

Facultad de Tecnología de la Construcción

# **PATOLOGÍA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO EMPALME NIQUINOHOMO – ENTRADA ZONA FRANCA HANSAE. CARRETERA NIQUINOHOMO - CATARINA**

Trabajo del Taller Monográfico para optar al título de  
Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

**Tutor:**

Br. Tamy Diamm  
Centeno Fajardo  
Carnet: 2002-14243

Br. Roger Antonio  
Sanchez Ortega.  
Carnet: 2009-29598

Br. Rodolfo Ignacio  
Solís León.  
Carnet: 2007-22331

MSc. Ing. Jose Antonio  
Hernandez Hernandez

Mayo de 2023  
Managua, Nicaragua



## INDICE

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>I.</b>   | <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>II.</b>  | <b>OBJETIVOS .....</b>  | <b>2</b>  |
|             | 2.1 Objetivo general.....   | 2         |
|             | 2.2 Objetivos específicos .....   | 2         |
| <b>III.</b> | <b>MARCO TEÓRICO.....</b>   | <b>1</b>  |
|             | 3.1 Pavimento flexible.....   | 1         |
|             | 3.2 Estructura del pavimento asfáltico .....                            | 1         |
|             | 3.2.1 Sub-rasante.....  | 2         |
|             | 3.2.2 Sub-base .....  | 2         |
|             | 3.2.3 Base .....  | 2         |
|             | 3.2.4 Carpeta asfáltica.....  | 3         |
|             | 3.3 Elementos que forman parte de una carretera .....                   | 3         |
|             | 3.3.1 Hombros.....  | 3         |
|             | 3.3.2 Obras de drenaje y sub-drenaje .....                              | 3         |
|             | 3.3.3 Inventario vial .....   | 4         |
|             | 3.4 Clasificación funcional de los caminos.....                         | 4         |
|             | 3.5 Tráfico .....   | 5         |
|             | 3.5.1 Tránsito promedio diario anual (TPDA).....                        | 7         |
|             | 3.5.2 Aforo vehicular .....   | 7         |
|             | 3.5.3 Tránsito promedio diario (TPD).....                               | 7         |
|             | 3.5.4 Proyecciones de la demanda de tránsito .....                      | 8         |
|             | 3.5.5 Volúmenes de tránsito .....                                       | 8         |
|             | 3.5.6 Composición del tránsito .....                                    | 9         |
|             | 3.5.7 Comportamiento del pavimento bajo las cargas móviles del tránsito |           |
|             | 10  |           |
|             | 3.5.8 Efecto en la repetición de cargas.....                            | 11        |
|             | 3.6 Fallas en la estructura del pavimento asfáltico.....                | 12        |
|             | 3.6.1 Defectos y daños en la estructura del pavimento .....             | 12        |
|             | 3.7 Métodos de mantenimiento y reparación .....                         | 20        |
| <b>IV.</b>  | <b>DISEÑO METODOLOGICO .....</b>  | <b>23</b> |
|             | 4.1 Tipo de investigación .....   | 23        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.2 Estudio de tránsito .....   | 23        |
| 4.3 Clasificación de las fallas y nivel de severidad.....   | 23        |
| 4.4 Análisis de posibles causas de origen de las fallas en la estructura de<br>pavimento del tramo en estudio ..... | 24        |
| 4.5 Propuesta de soluciones generales .....   | 24        |
| <b>V. DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>   | <b>25</b> |
| 5.1 Estudio de tránsito .....   | 25        |
| 5.1.1 Condiciones del tramo en estudio.....   | 26        |
| 5.1.2 Aforo vehicular .....   | 26        |
| 5.1.3 Tránsito promedio diario anual (TPDA).....  | 29        |
| 5.2 Nivel de servicio del tramo de carretera estudiado.....   | 34        |
| 5.2.1 Cálculo del nivel de servicio .....   | 34        |
| 5.3 Fallas y nivel de severidad presentes en la estructura de pavimento del<br>tramo en estudio .....               | 42        |
| 5.3.1 Inspección visual realizada al tramo en estudio .....   | 42        |
| <b>VI. ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>  | <b>60</b> |
| 6.1 Posibles causas de los defectos y daños en la estructura del pavimento<br>del tramo en estudio .....            | 60        |
| 6.1.1 Análisis de tráfico del tramo en estudio .....  | 60        |
| 6.1.2 Causas del deterioro en el tramo de carretera: Empalme Niquinohomo<br>- Entrada zona franca Hansae .....      | 62        |
| 6.2 Posibles soluciones a los daños y deterioros en la estructura del<br>pavimento del tramo en estudio .....       | 69        |
| <b>VII. CONCLUSIONES.....</b>   | <b>75</b> |
| <b>VIII. RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>76</b> |
| <b>IX. BIBLIOGRAFIA.....</b>  | <b>77</b> |
| <b>X. ANEXOS .....</b>  | <b>I</b>  |

## I. INTRODUCCIÓN

Los pavimentos, tanto flexibles como rígidos, no fallan o colapsan repentinamente, sino que lo hacen en forma gradual y progresiva. La continua acción fundamentalmente de las solicitaciones del tránsito y clima siempre tienen una manifestación en la superficie del pavimento. Se entiende por “daño” o “falla” en un pavimento toda indicación de un desempeño insatisfactorio del pavimento, es decir, todo apartamiento de un comportamiento definido como “perfecto”.

A través de la observación del inicio y la evaluación de estos daños que se van produciendo es posible seleccionar las medidas correctivas más oportunas y adecuadas, que tiendan a neutralizar o al menos retardar este proceso de deterioro, preservando mediante su aplicación la estructura del pavimento y prolongando su vida útil.

El presente documento evalúa las condiciones de daños que suelen presentarse comúnmente en carreteras de pavimentos flexibles construidas con mezclas en caliente. Tomando como caso específico el tramo de carretera: Empalme Niquinohomo – Entrada zona franca Hansae, el cual tiene una longitud de 1.2 Km. El tramo de carretera en estudio se encuentra ubicado en el departamento de Masaya en el municipio de Niquinohomo.

