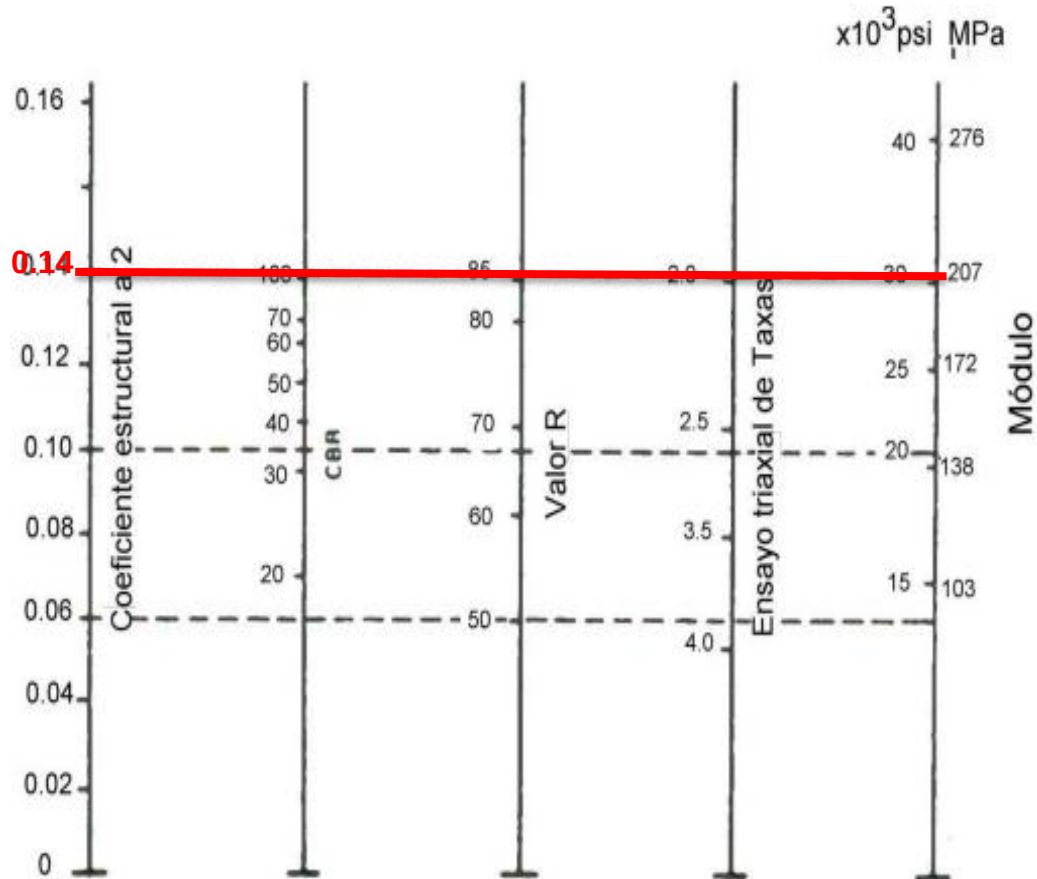


Fuente: Guía para el diseño de Estructura de Pavimento, 1993.

Según la guía AASHTO-93, para este tipo de pavimento se recomienda utilizar valores no mayores a los 450,000 PSI para el módulo de elasticidad. Por lo tanto a_1 , es el módulo de elasticidad del concreto del asfalto, que es de 450,000 PSI, por lo tanto, al graficar este valor se obtuvo un valor $a_1 = 0.45$.

- **Cálculo del coeficiente estructural de la capa base a_2**

Gráfico 5: Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes.



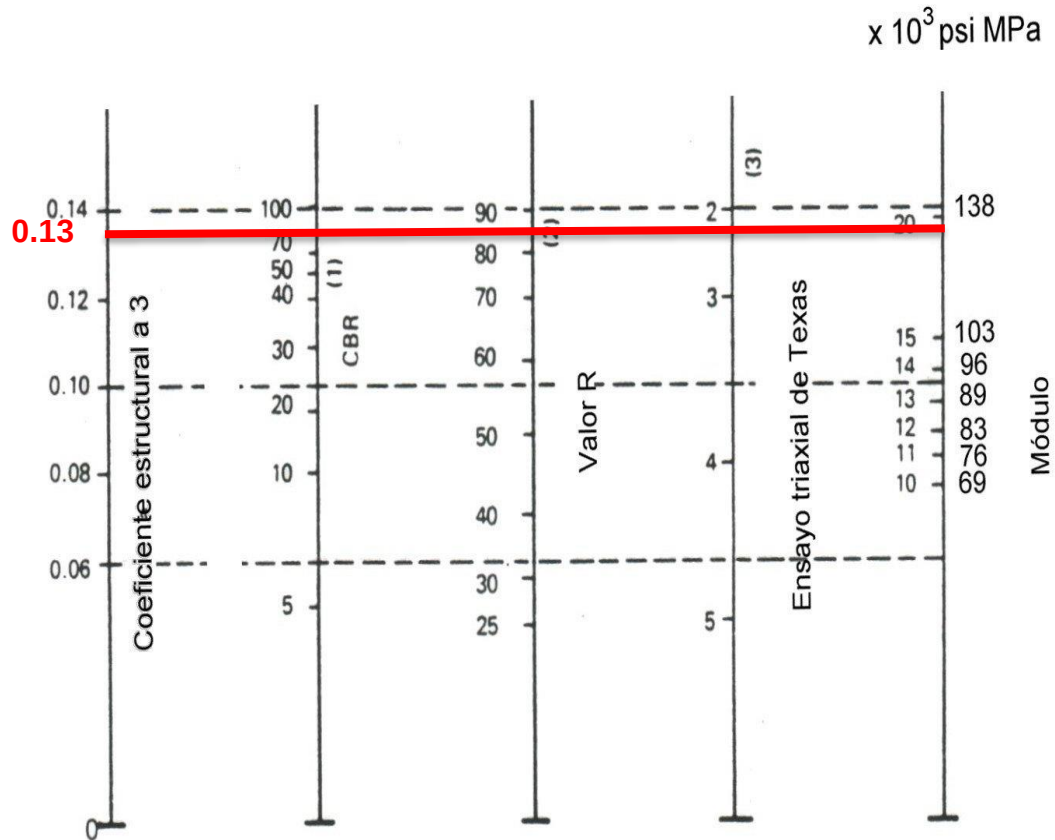
Fuente: Guía para el diseño de Estructura de Pavimento, 1993.

Para la obtención del coeficiente de la capa base (a_2), se usa el gráfico que se muestra a continuación, y con el módulo de Resiliencia MR y el Nivel de confianza R, Se traza una línea horizontal hasta proyectarse con la línea vertical del extremo izquierdo (coeficiente estructural).

Según las normas NIC-2019 tomo II, en Las especificaciones de la calidad de los materiales para base menciona que el valor de CBR como mínimo debe ser de 40% y deberá cumplir con el 95% Proctor Modificado haciendo énfasis la AASHTO T 180. Tomando en consideración dicha especificación se obtiene un módulo resiliente y el coeficiente estructural, siendo $a_2=0.14$ y $MR=30,000$ PSI.

- Cálculo del coeficiente estructural de la capa de subbase granular a_3 .

Gráfico 6: Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes.



Fuente: Guía para el diseño de Estructura de Pavimento, 1993.

Tomando en cuenta este parámetro y utilizando el grafico 6 se obtiene un $a_3 = 0.13$ y $MR = 20,000 \text{ PSI}$.

- **Determinación del coeficiente estructural de drenaje m_1, m_2, m_3 .**

El exceso de agua combinado con el incremento de volúmenes de tránsito y cargas podrían anticipar los daños en la estructura de pavimento

Tabla 42: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles

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

Fuente: Guía para el diseño de Estructura de Pavimento, 1993.

Debido a que se asume una buena capacidad de drenar el agua de la vía en cada una de las capas que conforman el pavimento, el coeficiente de drenaje que se utilizo es $m = 1$ hemos tomado este valor guiándonos de los resultados del ensayo CBR en estado saturado que fue brindado por el laboratorio de suelos – ALMA. Y que se realizó a la mezcla 50/50.

Tabla 43: Características de las Capas de la Estructura de Pavimento.

Material	Mr (PSI)	Coef. Estructural	Coef. De Drenaje
Adoquín	450,000	0.45	-
Base Granular	30,000	0.14	1
Sub Base Granular	20,000	0.13	1
Sub Rasante	14,165.86	-	-

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos los parámetros para el diseño de pavimento se procedió a calcular los números estructurales con ayuda del programa DISAASTHO 93.

En la Tabla 42 podemos encontrar las características de las capas de la estructura de pavimento.

Ecuación 12

Donde;

W: Número estimado de ejes equivalente de 8.2 toneladas en el periodo de diseño.

ZR: Desviación estándar normal.

So: Error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento estructural.

Δ PSI: Diferencia entre índice de servicio inicial y final

MR: Módulo resiliente (en libras / pulgada²)

SN: Número estructura

5.9 Cálculo del SN_1, SN_2, SN_3 mediante el programa DISAASHTO93.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \cdot S_o + 9,36 \cdot \log_{10}(SN + 1) - 0,2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log_{10}(M_R) - 8,07$$

El programa DISAASHTO, presenta un modelo o ecuación que permite ejecutar de manera precisa parámetros llamado Número Estructural (SN) de cada capa de la estructura de pavimento.

Obteniendo diferentes parámetros que intervienen en el modelo AASHTO 93, donde se utiliza normalmente un ábaco en el cual se ingresan parámetros de confiabilidad, tránsito, desviación estándar, índice de serviciabilidad y módulo resiliente. Se obtiene el número estructural con el objetivo de determinar los espesores finales de las diferentes capas que conforman la estructura de pavimento.

Ilustración 15: Cálculo del SN_1 de la base.

DISAASHTO93 - CALCULAR SN

FORMULARIO DE ENTRADA PARA CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL SN

DISAASHTO-93
PROGRAMADO POR: ING. ANDRÉS S. GARCÍA DE
ARREAGA

$$LOG(W) = ZR * So + 9.36 * Log(SN + 1) - 0.20 + \frac{Log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * Log(MR) - 8.07$$

DATOS DE ENTRADA

TRANSITO W(8.2) DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)

MODULO RESILIENTE (PSI) DIF. INDICES DE SERVIC. (ΔPSI)

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (-ZR)

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) =

Fuente: Programa DISAASHTO-93.

Ilustración 16: Cálculo del SN_2 de la subbase.

DISAASHTO93 - CALCULAR SN

FORMULARIO DE ENTRADA PARA CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL SN

DISAASHTO-93
PROGRAMADO POR: ING. ANDRÉS A. GARCÍA
INGENIERO

$$LOG(W) = ZR * So + 9.36 * Log(SN + 1) - 0.20 + \frac{Log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * Log(MR) - 8.07$$

DATOS DE ENTRADA

TRANSITO W(8.2)
12597

DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)
0.45

MODULO RESILIENTE (PSI)
20000

DIF. INDICES DE SERVIC. (ΔPSI)
2.2

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (-ZR)
-1.037

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) = 1.03

CALCULAR SN

CERRAR

Fuente: Programa DISAASHTO-93.

Ilustración 17: Cálculo del SN_3 de la subrasante.

DISAASHTO93 - CALCULAR SN

FORMULARIO DE ENTRADA PARA CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL SN

DISAASHTO-93
PROGRAMADO POR: DR. ANDRÉS A. SANCHEZ DE
BOGOTÁ

$$LOG(W) = ZR * So + 9.36 * Log(SN + 1) - 0.20 + \frac{Log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * Log(MR) - 8.07$$

DATOS DE ENTRADA

TRANSITO W(8.2) DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)

MODULO RESILIENTE (PSI) DIF. INDICES DE SERVIC. (ΔPSI)

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (-ZR)

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) =

CALCULAR SN CERRAR

Fuente: Programa DISAASHTO-93.

5.10 Cálculo de los espesores de capa D_1 , D_2 , D_3 .

Para los espesores de base, subbase y subrasante del tramo vial en estudio, se calculó con las siguientes ecuaciones que la AASHTO 93, propone.

- Cálculo del espesor de la Superficie de rodadura.

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} \quad \text{Ecuación 13}$$

$$D_1 = \frac{0.82}{0.45} = 1.82 \text{ pulg. Adoptar} = 4 \text{ pulg}$$

Tabla 44: Espesores mínimos sugeridos por la AASTHO-93 para capas de concreto Asfáltico y base en función del tránsito.

Tránsito (ESAL's) En Ejes Equivalentes	Carpeta de Concreto Asfáltico (pulg)	Bases Granular (pulg)
Menos de 50,000	1,0 ó T.S.	4,0
50,001 - 150,000	2,0	4,0
150,001 - 500,000	2,5	4,0
500,001 - 2,000,00	3,0	6,0
2,000,001 - 7,000,000	3,5	6,0
Mayor de 7,000,000	4,0	6,0

Fuente: Guía para el diseño de Estructura de Pavimento, 1993.

Al realizar el cálculo del espesor de la capa de rodamiento D_1 , este no cumple con el requerimiento mínimo de acuerdo a la AASHTO 93, por lo tanto, el espesor para esta capa será de 4.00 pulgadas a como se presenta en la tabla Numero 51, especificando de acuerdo a los ejes equivalentes.

- Cálculo del número estructural SN_1 para la superficie de rodadura.

$$SN_1 = a_1 * D_1 \quad \text{Ecuación 15}$$

$$SN_1 = 0.45 * 4.00 = 1.80$$

- Cálculo del espesor de la capa Base Granular D_2

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2} \quad \text{Ecuación 14}$$

$$D_2 = \frac{1.03 - 1.80}{0.14 * 1.00} = -5.5 \text{ pulg}$$

Cálculo del número estructural SN_2 para la capa de Base Granular.

$$SN_2 = a_2 * m_2 * D_2 \quad \text{Ecuación 15}$$

$$SN_2 = 0.14 * 1 * 5.5 = 0.77$$

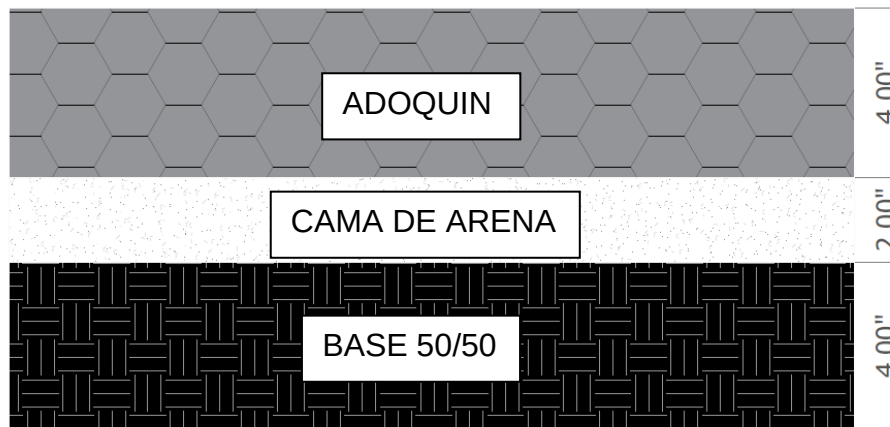
Nota: El espesor de capa base D_2 nos resulta negativo por lo cual se concluye que el diseño no requiere base, por consiguiente, no se procede a realizar los demás cálculos, dando como resultado el diseño de una base con el espesor mínimo requerido y recomendado por la AASHTO 93. En la tabla número 52 se presenta un resumen de las características de las capas del pavimento diseñado.