El propósito fundamental de esta investigación es determinar las posibles causas que incidieron en el deterioro acelerado de dicha carretera y proponer soluciones con el objetivo de mejorar las condiciones de la vía para prevenir futuros daños en la estructura de pavimento a lo largo de la vida útil del tramo.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Determinar las posibles causas del deterioro de la estructura de pavimento del tramo: “Empalme Niquinohomo- Entrada zona franca Hansae” correspondiente a la carretera Niquinohomo – Catarina.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar el aforo vehicular del tramo en estudio, para la determinación del volumen de tráfico (TPDA) y el nivel de servicio, utilizando los factores de ajuste del Anuario del MTI.
- Identificar las fallas existentes y el nivel de severidad presentes en la estructura de pavimento, a través de un inventario vial.
- Analizar las posibles causas que originan las fallas en la estructura de pavimento del tramo de carretera en estudio.
- Proponer soluciones generales a la problemática existente en el tramo de carretera en estudio, utilizando el Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras.

### III. MARCO TEÓRICO

El presente documento tiene como objetivo principal determinar las posibles causas del deterioro en la estructura de pavimento del tramo: "Empalme Niquinohomo- Entrada zona franca Hansae" correspondiente a la carretera Niquinohomo – Catarina, para lo cual, se utilizaron diferentes fuentes bibliográficas y con esto se logró identificar, analizar y proponer soluciones de las fallas presentes en el tramo de estudiado.

#### 3.1 Pavimento flexible

Se define como: "Pavimento flexible" a aquél cuya superficie de rodamiento está constituida por una mezcla asfáltica, ésta es un material cementante, de color marrón oscuro a negro compuesto principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo (M., Octubre 2004). Dentro de las principales características de pavimento flexible se destacan las siguientes:

- La capacidad estructural del pavimento es proporcionada por las capacidades de aceptación y distribución de cargas de cada una de las capas que conforman la estructura.
- Son construidos en al menos la capa superior, con material asfáltico.
- Variaciones pequeñas del suelo de fundación tienen gran incidencia en la capacidad estructural del pavimento.
- Las propiedades de las mezclas afectan, aun cuando en menor grado, la resistencia del conjunto multicapa.

#### 3.2 Estructura del pavimento asfáltico

La estructura integral del pavimento asfáltico está compuesta por varias capas de materiales, destinados a soportar las cargas vehiculares. Cada capa recibe las cargas por la parte superior extendiéndose en ella, posteriormente estas cargas se transmiten a la siguiente capa (capa inferior). Por lo tanto, la capa inferior en la estructura del pavimento, recibe la menor cantidad de carga. (M., Octubre 2004)

La típica estructura de un pavimento flexible consta de las siguientes capas:

- Subrasante.
- Sub-base.
- Base.
- Carpeta asfáltica.

Una carretera debe ser capaz de soportar las cargas que el tráfico ocasiona sin que se produzcan deterioros en la superficie, base o sub-base. El asfalto no contribuye sustancialmente a la resistencia mecánica de la superficie, la carga se transmite a través de los áridos a las capas inferiores, donde son finalmente disipadas.

### **3.2.1 Sub-rasante**

Ancho total de la vía que constituye la fundación para el pavimento, hombrillos y zonas de estabilización. Este término realmente es compartido en los aspectos de diseño geométrico: en ellos se refiere al plano que separa la infraestructura y la superestructura del pavimento; y en el diseño de pavimentos: en el cual se refiere a los últimos centímetros (generalmente 50.0cms) del relleno o corte del movimiento de tierras que sirven de soporte a la estructura capaz de recibir y reducir las cargas del pavimento. La subrasante no forma parte del pavimento, pero es una variable fundamental en su determinación. (M., Octubre 2004, pág. 4)

### **3.2.2 Sub-base**

Es la capa granular localizada entre la sub-rasante. Las bases y sub-bases son capas de material pétreo adecuadamente seleccionadas para traspasar las cargas de la carpeta de rodadura a la sub-base (infraestructura), puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad. (Rogriguez, 2020)

### **3.2.3 Base**

Capa sobre sub-base o sub-rasante destinada a sustentar la estructura del pavimento. Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por

los vehículos. Regularmente esta capa además de la compactación, necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores. (Roriguez, 2020)

#### **3.2.4 Carpeta asfáltica**

Es la capa superior del pavimento flexible y sobre esta circulan los vehículos durante la vida útil de la misma, debe ser resistente a la acción mecánica de rozamiento generada por el tráfico y el intemperismo. Tiene la función general de proteger la estructura. (Roriguez, 2020)

### **3.3 Elementos que forman parte de una carretera**

#### **3.3.1 Hombros**

Los hombros constituyen aquella parte del camino, contigua a la superficie de rodamiento, destinada tanto para permitir la detención de vehículos en emergencia, como para aumentar la capacidad de la vía y mejorar su nivel de servicio. Su ancho es variable de acuerdo a la importancia de la carretera y generalmente tiene una pendiente transversal ligeramente mayor a la de la superficie de rodamiento con el fin de acelerar la evacuación de las aguas de lluvias. (SIECA, 3era Edición 2011)

#### **3.3.2 Obras de drenaje y sub-drenaje**

El drenaje en una carretera, busca eliminar el agua superficial sobre la franja del camino, restituir la red de drenaje natural la cual puede verse afectada por el trazado y evitar que el agua subterránea pueda comprometer la estabilidad de la base, de los terraplenes o cortes del camino. Independientemente del tipo de obra vial y del pavimento proyectado, es necesario proporcionar algunos elementos de drenaje, bien sea aledaño o lejano a la estructura del pavimento, cuyo fin es recibir, encauzar y descargar adecuadamente el agua, según su capacidad. (SIECA, 3era Edición 2011)

Entre las obras de drenaje superficial, las cunetas y contra cunetas son las más empleadas en cortes, mientras que en terraplenes las más usadas son las alcantarillas, los bordillos y los lavaderos o bajantes.

### **3.3.3 Inventario vial**

El inventario de infraestructura vial se emplea para conocer las condiciones de operabilidad y funcionalidad de una vía, a partir de una descripción detallada de sus condiciones físicas, geométricas y de diseño; la forma más usual de elaborar este inventario es a través de una inspección visual, que consiste en hacer un reconocimiento a lo largo del sector o tramo objeto de estudio, para cuantificar y calificar sus condiciones. La metodología para la inspección visual incluye la descripción completa de tres aspectos fundamentales:

- Descripción de la vía;
- Condición actual del terreno de la vía, y
- Estado superficial del pavimento y obras complementarias.

### **3.4 Clasificación funcional de los caminos**

La clasificación funcional agrupa a las carreteras y caminos según la naturaleza del servicio que están supuesta a brindar, lo que a su vez tiene estrecha relación con la estructura y categorización de los viajes. Por lo tanto, la clasificación funcional de carreteras puede definirse como el proceso de agrupar las facilidades en sistema, que describen el grado en el cual cada grupo desempeña las dos funciones básicas.