Tabla 45: Número estructurales y espesores de capa.

Capa	Espesor	
	Pulg.	cm.
Adoquín	4.0	10.00
Cama de Arena	2.0	5.00
Base Granular	4.0	10.00
Total	10	25.00

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7: Estructura de Pavimento articulado



Fuente: Elaboración propia AutoCAD Civil 3d.

Se diseñó la estructura de pavimento articulado considerando las condiciones de carga y las propiedades de los suelos, aplicando el método de diseño de estructura de pavimento AASHTO 93. Se obtuvieron los espesores reflejados en el gráfico número 7.

CONCLUSIONES

- ❖ Se analizaron los datos del levantamiento topográfico, permitiendo definir el terreno como ondulado.
- ❖ Mediante los resultados del estudio de tráfico se obtiene el Transito promedio diario anual TPDA, para la alternativa de pavimento articulado siendo este de 2,599 y un Eje equivalente de 12,597 ESAL para la estructura de pavimento semirrígido.
- ❖ Se analizó el resultado de los estudios geotécnicos, encontrando suelo en la vía, clasificados por el sistema S.U.C.S, como como grava limosa, arena limosa y limo de baja plasticidad y por el sistema H.R.B Como A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-4 y A-5. Por ser suelo arenosos, con CBR mayores a 5, suelos no plásticos y en algunos casos el índice de plasticidad es menor a 12, no se realizará escarificación o mejoramiento en la subrasante.
- ❖ Se diseñó la estructura de pavimento mediante la aplicación del método AASHTO 93, análisis del estudio de suelo, estudio de tráfico y el Programa DISAASTO 93, dando como resultado 4 pulgadas de rodamiento, 4 pulgadas de base y 6 pulgadas de subbase.

RECOMENDACIONES

- ❖ Es necesario realizar el control de calidad y realizar ensayos in situ para el cumplimiento del 95% Proctor modificado en base y sub base.
- ❖ Se recomienda el uso del material del Banco San Isidro de la Cruz verde y Las piedrecitas para Base y Sub base de la estructura de pavimento del adoquín, puesto que cumple con las especificaciones de la norma AASHTO M 147-65, y las NIC-2019.
- ❖ Las posibilidades de implementar otras metodologías de Diseño para la temática expuesta en esta tesis quedan abiertas desde el punto de vista técnico, enfocadas en la parte de diseño de pavimento.

BIBLIOGRAFÍA

- (Febrero de 2022). Obtenido de El 19 Digital: <https://www.el19digital.com/>
- (febrero de 2022). Obtenido de El 19 Digital: <https://www.el19digital.com/>
- (septiembre de 2022). Obtenido de Urbanismo Managua: www.urbanismomanagua.gob.ni
- AASHTO, (American Association of State Highway and Transportation Officials). (2004). *Geometric Desing of Highway and Street, 5th Edition*. Wasshintong D.C.
- Badillo, E. J. (2005). *Mecánica de Suelos 1: Fundamentos de la Mecánica de Suelos, 1ra Edición*. México.
- García, D. A. (2014). *Topografía y sus Aplicaciones, 1ra Edición*. México.
- Grisales, J. C. (2015). *Diseño Geométrico de Carreteras, 2da Edición*. Bogotá.
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2da Edición*. (2004).
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 3ra Edición*. (2011).
- Montejo Fonseca, A. (2015). *Diseño de Pavimentos para Carreteras, 3ra Edición*. Bogotá.
- R., R. C. (2018). *Ingeniería de Tránsito, 9na Edición*. SocialHizo. (Agosto de 2022). Obtenido de <https://www.socilalhizo.com/geografia/mapas/mapa-de-nicaragua-division-politica>

BIBLIOGRAFÍA WEB

(Febrero de 2022). Obtenido de El 19 Digital: <https://www.el19digital.com/>

(febrero de 2022). Obtenido de El 19 Digital: <https://www.el19digital.com/>

(septiembre de 2022). Obtenido de Urbanismo Managua: www.urbanismomanagua.gob.ni

AASHTO, (American Association of State Highway and Transportation Officials). (2004). *Geometric Desing of Highway and Street, 5th Edition*. Wasshintong D.C.

Badillo, E. J. (2005). *Mecánica de Suelos 1: Fundamentos de la Mecánica de Suelos, 1ra Edición*. México.

García, D. A. (2014). *Topografía y sus Aplicaciones, 1ra Edición*. México.

Grisales, J. C. (2015). *Diseño Geométrico de Carreteras, 2da Edición*. Bogotá.

Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2da Edición. (2004).

Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 3ra Edición. (2011).

Montejo Fonseca, A. (2015). *Diseño de Pavimentos para Carreteras, 3ra Edición*. Bogotá.

R., R. C. (2018). *Ingeniería de Tránsito, 9na Edición*.

SocialHizo. (Agosto de 2022). Obtenido de <https://www.socilalhizo.com/geografia/mapas/mapa-de-nicaragua-division-politica>

ANEXOS

Tabla 46: Base de datos, levantamiento topográfico

Number	Northing (m)	Easting (m)	Elevation (m)	Description
1	1337425.023	579081.246	242.506	15
2	1337424.994	579086.177	242.522	30
3	1337425.833	579079.953	242.622	30
4	1337428.522	579075.703	242.314	30
5	1337432.715	579072.581	244.267	46
6	1337437.381	579071.305	243.126	46
7	1337425.349	579130.754	243.117	30
8	1337424.804	579130.829	243.153	15
9	1337424.783	579130.818	242.986	35
10	1337424.288	579130.843	243.029	35
11	1337425.946	579120.657	242.869	30
12	1337425.582	579120.553	242.847	16
13	1337425.528	579120.57	242.688	16
14	1337425.051	579120.608	242.756	35
15	1337418.953	579119.989	242.724	35
20	1337419.253	579114.077	242.648	35
21	1337425.569	579114.388	242.574	35
22	1337426.031	579114.375	242.518	16
23	1337426.097	579114.397	242.673	16
24	1337426.372	579114.476	242.669	30
25	1337426.233	579105.14	242.54	30
26	1337426.098	579105.143	242.563	16
27	1337426.049	579105.145	242.397	16
28	1337425.692	579105.172	242.47	35
29	1337419.035	579105.91	242.489	35
30	1337418.613	579105.948	242.487	16
31	1337418.635	579105.98	242.64	16
32	1337418.401	579106.053	242.86	31
33	1337418.189	579099.353	242.602	31
36	1337418.709	579099.257	242.447	35
37	1337425.253	579099.113	242.395	35
38	1337425.576	579099.087	242.364	16
39	1337425.657	579099.082	242.522	16
40	1337425.919	579099.026	242.494	30
41	1337425.299	579091.421	242.546	30
42	1337425.11	579091.406	242.491	16
43	1337425.067	579091.39	242.322	16
44	1337424.719	579091.414	242.337	35

45	1337418.495	579091.739	242.414	35
46	1337417.988	579091.796	242.42	16
47	1337417.952	579091.786	242.604	16
48	1337417.784	579091.868	242.866	31
49	1337417.69	579086.645	242.554	16
50	1337417.733	579086.649	242.405	16
51	1337418.115	579086.594	242.414	35
52	1337424.426	579086.161	242.353	35
53	1337424.749	579086.172	242.369	16
54	1337424.813	579086.219	242.504	16
55	1337425.01	579086.192	242.526	30
56	1337425.01	579081.383	242.472	15
57	1337424.982	579081.356	242.27	16
58	1337424.627	579081.44	242.272	35
59	1337425.383	579079.629	242.169	35
60	1337425.384	579079.634	242.17	36
61	1337420.555	579078.643	242.112	36
62	1337420.555	579078.647	242.113	35
63	1337421.673	579076.472	242.013	35
64	1337421.674	579076.469	242.013	36
65	1337423.834	579074.798	242.036	36
66	1337423.834	579074.798	242.037	35
67	1337427.003	579071.306	241.85	35
68	1337427.006	579071.311	241.849	36
69	1337429.974	579067.642	241.584	36
70	1337429.993	579067.664	241.584	35
71	1337432.232	579063.255	241.39	35
72	1337432.241	579063.26	241.39	36
73	1337431.915	579060.878	241.413	36
74	1337431.921	579060.88	241.413	35
75	1337430.361	579058.575	241.492	35
76	1337430.354	579058.573	241.493	36
77	1337426.698	579057.824	241.671	36
78	1337426.701	579057.825	241.671	35
79	1337428.158	579075.531	241.83	36
80	1337428.227	579075.523	242.127	15
81	1337432.246	579072	241.878	15
82	1337432.237	579071.917	241.622	36
83	1337437.582	579069.108	241.268	36
84	1337437.613	579069.169	241.48	15
85	1337443.151	579067.337	241.207	15