A partir del año 2004, El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) en coordinación con la oficina del Programa de Apoyo al Sector Transporte (Past - Danida) realizó una revisión a la clasificación existente. El propósito del trabajo realizado no fue hacer cambios o alterar los conceptos que definen esta clasificación funcional sino tratar de ajustar los rangos y parámetros de acuerdo a las condiciones actuales, producto de los cambios que se han generado en el sistema vial rural en los últimos años.

En el (SIECA, 3era Edición 2011), indica la clasificación de las carreteras del país, definida en cinco tipos:

- **Troncal principal:** Sirve como corredor para viajes a larga distancia como tráfico interdepartamental o interregional. Tiene un volumen de tráfico de más de 1,000 veh/día y la velocidad de operación es de 100 km/hr.
  
- **Troncal secundaria:** Une centros urbanos con poblaciones entre los 10,000 y 50,000 habitantes. El volumen de tráfico es un promedio de 500 veh/día y su velocidad de operación de 40 a 60 km/hr.
  
- **Colectora principal:** Une centros urbanos con 4,000 a 10,000 habitantes. Su volumen de tráfico es de 250 veh/día y su velocidad de operación es de 40 a 60 km/hr.
  
- **Colectora secundaria:** Une principalmente zonas con poblaciones inferiores a los 400 habitantes con un tipo de camino superior. Su volumen de tráfico es de 250 veh/día y su velocidad de operación es de 30 a 50 km/hr.
  
- **Caminos vecinales:** Tienen acceso a zonas poblacionales inferiores a los 1,000 habitantes. Su volumen de tráfico es menor de 50 veh/día y su velocidad de operación es de 40 km/hr, como máximo.  
"Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI: Red Vial de Nicaragua 2020, Pag 25"

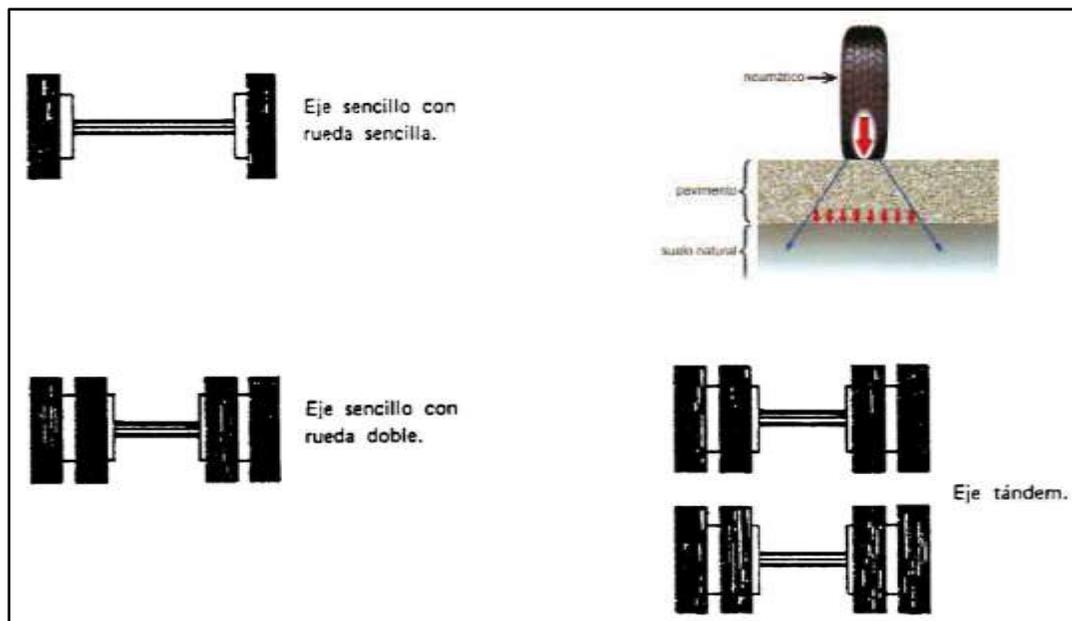
### 3.5 Tráfico

Se conoce como tal, al conjunto de vehículos que circulan por una obra vial, los cuales producen la mayor parte de los esfuerzos a los que va a estar sujeta la estructura. Las características del tránsito son muy variadas y todas ellas afectan de un modo u otro al diseño y comportamiento del pavimento.

El tránsito solicitante es un factor fundamental en todos los métodos de diseño estructural de pavimentos. Las cargas de los vehículos son transmitidas al pavimento mediante dispositivos de apoyo multiruedas para distribuir la carga total solicitante sobre una superficie mayor, siendo posible reducir los esfuerzos y deformaciones que se producen al interior de la superestructura.

El número y composición de los ejes pesados mostrados en la FIGURA No. 1 y FIGURA No. 1 que solicitarán al pavimento durante su vida de diseño se determinan a partir de la información básica suministrada. (Harris, 1993)

Figura No. 1: Composición de ejes pesados



Fuente: diseño de pavimento flexible, Ing. José R. Harris pag. 26

El tránsito debe ser una de los primeros estudios, principalmente cuando se trata de vías que serán construidas, mejoradas o reparadas por el sistema de concesión. El estudio de tránsito se encarga de estimar los volúmenes de tránsito esperados en el momento de dar en servicio la vía y su comportamiento a lo largo de su vida útil.

### 3.5.1 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, es decir se divide el Tránsito Anual entre los 365 días que corresponden al año. (R. & Cárdenas G, 2007)

### 3.5.2 Aforo vehicular

Se denomina aforo, al proceso de medir la cantidad de vehículos que pasan por un tramo en una carretera en una unidad de tiempo. El número de horas de aforo varía con el método usado y el propósito. Los contadores mecánicos pueden estar contando las 24 horas del día. Es conveniente que los aforos manuales en intersecciones, se lleven a cabo por un mínimo de 12 horas. (R. & Cárdenas G, 2007)

### 3.5.3 Tránsito promedio diario (TPD)

El TPD es una medida de tránsito fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo establecido. (R. & Cárdenas G, 2007). El periodo debe estar dado como días completos y además estar comprendido entre 1 a 365 días. El TPD se puede utilizar para:

- Planeamiento de las actividades de la carretera.
- Medición de la demanda actual.
- Evaluación del flujo de tráfico existente.

En función del número de días del periodo establecido, los volúmenes de tránsito promedio diarios se clasifican en:

- Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).

$$\text{TPDA} = \frac{\text{TA}}{365}$$

Ecuación No. 1, FUENTE:;, "Ingeniería de Tránsito", Edición 2009, Cal y Mayor

- Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM).

$$\text{TPDM} = \frac{\text{TM}}{30}$$

Ecuación No. 2, FUENTE:;, "Ingeniería de Tránsito", Edición 2009, Cal y Mayor

Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS).

$$\text{TPDS} = \frac{\text{TS}}{7}$$

Ecuación No. 3, FUENTE:,  
"Ingeniería de Tránsito",  
Edición 2009, Cal y Mayor

Donde:

TA: Tránsito Anual.

TM: Tránsito Mensual.

TS: Tránsito Semanal.

### **3.5.4 Proyecciones de la demanda de tránsito**

En las carreteras regionales se recomienda adoptar un período de proyección de veinte años como la base para el diseño, aunque igualmente se acepta que para proyectos de reconstrucción o rehabilitación de las carreteras se puede reducir dicho horizonte a un máximo de diez años, esto según el Manual Centroamericano Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales 2da. Edición: Raul Leclair Consultor.

### **3.5.5 Volúmenes de tránsito**

El buen diseño de una carretera solamente puede lograrse si se dispone de la adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular que la utiliza y la utilizará hasta el término del período seleccionado de diseño, sea que se trate de una nueva carretera o de una carretera existente que se propone reconstruir o ampliar. Esta visión cuantificada del lado de la demanda del tránsito, es comparada con la oferta de capacidad que promete la solución del diseñador, para establecer su necesaria compatibilidad y consistencia.

La medición de los volúmenes del flujo vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras, lo mismo que mediante investigaciones de Origen y Destino (O/D) que, dependiendo de la metodología utilizada, arrojarán datos sobre la estructura, distribución, naturaleza y modalidad de los viajes.

### **3.5.6 Composición del tránsito**

Dependiendo del tipo de servicio y la localización de una carretera, es indispensable tomar en cuenta que los vehículos pesados como: camiones, autobuses y vehículos recreativos tipo campers, pueden llegar a alcanzar una incidencia significativa en la composición del flujo vehicular, influenciando según su relevancia porcentual, en forma más o menos determinante, el diseño geométrico de las carreteras y los espesores de los pavimentos.

El efecto de un camión sobre las operaciones del tránsito es a menudo equivalente al de varios automóviles, siendo mayor la relación a medida que son mayores las pendientes y menores las distancias de visibilidad disponibles. En la categoría de vehículos pesados se sitúan los camiones con peso bruto total de 4 toneladas métricas o más y los vehículos que presentan llantas dobles en el eje trasero.

Según esa concepción, el tránsito pesado representa el 13% del tránsito total proyectado en las carreteras troncales y en las colectoras de Nicaragua, conforme revelan los datos del recién finalizado Plan Nacional de Transporte, del cual se reproduce la TABLA No. 1.

Ocultan estos promedios generales una realidad distinta y mucho más reveladora, que salta a la vista cuando se analizan los datos por rangos de volúmenes de tránsito en las diferentes carreteras: de 11% del tránsito pesado en las carreteras troncales con proyecciones de 20,000 vpd según el Manual Centroamericano - Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (2da. Edición), o más, los porcentajes de vehículos pesados suben gradualmente hasta significar un 35% del tránsito promedio en las carreteras con volúmenes comprendidos entre 1,000 y 300 vpd.

TABLA N° 1: Composición porcentual del tránsito en las carreteras de Nicaragua

|             | Tipo de Carreteras |               |                       |
|-------------|--------------------|---------------|-----------------------|
|             | Troncal (%)        | Colectora (%) | Vecinal Estratégica % |
| Automóviles | 44                 | 42            | 28                    |
| Pick-ups    | 36                 | 39            | 57                    |
| Autobuses   | 3                  | 3             | 2                     |
| C. Livianos | 7                  | 6             | 9                     |
| C. Medianos | 6                  | 7             | 3                     |
| C. Pesados  | 1                  | 1             | 0                     |
| Articulados | 3                  | 2             | 1                     |

Fuente: Plan Nacional de transporte, PNT 2000. Manual Centroamericano - Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales\_2da edición. Capítulo 2 Pag 10

### 3.5.7 Comportamiento del pavimento bajo las cargas móviles del tránsito

Son mucho los factores del tránsito que deben tenerse en cuenta para el diseño, los principales son: las características de los diversos tipos de vehículos, su cantidad, peso y distribución sobre la superficie del pavimento. Además, y aunque frecuentemente no se le concede importancia, la velocidad y el impacto sobre algunas zonas del pavimento, son factores que merecen consideración.

Para efectos de estimaciones de cargas, seguimiento estadístico, control de tráfico y diseño de vehículos se pueden considerar los siguientes pesos por ejes.

TABLA N° 2: Pesos permisibles en Nicaragua vehículos livianos y pasajeros

| Tipo de Vehículo | Peso por eje en TON | Peso por eje en Lb |
|------------------|---------------------|--------------------|
| AUTOMOVIL        | 1/1                 | 2200/2200          |
| JEEP             | 1/1                 | 2200/2200          |
| CAMIONETA        | 1/2                 | 2200/4400          |
| MC-15            | 2/4                 | 4400/8800          |
| MC-12-30         | 4/8                 | 8800/17600         |
| C2-LIV           | 4/8                 | 8800/17600         |
| BUS = C2         | 5/10                | 11000/22000        |

FUENTE: Departamento de pesos y dimensiones de la dirección vialidad del Ministerio de Transporte e Infraestructura Pag 50

### **3.5.8 Efecto en la repetición de cargas**

Debido al movimiento de las cargas que actúan sobre un pavimento, cualquier punto de este se encuentra sometido a la aplicación de un determinado número de esfuerzos durante su vida útil.

En los pavimentos flexibles la aplicación de cargas móviles produce deformaciones transitorias tanto en su estructura como en la sub-rasante, cuya magnitud depende no sólo de la carga aplicada sino del efecto de la temperatura y la humedad sobre las propiedades esfuerzo-deformación de los materiales del pavimento y la sub-rasante en el momento de la aplicación de la carga.

Si en un instante dado, la deformación transitoria debida a la aplicación de la carga supera cierto valor crítico en una o más capas de la estructura o la sub-rasante, puede suponerse que una pequeña deformación no recuperable permanecerá en dicha capa luego del paso del vehículo. A través de la vida del pavimento se van acumulando estas diminutas deformaciones permanentes, las cuales se traducen en la deformación o agrietamiento de la superficie de rodamiento.