86	1337443.091	579067.178	240.98	36
87	1337444.689	579067.984	241.763	30
88	1337459.381	579065.853	240.59	15
89	1337459.341	579065.765	240.402	36
90	1337464.141	579064.394	240.202	36
91	1337464.055	579064.528	240.378	15
92	1337475.218	579067.245	240.456	30
93	1337475.497	579064.34	239.864	15
94	1337475.502	579064.259	239.72	36
95	1337475.876	579058.171	239.586	36
96	1337485.977	579058.476	239.104	36
97	1337485.608	579064.576	239.257	36
98	1337485.576	579064.659	239.397	15
99	1337498.207	579065.398	238.75	15
100	1337498.16	579065.364	238.678	36
101	1337498.94	579059.301	238.58	36
102	1337509.661	579060.416	238.101	36
103	1337508.845	579066.416	238.23	36
104	1337508.839	579066.541	238.39	15
105	1337519.992	579068.043	237.839	15
106	1337519.986	579067.949	237.695	36
107	1337520.777	579061.94	237.592	36
108	1337467.548	579056.176	240.321	30
109	1337464.346	579057.026	240.301	15
110	1337464.368	579057.202	240.011	36
111	1337459.636	579057.399	240.24	36
112	1337459.613	579057.335	240.461	15
113	1337459.653	579056.376	240.712	30
114	1337449.163	579055.949	241.019	30
115	1337449.024	579056.774	240.842	15
116	1337448.963	579056.922	240.607	36
117	1337439.842	579055.031	241.052	36
118	1337439.922	579054.989	241.273	15
119	1337438.363	579053.665	241.437	30
120	1337438.365	579053.665	241.437	46
121	1337439.515	579054.432	241.65	23
122	1337434.106	579052.259	241.722	46
123	1337434.108	579052.243	241.722	30
124	1337428.613	579051.609	241.929	15
125	1337428.56	579051.671	241.692	36
126	1337428.564	579051.669	241.692	35

127	1337415.9	579047.887	242.168	35
128	1337415.897	579047.883	242.327	15
129	1337416.42	579046.942	242.648	30
130	1337417.324	579071.467	242.086	54
131	1337417.379	579072.088	242.086	54
132	1337416.975	579072.121	242.083	54
133	1337416.91	579071.476	242.095	54
134	1337416.842	579076.707	242.331	33
135	1337416.843	579076.707	242.331	31
138	1337417.575	579077.042	242.099	35
139	1337416.861	579066.026	241.938	35
142	1337416.154	579065.979	242.075	46
143	1337416.154	579065.978	242.075	47
144	1337415.628	579062.992	242.155	47
145	1337415.627	579062.994	242.155	46
146	1337415.628	579062.993	242.154	33
148	1337416.283	579062.793	241.944	35
149	1337416.856	579066.025	241.938	47
151	1337415.961	579062.727	242.086	16
152	1337413.182	579058.236	242.331	33
153	1337413.625	579058.282	242.239	16
154	1337413.67	579058.257	242.065	16
155	1337414.012	579057.957	242.066	35
156	1337409.658	579055.016	242.714	33
157	1337409.658	579055.017	242.714	31
158	1337409.375	579053.433	242.555	16
159	1337409.374	579053.433	242.555	2
160	1337409.406	579053.411	242.393	2
161	1337409.403	579053.411	242.393	16
162	1337409.461	579053.054	242.412	35
163	1337409.471	579053.056	242.412	2
164	1337410.191	579049.91	242.499	2
165	1337410.736	579046.828	242.404	2
166	1337410.742	579046.825	242.404	35
167	1337410.74	579046.831	242.558	15
168	1337410.745	579046.837	242.557	2
169	1337410.861	579046.527	242.54	2
170	1337410.875	579046.499	243.006	2
171	1337410.958	579045.625	243.056	2
172	1337416.156	579046.825	242.756	2
173	1337416.155	579046.824	242.756	49

174	1337415.923	579047.665	242.707	49
175	1337415.921	579047.66	242.708	2
176	1337415.89	579047.714	242.327	2
177	1337408.708	579045.99	242.652	2
178	1337408.664	579045.921	243.107	2
179	1337408.662	579045.92	243.107	49
180	1337408.845	579045.107	243.243	49
181	1337408.847	579045.109	243.243	2
186	1337407.296	579044.584	243.939	46
187	1337405.881	579044.278	243.968	46
188	1337398.912	579052.469	243.656	2
189	1337399.04	579051.938	243.462	2
190	1337399.015	579051.768	243.11	2
191	1337399.027	579051.575	243.106	2
192	1337398.985	579051.521	242.961	2
193	1337399.304	579048.348	243.107	2
194	1337399.813	579044.595	243.013	2
195	1337399.815	579044.587	243.188	2
196	1337399.801	579044.185	243.448	2
197	1337399.942	579043.254	243.551	2
198	1337389.895	579041.135	244.044	2
199	1337389.557	579041.815	244.025	2
200	1337389.441	579042.106	243.731	2
201	1337389.432	579042.346	243.708	2
202	1337389.432	579042.366	243.546	2
203	1337389.111	579045.906	243.595	2
204	1337388.4	579049.23	243.506	2
205	1337388.356	579049.615	243.508	2
206	1337388.351	579049.636	243.654	2
207	1337388.338	579049.851	243.616	2
208	1337388.426	579050.357	244.069	2
209	1337376.705	579048.401	244.464	2
210	1337376.931	579047.625	244.249	2
211	1337376.933	579047.626	244.248	16
212	1337376.937	579047.567	244.099	16
213	1337376.946	579047.568	244.098	2
214	1337377.3	579047.215	244.074	2
215	1337377.293	579047.214	244.073	35
216	1337377.886	579044.737	244.154	2
217	1337378.648	579040.427	244.116	2
218	1337378.648	579040.428	244.115	35

219	1337378.603	579040.034	244.141	16
220	1337378.597	579040.032	244.141	2
221	1337378.614	579039.97	244.289	2
222	1337378.62	579039.974	244.29	16
223	1337378.682	579039.526	244.649	2
224	1337378.693	579038.799	244.655	2
226	1337375.965	579039.309	244.724	23
228	1337368.903	579037.466	245.289	2
229	1337368.922	579037.506	245.142	2
230	1337368.476	579039.451	244.974	2
231	1337367.97	579043.514	244.967	2
232	1337367.695	579046.336	244.821	2
233	1337355.014	579044.615	245.752	2
234	1337354.934	579042.417	245.727	2
235	1337354.69	579041.373	245.666	2
236	1337354.543	579038.878	245.989	2
237	1337353.884	579037.725	246.35	2
238	1337357.612	579041.356	245.707	47
239	1337359.086	579039.801	245.623	47
240	1337355.83	579036.451	246.318	47
241	1337354.096	579037.795	246.356	47
242	1337360.767	579039.788	245.479	47
243	1337366.194	579039.39	245.21	47
244	1337376.524	579040.893	244.474	47
245	1337376.769	579039.778	244.522	47
246	1337366.022	579037.763	245.351	47
247	1337366.864	579036.365	245.512	30
248	1337364.47	579033.684	246.468	2
249	1337364.47	579033.683	246.469	46
250	1337364.506	579033.697	246.474	47
251	1337359.788	579032.934	246.669	47
252	1337359.786	579032.936	246.668	46
253	1337359.786	579032.936	246.668	2
254	1337359.849	579037.202	245.945	47
255	1337359.873	579037.186	245.947	2
256	1337359.817	579037.245	245.832	2
257	1337356.711	579034.614	246.865	2
258	1337356.711	579034.615	246.865	30
259	1337356.535	579034.404	247.049	46
260	1337350.355	579038.208	246.921	46
261	1337350.355	579038.208	246.921	31

262	1337362.503	579046.941	245.466	46
263	1337358.412	579046.619	245.69	46
264	1337355.306	579046.425	246.006	31
265	1337355.048	579046.27	246.051	30
266	1337350.781	579046.101	246.418	46
267	1337350.783	579046.098	246.417	47
268	1337350.784	579046.098	246.417	2
269	1337351.059	579045.389	246.297	2
270	1337351.056	579045.393	246.298	47
271	1337352.012	579044.962	245.961	2
272	1337351.771	579046.035	246.042	2
273	1337346.802	579044.993	246.278	2
274	1337347.012	579045.118	246.477	2
275	1337347.004	579045.122	246.478	47
276	1337347.578	579045.776	246.521	47
277	1337347.58	579045.774	246.521	46
278	1337347.58	579045.775	246.521	2
279	1337343.332	579045.834	246.717	30
280	1337343.331	579045.835	246.717	31
281	1337335.853	579046.705	247.008	31
282	1337335.859	579046.703	247.008	30
283	1337335.861	579046.703	247.008	2
284	1337335.541	579046.761	247.077	46
285	1337331.249	579047.509	247.094	46
286	1337331.249	579047.509	247.094	47
287	1337331.251	579047.509	247.093	2
288	1337331.231	579046.84	247.052	2
289	1337331.23	579046.84	247.053	47
290	1337335.588	579046.185	246.879	47
291	1337335.591	579046.181	246.88	2
292	1337330.951	579047.512	247.172	30
293	1337327.271	579048.279	247.375	46
294	1337327.271	579048.279	247.375	47
295	1337327.271	579048.279	247.375	2
296	1337327.264	579047.412	247.194	2
297	1337327.268	579047.411	247.193	47
298	1337323.841	579047.858	247.276	47
299	1337323.836	579047.86	247.276	2
300	1337323.98	579048.958	247.402	2
301	1337323.97	579048.962	247.403	46
302	1337323.97	579048.962	247.403	47

304	1337318.208	579050.096	247.863	30
305	1337318.211	579050.095	247.865	31
306	1337318.602	579049.301	247.649	23
307	1337388.138	579050.663	243.989	46
308	1337385.496	579049.925	243.806	46
309	1337366.77	579047.46	245.419	2
310	1337366.77	579047.46	245.419	31
311	1337356.648	579046.505	246.088	2
312	1337344.968	579045.769	246.532	2
313	1337344.86	579045.175	246.415	2
314	1337344.63	579043.167	246.279	2
315	1337344.452	579041.619	246.237	2
316	1337344.561	579040.829	246.071	2
317	1337344.653	579039.466	247.771	2
318	1337333.006	579039.657	249.137	2
319	1337333.182	579041.517	246.656	2
320	1337333.651	579044.341	246.723	2
321	1337333.921	579046.483	246.894	2
322	1337333.949	579047.089	247.07	2
323	1337323.63	579048.993	247.412	2
324	1337323.487	579047.816	247.304	2
325	1337323.125	579045.281	247.196	2
326	1337322.623	579042.176	247.232	2
327	1337322.611	579039.827	249.889	2
328	1337322.666	579039.738	249.859	31
329	1337314.054	579041.92	248.63	31
330	1337314.05	579041.922	248.63	30
331	1337313.831	579041.915	248.73	46
332	1337313.826	579041.901	248.731	47
333	1337313.828	579041.9	248.731	2
334	1337311.397	579041.572	248.786	2
335	1337311.414	579041.583	248.798	46
336	1337311.416	579041.581	248.799	47
338	1337310.772	579044.358	248.07	47
339	1337310.778	579044.354	248.07	2
340	1337314.037	579044.533	247.853	2
341	1337314.001	579044.538	247.853	47
342	1337311.228	579045.527	247.802	2
343	1337311.756	579048.169	247.746	2
344	1337312.107	579050.259	247.849	2
345	1337312.189	579050.963	248.023	2

346	1337307.962	579051.725	248.068	46
347	1337303.085	579052.612	248.339	46
348	1337298.423	579053.443	249.394	31
349	1337301.374	579040.768	251.331	30
350	1337300.856	579041.401	251.053	30
351	1337297.499	579041.183	250.987	30
352	1337305.709	579043.487	254.052	4
353	1337306.133	579043.482	250.209	4
354	1337294.8	579043.238	251.27	46
355	1337294.701	579043.248	251.27	31
356	1337297.476	579041.201	251.121	46
357	1337302.21	579046.478	248.362	47
358	1337302.211	579046.477	248.362	2
359	1337299.154	579047.123	248.764	2
360	1337299.154	579047.122	248.764	47
361	1337295.007	579043.202	250.61	47
362	1337295.005	579043.181	250.615	2
363	1337296.831	579041.486	250.537	2
364	1337296.831	579041.483	250.538	47
365	1337299.726	579048.996	248.246	2
366	1337300.129	579052.305	248.211	2
367	1337300.347	579053.005	248.704	2
368	1337289.577	579054.881	249.334	2
369	1337289.542	579053.988	248.789	2
370	1337289.224	579051.679	248.815	2
371	1337288.898	579047.761	248.733	2
372	1337288.442	579046.304	248.83	2
373	1337286.856	579043.573	251.598	2
374	1337286.752	579043.382	252.744	30
375	1337278.701	579044.047	253.291	30
376	1337278.687	579044.048	253.293	31
379	1337277.432	579043.72	253.394	2
380	1337276.641	579045.63	251.699	2
381	1337278.376	579047.27	250.1	23
383	1337277.574	579048.371	249.887	2
384	1337277.614	579049.265	249.363	2
385	1337278.346	579052.843	249.381	2
387	1337278.595	579056.815	250.107	2
388	1337278.575	579056.82	250.108	31
389	1337282.456	579056.109	249.551	46
390	1337279.514	579056.58	249.718	46

391	1337278.402	579056.856	250.034	46
392	1337276.207	579056.94	250.22	46
393	1337273.078	579057.13	251.103	31
394	1337267.875	579046.386	253.853	31
395	1337267.533	579046.699	253.249	2
396	1337267.286	579047.98	251.551	2
397	1337267.644	579050.075	250.535	2
398	1337267.7	579050.933	250.033	2
399	1337267.946	579053.646	250.049	2
400	1337268.089	579056.601	250.067	2

Fuente: Alcaldía de managua, ALMA

Tabla 47: Códigos topográficos

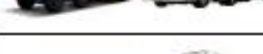
ITEM	LISTA DE CÓDIGOS TOPOGRÁFICOS	
1	PI	PI
2	Niveles para secciones	N
3	Banco Maestro	BM
4	Arboles	Arb
5	Palmera o Coco	Palm
6	Pozo de visita Pluvial	PVP
7	Pozo de visita pluvial azolvado o sellado	PVPA
8	Pozo de visita sanitario	PVS
9	Pozo de visita sanitario azolvado o sellado	PVSA
10	Nivel de fondo	NF
11	Reductor de velocidad	RdV
12	Invert	IN
13	Tragante	TG
14	Tragante de parrilla	TGP
15	Bordillo	B
16	Cuneta	CU
17	Anden	A
18	Retenida	Re
19	Poste eléctrico	Pelec
20	Poste TV cable	Ptv
21	Poste telefónico	Ptel