Debido a lo anterior es que durante la vida del pavimento se deben de tomar las medidas adecuadas de mantenimiento para evitar un deterioro acelerado de la estructura por efecto de dichas deformaciones o grietas.

El fenómeno de fatiga es menos frecuente en los pavimentos flexibles, ya generalmente aparecen primero las deformaciones permanentes antes que las fallas por fatiga; sin embargo, es posible que éstas se presenten cuando el pavimento esté construido sobre suelos resilientes, o sea, suelos que bajo la aplicación de las cargas sufren deformaciones transitorias de gran magnitud. Este fenómeno también es aplicable a pavimentos que tengan capas estabilizadas con cemento.

### **3.6 Fallas en la estructura del pavimento asfáltico**

En esta sección se indica la clasificación sistemática de los distintos daños o fallas que se producen y manifiestan en los pavimentos durante el período de servicio de los mismos. Se pretende facilitar la identificación de las fallas en el campo, establecer las posibles causas, la severidad y frecuencia con que se manifiestan, y en base a éstos, orientar en la selección de las técnicas de reparación más eficaces.

#### **3.6.1 Defectos y daños en la estructura del pavimento**

El daño al pavimento se inicia desde el mismo momento de su finalización y puesta en servicio, por lo que su funcionamiento (calidad) tiende a disminuir. El pavimento asfáltico puede desarrollar daños sustanciales y eventualmente la pérdida prematura de sus funciones.

Los pavimentos flexibles pueden mostrar hasta 20 daños o fallas típicas durante el proceso gradual de deterioro de los mismos. Para ordenar su exposición se han agrupado en 4 modalidades de falla o rotura, que a continuación se indican:

##### **A. Fisuraciones o agrietamientos:**

1. Fisura longitudinal
2. Fisura transversal
3. Fisuras en bloques
4. Fisuras tipo piel de cocodrilo
5. Fisuras reflejadas
6. Fisuras en arco

##### **B. Deformaciones permanentes:**

1. Ahuellamiento
2. Hundimiento
3. Corrugación
4. Corrimiento
5. Hinchamiento

##### **C. Desintegraciones:**

1. Desprendimiento de agregados
2. Peladuras
3. Estrías longitudinales
4. Baches
5. Rotura de bordes
6. Pulimento de la superficie

##### **D. Otros modos de falla:**

1. Exudación de asfalto
2. Bombeo/exudación de agua
3. Bacheos/reparaciones

De acuerdo al Catálogo de fallas para la identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación, Edición 1990; estos daños afectan de diferente manera la condición y el comportamiento del pavimento. Algunos afectan las características superficiales (condiciones operativas) del pavimento, reduciendo su serviciabilidad; suele referirse a estos como defectos de superficie o daños funcionales, por cuanto no afectan la capacidad estructural del pavimento.

En contraposición, otros afectan la integridad del pavimento reduciendo su habilidad para soportar las cargas del tránsito; se denominan daños estructurales y si bien afectan en grado diverso la serviciabilidad presente del pavimento, conducen más rápidamente a una pérdida de esta a mediano plazo.

Un mismo daño puede ser asociado a una u otra categoría, atendiendo al mecanismo específico que la origina. Por su importancia, al describir cada uno de los daños y sus posibles causas, se incluyen también los elementos de juicio necesarios para su correcta valoración. En el Manual Centroamericano de mantenimiento de Carreteras (I., 2000), se describe los siguientes conceptos:

1. Piel de cocodrilo

Este tipo de falla consiste en pequeñas fisuras interconectadas entre sí formando pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente con un diámetro promedio menor a 30 cm. Evoluciona drásticamente, efecto de la repetición del tránsito, de tal manera que van interconectándose entre si y formando una malla cerrada, que asemeja el cuero de un cocodrilo.

Figura No. 2: Esquema fisura tipo piel de cocodrilo



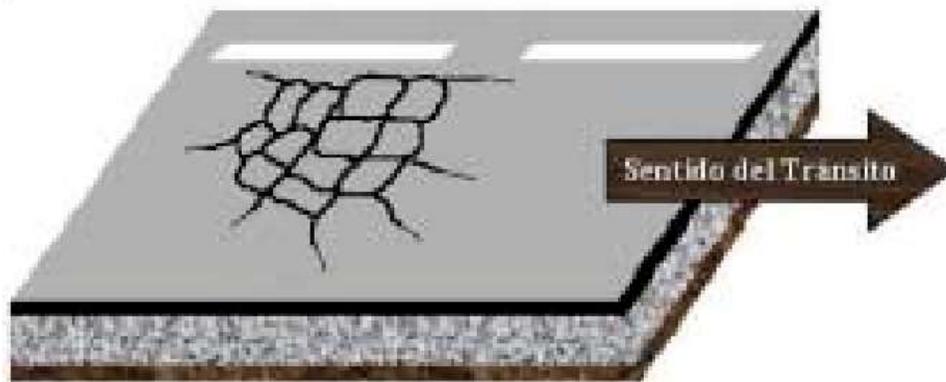
Fuente: Catálogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 10

El nivel de severidad detectado conforme a este tipo de falla es alto ya que la red de fisuras ha progresado de manera que construye una malla cerrada de pequeños polígonos bien definidos, con despostillamientos de severidad moderada a alta, a lo largo de sus bordes; algunas de estas piezas pueden tener movimientos al ser sometidas al tránsito y/o pueden haber sido removidas por el mismo formando baches.

## 2. Fisuras en bloque

Este tipo de patología, consiste en una serie de fisuras interconectadas formando piezas aproximadamente rectangulares, de diámetro promedio mayor de 30 cm, con un área variable de 0.10 a 9.0 m<sup>2</sup>. La fisura en bloque se presenta normalmente en una gran área del pavimento y algunas veces ocurren solamente en las áreas no afectadas por el tráfico.

Figura No. 3: Esquema fisura en bloque



Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 11

## 3. Fisuras en arco

Son fisuras en forma de media luna (o más precisamente de cuarto creciente) que apuntan en la dirección de las fuerzas de tracción de las ruedas sobre el pavimento. Las fisuras en arco no necesariamente apuntan en el sentido del tránsito. Por ejemplo, si se frena el vehículo cuesta abajo, la dirección de las fisuras está cuesta arriba.

Figura No. 4: Esquema fisura en arco.

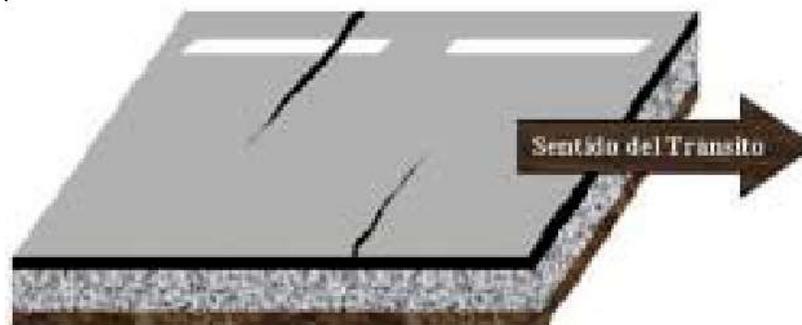


Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 12

#### 4. Fisuras transversales

Las fisuras transversales, se extiende a través de la superficie del pavimento, formando un ángulo aproximadamente recto con el eje de la carretera, afectando así todo el ancho del carril.

Figura No. 5: Esquema fisuras transversales



Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 13

Estas fallas en la estructura del pavimento se localizan con niveles de severidad bajo y medio ya que se encuentran fisuras tanto selladas y sin sellar con un promedio entre 3 y 6m de longitud, y en algunos casos rodeadas de ramificaciones o fisuras erráticas.

## 5. Fisuras y grietas longitudinales

Este tipo de fallas consiste en fracturas que se extienden a través de la superficie del pavimento, paralelamente al eje de la carretera. Se localizaron en las huellas de canalización del tránsito, en el eje central y en los bordes de la carretera.

Figura No. 6: Esquema fisura y grietas longitudinales



Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 14

Presentándose en niveles variados de severidad (fisuras selladas y sin sellar con ancho promedio de 3mm y mayor a 6mm) a lo largo de los 38.10 Km de longitud pertenecientes al tramo de carretera en estudio.

## 6. Ahuellamiento

El ahuellamiento consiste en una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Esta falla indica una insuficiencia estructural del pavimento o una deficiente estabilidad del sistema sub-rasante-pavimento. En algunos casos se hace más evidente cuando la mezcla asfáltica se desplaza formando un cordón a cada lado del área deprimida.

Figura No. 7: Esquema deformación ahuellamiento



Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 16

## 7. Hundimiento

El asentamiento consiste en la depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo. En el tramo de carretera en estudio se encontraron asentamientos, los cuales se presentaban con un nivel alto de severidad, lo que provoca en los conductores de los vehículos que transitan una incomodidad, teniendo que reducir la velocidad por razones de seguridad.

Figura No. 8: Esquema deformación hundimiento



Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 20

## 8. Baches

Este tipo de falla consiste en la desintegración total de la superficie de rodadura que puede extenderse a otras capas del pavimento, formando una cavidad de bordes y profundidades irregulares.

Figura No. 9: Esquema desintegración - Bache

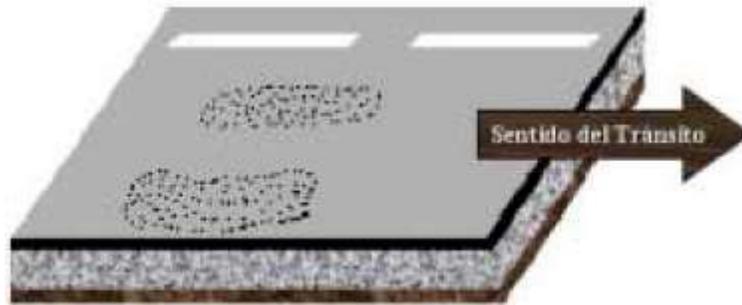


Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 21

## 9. Peladura

Desintegración superficial de la carpeta asfáltica como consecuencia de la pérdida de ligante bituminoso y del desprendimiento del agregado pétreo, aumentando la textura del pavimento y exponiendo cada vez más los agregados a la acción del tránsito y clima.

Figura No. 10: Esquema desintegración - Peladura

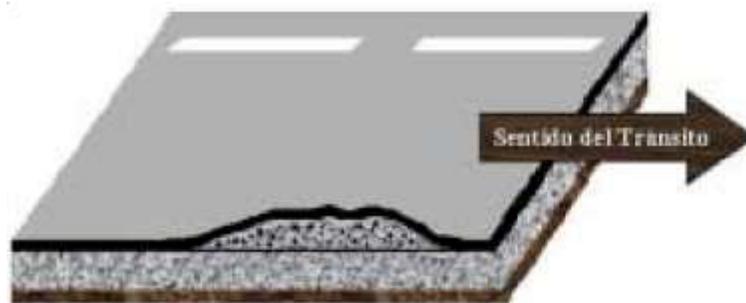


Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 22

## 10. Desintegración de bordes

Consiste en la progresiva destrucción de los bordes del pavimento por la acción del tránsito. Se hace particularmente manifiesto en pistas con hombros no pavimentados, en las que existe una significativa porción de vehículos que acceden del hombro al pavimento o en el sentido contrario.

Figura No. 11: Esquema desintegración de bordes



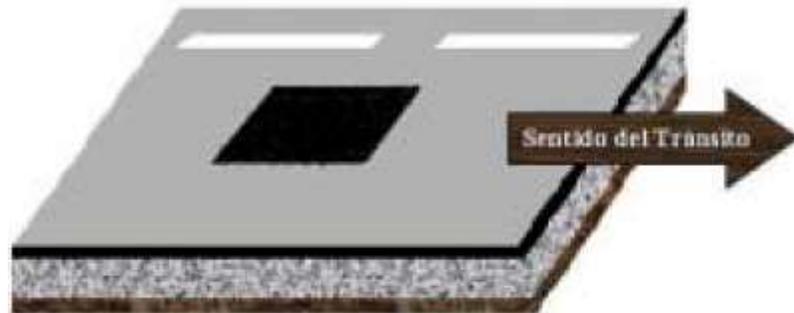
Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 23

## 11. Parchados

Este tipo de procedimiento consiste en remover y reemplazar el pavimento original con mezcla nueva de igual espesor y buena calidad. En general las áreas parchadas tienen un comportamiento inferior al pavimento original y en muchos

casos son el origen de una mayor rugosidad del pavimento o de nuevas fallas en el mismo o en el área adyacente, particularmente cuando su ejecución es defectuosa.

Figura No. 12: Esquema otro tipo de falla – Parche.