22	Luminaria	Lum
23	Poste de transmisión eléctrica o torre	TE
24	Caja de registro agua negras	CRS
25	Caja de registro eléctrica	CRE
26	Caja de registro telefónica	CRT
27	Auxiliares	Aux
28	Pie de cauce o canal	Pca
29	Borde de cauce o canal	Bca
	Perímetro de vivienda	
30	Mampostería	M
31	Alambre de púas	AP
32	Cerco de lata	CL
33	Malla ciclón	MLL
	Cambio de carpeta de rodamiento	
34	Adoquín	Ad
35	Asfalto	Af
36	Concreto	Conc
37	Rótulos	RO
38	Válvula	VA
39	Hidrante	Hd
40	Medidor de agua	H2O
41	Tubo de concreto	TCR
42	Tubo PVC	PVC
43	Tubo de hierro fundido	HF
44	Jardinera	Jar
45	Puente	Pue
46	Accesos (portones, Puertas)	Acc
47	Rampas de accesos	Ram
48	Gradas	Gr
49	Aceras	Acr
50	Estructuras de gaviones	EstG
51	Hitos metalicos o de concreto	Ht
52	Baden	Bad
53	Tapas de canal	Tca
54	Monumentos	Mnu
55	Semáforos	Smf
56	Perímetro	Prm
57	Basurero	Bsr
58	Banca	Bcn

59	Juegos infantiles	Jgo
60	Astas	Ast
61	Fuente	Fnt
62	Cabezal	CAB
63	Pie de Talud	Ptal
64	Hombro de Talud	Htal
65	Caseta de Buses	CSB
66	Descarga Hidraulica	DH
67	Muro de Lozetas	Lozt
68	Muro de porches o terrazas	PyT
69	Servicios Sanitarios Publicos	SS

Fuente: Alcaldía de managua, ALMA.

Ilustración 18: Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Tráfico de la Oficina de Diagnóstico, Evaluación de Pavimentos y Puentes

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

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico, 2020, página 28.

Tabla 48: Cálculo de TPDA promedio de las tres estaciones

$$TPDA = TP(D)_{12\ hrs} = Fd * Fs * Fe$$

	Estación 1	Estación 2	Estación 3
TPDA	1919	1755	2599
TPDA (promedio)		2090	

Fuente: Elaboración Propia.

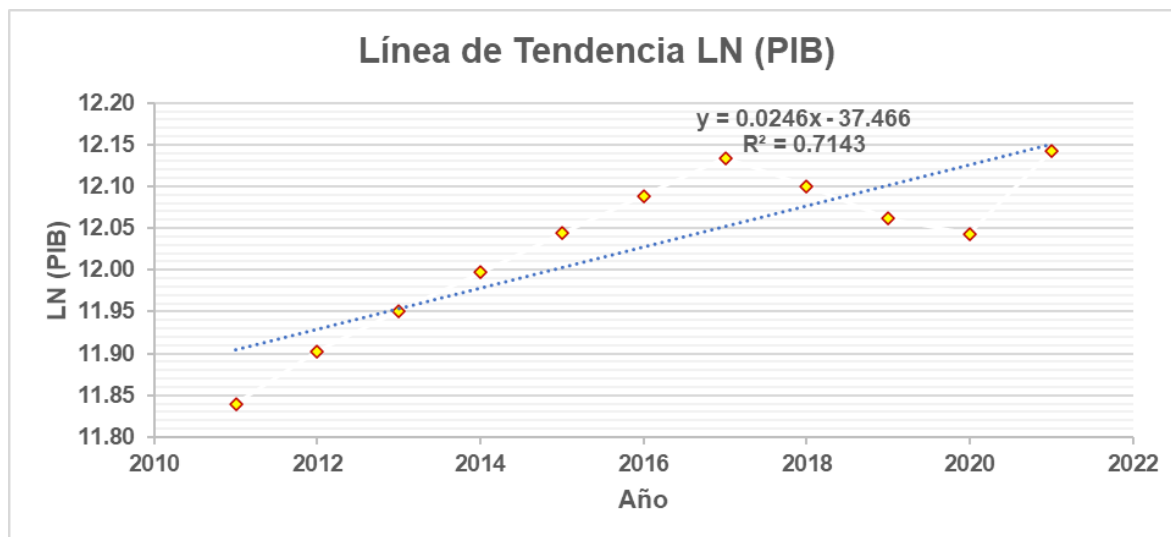
Tabla 49: Logaritmo neperiano de los registros históricos

Año	LN (PIB)	LN (Consumo Combustible)	LN (Población)	LN TPDA (EMC 401)	LN TPDA (ECD 424)
2011	11.84	8.592	15.61	8.80	
2012	11.90	8.633	15.62	8.83	11.17
2013	11.95	8.664	15.63	8.96	
2014	12.00	8.720	15.64	8.93	
2015	12.04	8.827	15.65	9.07	
2016	12.09	8.894	15.66	9.22	
2017	12.13	8.935	15.67	9.27	11.52
2018	12.10	8.862	15.68	9.25	
2019	12.06	8.891	15.69	9.17	
2020	12.04	8.883	15.70	9.09	
2021	12.14	8.996	15.71		

Fuente: Elaboración propia

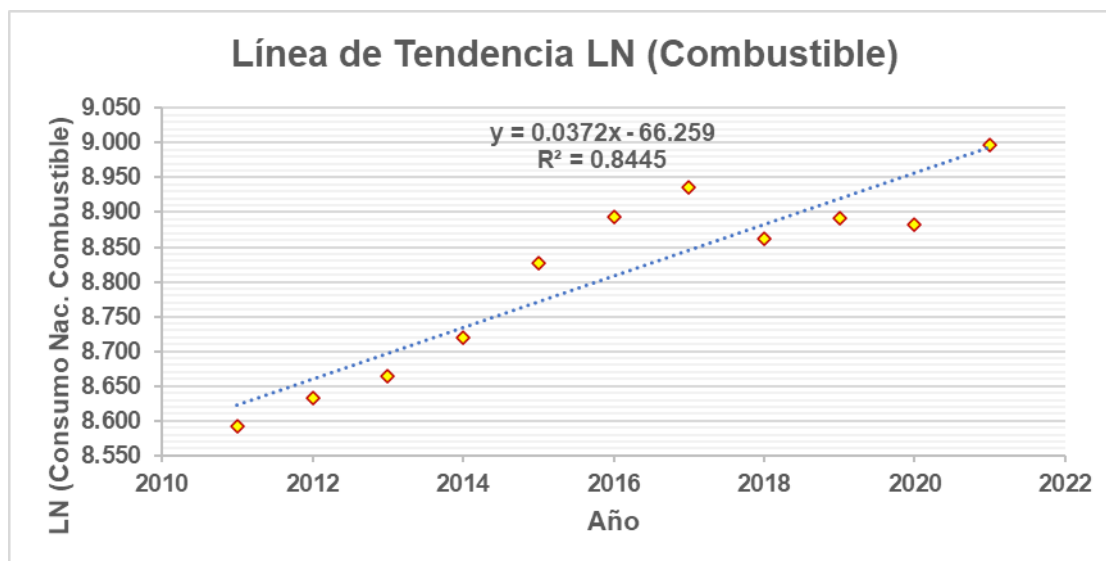
- Líneas de tendencia de las variables relacionadas al tránsito con respecto al tiempo del período.