Fuente: Catalogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. Tomo 3. Año 2000 Pag 25

Se destacan parches con nivel de severidad bajo, medio y alto a lo largo del tramo de carretera en estudio y en algunos casos donde se realizó el remplazo del pavimento, fue colocada mezcla asfáltica elaborada en frio.

Mediante inspecciones visuales se identifica el tipo de falla y el nivel de severidad presente en la estructura del pavimento, posteriormente se procede a establecer las pruebas de laboratorios más optimas según sea el caso y una vez obteniendo estos resultados, se determinan las causas que originaron el daño en el tramo de carretera con el fin de plantear soluciones a dicha problemática.

A continuación, y en base al Manual de Principios de Construcción de Pavimento de Mezcla Asfáltica dn Caliente, Serie de Manuales No.22(MS-22), se presentan los problemas típicos en la estructura de pavimento y sus posibles causas.

TABLA N° 3: Problemas típicos en la estructura de pavimento.

| Capa ligante insuficiente o no-uniforme | Capa ligante, o de imprimación, inadecuadamente curada | Mezcla muy gruesa | Exceso de finos en la mezcla | Insuficiente estado | Exceso de árido | Mezcla inadecuadamente proporcionada | Cargas no-satisfactorias | Exceso de humedad en la mezcla | Mezcla demasiado caliente o quemada | Mezcla demasiado fina | Operación mala de rodado | Flotador en mala condición | Demasiada humedad en la subbase | Demasiada capa ligante o de imprimación | Demasiado rastroleo manual | Mano de obra descuidada o sin experiencia | Demasiada segregación en la colocación | Operación muy rápida de la máquina terminadora |  |
|---|--|-------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|---|----------------------------|---|--|--|--|
|   |  |                   |                              |                     | X               | X                                    | X                        |                                |                                     |                       |                          |                            |                                 | X                                       |                            |   |  |  | Exudación  |
|   |  |                   | X                            |                     |                 |                                      |                          | X                              | X                                   |                       |                          |                            |                                 |   |                            |   |  |  | Apariencia pálida y muerta                         |
|   |  |                   |                              |                     | X               | X                                    | X                        |                                |                                     |                       |                          |                            |                                 | X                                       |                            |   | X                                      |  | Puntos ricos o grasos                              |
|   | X  | X                 |                              |                     | X               | X                                    |                          |                                |                                     | X                     | X                        | X                          |                                 |   |                            | X   | X                                      | X  | Mala textura superficial                           |
| X                                       | X  | X                 |                              |                     | X               | X                                    |                          |                                |                                     | X                     | X                        | X                          |                                 | X                                       | X                          | X   | X                                      | X  | Superficie aspera desigual                         |
|   |  | X                 | X                            |                     | X               | X                                    |                          |                                |                                     | X                     | X                        | X                          |                                 | X                                       | X                          | X   | X                                      | X  | Desmoronamiento o carcomido                        |
|   |  | X                 |                              |                     |                 |                                      |                          |                                |                                     | X                     | X                        | X                          |                                 | X                                       | X                          | X   | X                                      | X  | Juntas desiguales                                  |
|   |  |                   | X                            |                     | X               | X                                    |                          |                                |                                     | X                     |                          |                            |                                 |   |                            | X   |  |  | Marcas de la cilindadora                           |
| X                                       | X  |                   | X                            |                     | X               | X                                    | X                        |                                |                                     |                       | X                        | X                          |                                 |   |                            | X   |  |  | Ondulaciones o Desplazamiento                      |
|   |  |                   | X                            | X                   | X               |                                      |                          |                                |                                     |                       |                          | X                          |                                 |   |                            |   |  |  | Agrietamiento (muchas grietas finas)               |
|   |  |                   |                              |                     |                 |                                      |                          |                                |                                     |                       |                          | X                          |                                 |   |                            |   |  |  | Agrietamiento (grietas largas y grandes)           |
|   | X  |                   |                              |                     | X               |                                      |                          |                                |                                     | X                     | X                        | X                          |                                 |   |                            |   |  |  | Rocas fracturadas por la cilindadora               |
|   | X  | X                 | X                            |                     | X               |                                      |                          | X                              | X                                   | X                     | X                        |                            |                                 |   |                            |   | X                                      | X  | Abetimiento de la superficie durante la colocación |
| X                                       | X  | X                 | X                            | X                   | X               | X                                    |                          | X                              | X                                   |                       |                          | X                          | X                               |   |                            |   |  |  | Deslizamiento de la superficie sobre la base       |

FUENTE: Principios de construcción de pavimento de Mezcla Asfáltica en caliente. Serie de Manuales N°.22 (MS-22).

Mediante esquemas e ilustraciones del Catálogo centroamericano de daños a pavimentos viales Tomo 3, se presentan: los tipos de fallas más comunes presentes en pavimentos asfálticos, su respectiva clasificación, definición, las posibles causas, el nivel de severidad y el respectivo método de medición para cada tipo de daño.

### 3.7 Métodos de mantenimiento y reparación

El propósito de los métodos de mantenimiento no es reparar completamente el daño del pavimento, sino mantener su serviciabilidad por medio de reparaciones

temporales. Los métodos de mantenimiento para el pavimento asfáltico se clasifican a continuación:

- Bacheo
- Llenado y sellado de grietas
- Tratamiento superficial

El propósito de los métodos de reparación (reconstrucción) es incrementar la capacidad estructural con reparaciones drásticas. Los principales métodos incluyen sobre capa, fresado y sobre capa, reconstrucción y reciclado en el lugar.

- **Sobrecapa:** El método de sobre capa es adecuado para casos cuando aparecen muchas grietas sobre la superficie del camino y la reparación temporal del daño no evitará el daño general en un futuro cercano, o cuando el espesor del pavimento es insuficiente a causa del incremento del volumen de tránsito.
- **Fresado y sobrecapa:** Con el método de fresado y sobre capa, la parte de la mezcla de asfalto del pavimento existente que se encuentra dañada es removida y se aplica una sobre capa a la superficie. Hay dos métodos disponibles: el reemplazo con mezcla nueva de igual espesor que la capa removida, y la adición de una sobre capa que tenga el espesor necesario. El procedimiento de diseño a seguir son los descritos anteriormente, según se aplique.
- **Reconstrucción:** Si el daño se considera demasiado serio para que la reparación temporal mantenga con suficiente calidad al pavimento, entonces, el pavimento debe de reemplazarse.
- **Reciclado en el lugar:** El propósito de este método es el uso efectivo de los recursos y la prevención de un incremento de desechos (gasto inútil) durante las operaciones de reparación. Se puede utilizar, este método, en cualquier situación donde: sobre capa, fresado y sobre capa o reconstrucción sean necesarios, con la condición que los materiales del pavimento existente estén en estado de ser reciclados. (Fuente: Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras Edición 2010, Cap 2)