Gráfico 8: Línea de tendencia del PIB



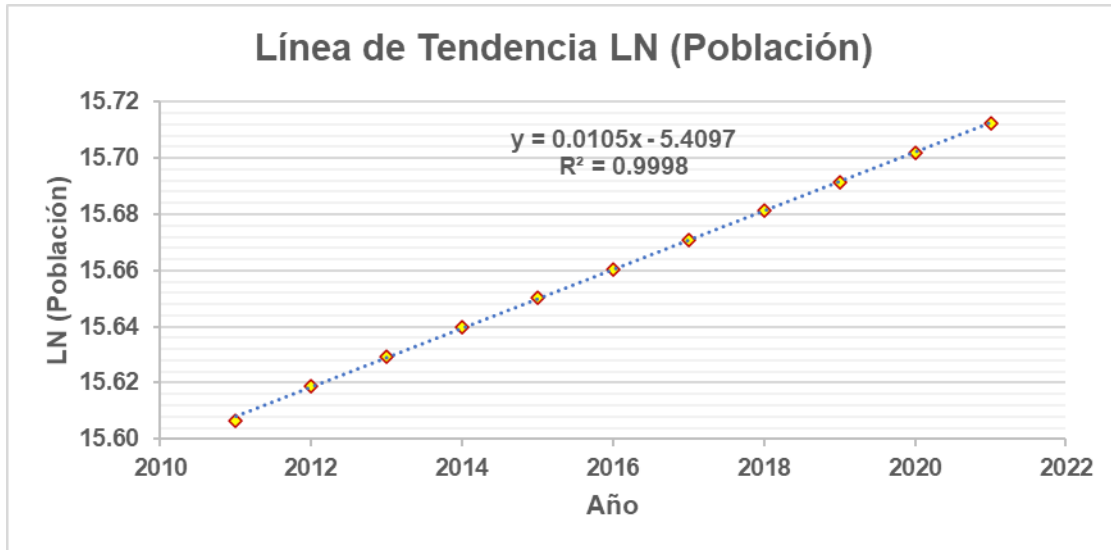
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Línea de tendencia del consumo nacional de combustible



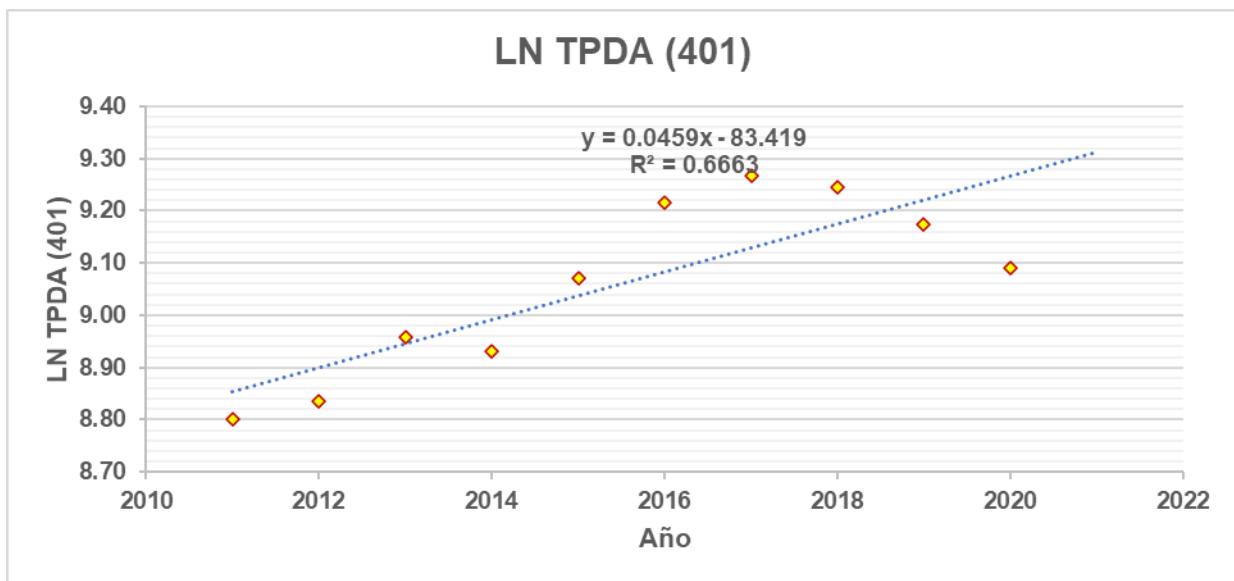
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Línea de tendencia de la población



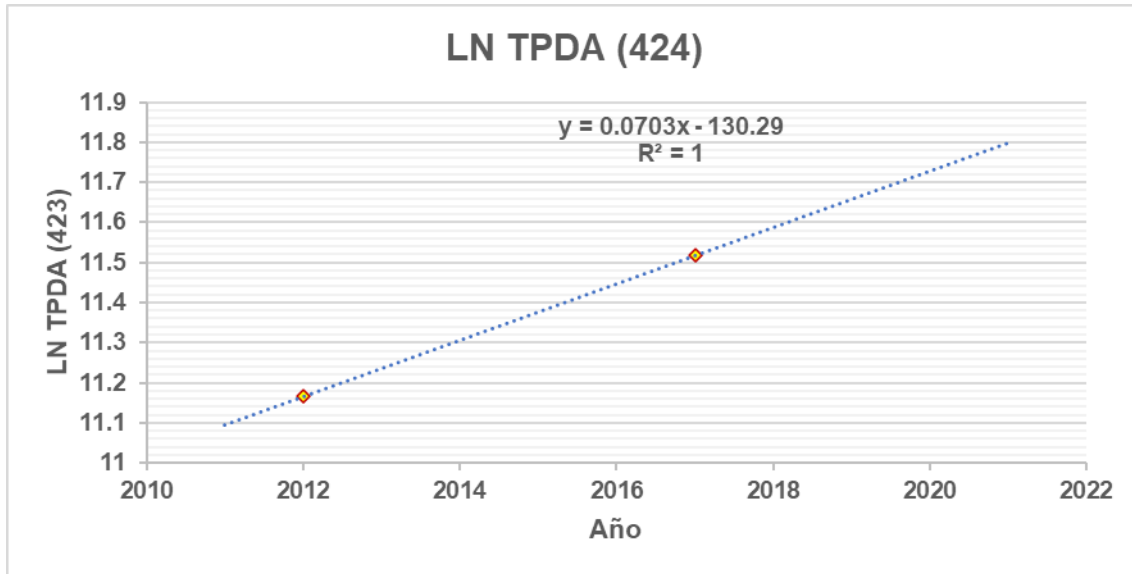
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11: Línea de tendencia TPDA (EMC 401)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12: Línea de tendencia TPDA (ECD 424)



Fuente: Eaboración

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO
“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN:

0	0	1
---	---	---

FECHA

20/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO

Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Cementerio Jocote Dulce - Colegio 12 de septiembre

SECUENCIAL

0	1
---	---

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS				TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Tráiler Articulado						
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros		
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	52	9	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	81	
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	59	18	27	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	42	9	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	43	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	34	9	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	
11:00 a.m. a 12:00 m.d	40	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	
12:00 m.d a 1:00 p.m.	56	11	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	29	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	46	6	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	25	3	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	42	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	62	15	34	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	
Total	530	107	101	53	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	793	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO
 “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL
 DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 1

FECHA 20/9/2022

CONTADOR DE
TRÁFICO

Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL
DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Colegio 12 de septiembre - Cementerio
Jocote Dulce

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	55	20	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	60	14	13	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	33	10	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	40	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	23	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
11:00 a.m. a 12:00 m.d	39	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
12:00 m.d a 1:00 p.m.	47	14	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	68
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	44	5	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	45	7	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	23	10	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	29	7	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	55	11	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
Total	493	120	48	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	744

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO
“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 2

FECHA 20/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Colegio 12 de septiembre - Residencial Valle de Luna

SECUENCIAL 0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	40	7	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	50	15	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	38	8	4	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	34	11	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	29	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
11:00 a.m. a 12:00 m.d	46	4	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59
12:00 m.d a 1:00 p.m.	48	6	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	18	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	34	3	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	22	4	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	27	9	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	53	8	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
Total	439	83	71	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	649

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO
 “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO
 I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN:

0	0	2
---	---	---

FECHA

20/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO

Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido:

Colegio 12 de septiembre - Cementerio Jocote Dulce	SECUENCIAL	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; text-align: center;">0</td><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td></tr></table>	0	1
0	1			

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					TOTAL
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	22	30	34	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	22	53	190	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	12	6	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	14	4	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	14	2	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
11:00 a.m. a 12:00 m.d	26	2	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
12:00 m.d a 1:00 p.m.	46	12	16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	35	24	45	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	24	12	22	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	26	9	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	20	11	29	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	42	24	63	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
Total	303	189	449	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1078

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 3

FECHA 20/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Residencial Valle de Luna - Colegio 12 de septiembre

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	23	30	34	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	25	53	190	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	323
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	12	6	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	14	4	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	17	2	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
11:00 a.m. a 12:00 m.d	27	2	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
12:00 m.d a 1:00 p.m.	47	12	16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	40	24	45	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	28	12	22	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	26	9	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	22	11	29	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	42	24	63	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
Total	323	189	449	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1098

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 3

FECHA 20/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Colegio 12 de septiembre - Residencial Valle de Luna

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado		Agrícolas	Construcción	Otros	TOTAL
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5				
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	14	18	52	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	21	45	157	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	280
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	19	21	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	12	17	20	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	11	2	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
11:00 a.m. a 12:00 m.d	21	17	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
12:00 m.d a 1:00 p.m.	51	26	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	14	10	16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	28	4	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	7	4	14	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	25	3	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	48	21	41	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146
Total	271	188	388	174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 1

FECHA 21/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Cementerio Jocote Dulce - Colegio 12 de septiembre

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado		Agrícolas	Construcción	Otros	
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5				
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	46	6	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	51	9	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	29	4	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	44	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	39	6	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
11:00 a.m. a 12:00 m.d	40	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
12:00 m.d a 1:00 p.m.	46	5	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	37	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	47	5	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	33	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	50	4	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	52	15	27	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99
Total	514	76	79	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	716

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 1

FECHA 21/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Colegio 12 de septiembre - Cementerio
Jocote Dulce

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado		Agrícolas	Construcción	Otros	TOTAL
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5				
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	55	21	22	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	51	14	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	30	12	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	34	12	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	29	8	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
11:00 a.m. a 12:00 m.d	27	8	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
12:00 m.d a 1:00 p.m.	50	15	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	31	10	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	32	12	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	24	11	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	21	4	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	32	13	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
Total	416	140	57	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	707

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 2

FECHA 21/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Colegio 12 de septiembre - Residencial Valle de Luna

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	38	12	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	26	14	20	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	25	6	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	16	9	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	20	2	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
11:00 a.m. a 12:00 m.d	26	1	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
12:00 m.d a 1:00 p.m.	47	7	7	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	33	7	4	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	16	7	4	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	21	8	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	16	7	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	31	16	10	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
Total	315	96	87	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	645

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 2

FECHA 21/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Colegio 12 de septiembre - Cementerio Jocote Dulce

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	TOTAL
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	36	12	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	45	31	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	34	8	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	29	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	25	8	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
11:00 a.m. a 12:00 m.d	40	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
12:00 m.d a 1:00 p.m.	41	11	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	17	11	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	26	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	22	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	21	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	47	5	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
Total	383	104	60	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	584

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO
“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL
DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 3

FECHA 21/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL
DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Residencial Valle de Luna - Colegio 12 de
septiembre

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	26	30	34	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	28	53	163	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	14	6	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	23	4	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	34	2	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
11:00 a.m. a 12:00 m.d	24	2	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
12:00 m.d a 1:00 p.m.	37	12	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	26	24	28	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	19	10	19	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	21	9	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	18	11	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	34	19	57	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
Total	304	182	387	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1003

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 3

FECHA 21/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO
Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Colegio 12 de septiembre - Residencial Valle de Luna

SECUENCIAL
0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	TOTAL
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	21	12	50	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	34	34	145	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	23	18	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	22	17	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	28	6	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
11:00 a.m. a 12:00 m.d	22	5	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
12:00 m.d a 1:00 p.m.	53	34	6	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	23	4	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	26	6	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	33	7	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	29	1	31	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	25	18	41	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
Total	339	162	374	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 1

FECHA 22/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Cementerio Jocote Dulce - Colegio 12 de septiembre

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	53	11	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	62	18	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	43	9	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	45	12	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	37	13	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
11:00 a.m. a 12:00 m.d	41	8	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
12:00 m.d a 1:00 p.m.	48	7	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	33	7	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	47	7	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	29	5	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	43	7	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	67	13	38	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123
Total	548	117	147	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	868

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO
 “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL
 DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 1

FECHA 22/9/2022

CONTADOR DE
TRÁFICO

Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL
DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Colegio 12 de septiembre - Cementerio
Jocote Dulce

SECUENCIAL

0

1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	61	21	24	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	56	16	17	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	32	11	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	41	7	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	25	15	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
11:00 a.m. a 12:00 m.d	39	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
12:00 m.d a 1:00 p.m.	38	18	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	33	6	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	38	11	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	23	14	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	29	5	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	53	10	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
Total	468	139	63	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	756

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 2

FECHA 22/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Colegio 12 de septiembre - Residencial Valle de Luna

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	48	12	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	30	13	30	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	34	2	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	26	8	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	29	2	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
11:00 a.m. a 12:00 m.d	44	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
12:00 m.d a 1:00 p.m.	53	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	40	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	32	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	24	8	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	28	6	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	41	10	11	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
Total	429	78	104	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	717

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO
“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN:

0	0	2
---	---	---

FECHA

22/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO

Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido:

Colegio 12 de septiembre - Cementerio Jocote Dulce	SECUENCIAL	<table><tr><td>0</td><td>1</td></tr></table>	0	1
0	1			

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado		Agrícolas			TOTAL
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5				
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	37	4	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	46	11	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	34	5	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	29	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	26	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
11:00 a.m. a 12:00 m.d	41	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
12:00 m.d a 1:00 p.m.	44	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	16	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	30	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	18	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	23	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	49	6	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
Total	393	52	44	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	518

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO
“DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN: 0 0 3

FECHA 22/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido: Residencial Valle de Luna - Colegio 12 de septiembre

SECUENCIAL

0 1

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	24	34	36	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	27	58	187	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	17	10	15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	18	8	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	18	6	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
11:00 a.m. a 12:00 m.d	30	6	10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
12:00 m.d a 1:00 p.m.	47	16	20	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	29	28	45	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	27	15	25	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	30	13	19	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	25	15	33	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	36	21	48	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
Total	328	230	464	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1214

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO
 “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”

ESTACIÓN:

0	0	3
---	---	---

FECHA

22/9/2022

CONTADOR DE TRÁFICO

Gretchen Francis / Indira Gutierrez

Tramo: “DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO, EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93, EN LA COMARCA JOCOTE DULCE - CAMINO LAS VIUDAS (2.6 Km aprox.) DEL DISTRITO I DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA, 2022”.

Sentido:

Colegio 12 de septiembre - Residencial Valle de Luna	SECUENCIAL	0	1
--	------------	---	---

Hora	VEHÍCULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHÍCULOS PESADOS			
	Motos	Vehículos Livianos			Autobuses			Camiones			Camión Remolque		Trailer Articulado					
		Autos	Jeep / SUV	Pick Up	Microbús	Minibús	Grande	Liviano de carga	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	Agrícolas	Construcción	Otros	TOTAL
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	11	15	49	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	14	41	150	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	259
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	16	17	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	7	13	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	7	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
11:00 a.m. a 12:00 m.d	18	13	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
12:00 m.d a 1:00 p.m.	47	23	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	9	6	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	24	2	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	3	1	10	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	19	2	27	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	43	17	36	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130
Total	218	150	337	159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	864