TABLA N°4: Mantenimiento y reparación de carreteras según el tipo de falla.

| <b>CLASIFICACIÓN</b>                               | <b>MÉTODO DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN</b>   |
|--|---|
| <b>Grietas finas</b>                               | Sellado de grietas; las fisuras relativamente largas tales como las fisuras de juntas de construcción, deben de llenarse con asfalto después de realizar un corte en V. |
| <b>Grietas lineales</b>                            | Las grietas lineales debido a grietas en las capas inferiores deben de fresarse y remplazarse parcialmente  |
| <b>Irregularidad en la vecindad de estructuras</b> | Bacheo, reconstrucción parcial  |
| <b>Roderas</b>                                     | Fresado de la sección con protuberancia, sobre carpeta después del fresado, reciclado en el lugar, reconstrucción, si las condiciones de la superficie lo justifican.   |
| <b>Rugosidad longitudinal<br/>Corrugación</b>      | Capa de sello. capa de nivelación   |
| <b>Protuberancias</b>                              | Fresado de la sección con protuberancias  |
| <b>Depresiones</b>                                 | Bacheo, reconstrucción parcial  |
| <b>Llorado de asfalto</b>                          | Regado de piedra triturada o arena gruesa   |
| <b>Desprendimiento de agregados</b>                | Bacheo, capa de sello, capa de nivelación, sobre capa, reciclado en el lugar  |
| <b>Pulido de superficie</b>                        | Capa de sello, Capa de nivelación, estriado.  |
| <b>Exfoliación</b>                                 | Bacheo, reconstrucción parcial  |
| <b>Baches(hoyos)</b>                               | Bacheo, reconstrucción parcial  |
| <b>Segregación<br/>Envejecimiento</b>              | Capa de sello, capa de nivelación, mortero asfáltico, sobre capa  |
| <b>Piel de cocodrilo</b>                           | Capa de sello, capa de nivelación, sobre capa, fresado y sobre capa, reconstrucción, reciclado en el lugar  |

Fuente: Catálogo Centroamericano de Daños a Pavimentos Viales TOMO 3 Seccion 300 Pag 103

## **IV. DISEÑO METODOLOGICO**

### **4.1 Tipo de investigación**

En esta investigación exploratoria se pretende tener un primer acercamiento al problema y determinar las posibles causas del deterioro de la estructura de pavimento del tramo: “Empalme Niquinohomo- entrada zona franca Hansae” correspondiente a la carretera Niquinohomo – Catarina. se evaluará de manera descriptiva a través de la inspección visual, las condiciones de deterioro existentes en los 1.2 kilómetros que se están estudiando. Para determinar la clasificación de las patologías y el grado de severidad, se hará uso del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras, Tomo III Catalogo centroamericano de daños a pavimentos viales.

### **4.2 Estudio de tránsito**

Se realizará el aforo vehicular en un tiempo de doce horas (periodo de 6:00 am – 6:00 pm) a lo largo de tres (03) días sobre el tramo estudiado, para así obtener el Tránsito Promedio Diaria Anual (TPDA) utilizando los factores de ajuste del Anuario del MTI.

Con los datos de aforo y el SIECA 2004 2da edición, se procede con la determinación del nivel de servicio del tramo en estudio, para ello se toman en consideración el Volumen de tránsito en la hora pico (Volumen Horario de Máxima Demanda); Factor de hora pico (FHP); Composición de tránsito (porcentaje de vehículos livianos, autobuses, camiones y vehículos recreativos); Distribución direccional del tránsito; tipo de terreno, conocido por observación o resultados del estudio preliminar; las características de la sección longitudinal de una carretera pueden establecerse a través del porcentaje de dicha carretera, el ancho de carriles y hombros (metros).

### **4.3 Clasificación de las fallas y nivel de severidad**

Se realizará el inventario de las patologías que se encuentran dentro de los 1.2 kilómetros estudiados, a través, del levantamiento In Situ. Para ello se dispondrá de fotografías, cinta para tomar la dimensión (longitud y/o área) del tramo afectado.

Haciendo uso del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras, Tomo III Catalogo centroamericano de daños a pavimentos viales, determinaremos el nivel o grado de severidad de cada patología.

#### **4.4 Análisis de posibles causas de origen de las fallas en la estructura de pavimento del tramo en estudio**

Haciendo uso de los parámetros de referencia contenidos en el Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras, Tomo III Catalogo centroamericano de daños a pavimentos viales, se establecerán las posibles causas de falla o deterioro en la estructura de pavimento del tramo en estudio.

En la visita realizada al tramo en estudio, se realizó inspección visual minuciosa con las cuales se puede decir que la estructura de pavimento del tramo de carretera en estudio actualmente presenta un sin número de fallas notables en la carpeta de rodamiento asfáltica, representando para los usuarios de la vía una incomodidad e inseguridad en toda su longitud que corresponde a 1.2 Km.

#### **4.5 Propuesta de soluciones generales**

Como parte final, se plantearon propuestas generales de solución ante la problemática o fallas existentes en el pavimento del tramo de carretera estudiado. Para ello, se hizo uso de recomendaciones y especificaciones del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras, Tomo III Catalogo centroamericano de daños a pavimentos viales.

## V. DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1 Estudio de tránsito

El tramo en estudio se encuentra localizado exactamente entre el Km 53 y Km 43 sobre la Carretera Niquinomo – Catarina, jurisdicción de Masaya y tiene una extensión de 1.20 kilómetros, y sobre esta vía se localiza gran cantidad de locales de tipo artesanal, centros educativos, así como+ también viviendas.

Figura No. 13: Tramo en estudio de 1.2 kilómetros, ubicado carretera Niquinohomo – Catarina, Km 53, Departamento de Masaya.



Fuente: Pagina web, [www.google.com/map](http://www.google.com/map).

Link: <https://earth.google.com/web/@11.9068356,86.08480338,474.1581836a,1427.36000793d,35y,-0h,0t,0r>

### 5.1.1 Condiciones del tramo en estudio

| CONDICION                                       | TRAMO EN ESTUDIO     | REFERENCIA  |
|---|----------------------|---|
| Longitud de la vía:                             | 1.20 kilómetros      | Del empalme Niquinohomo – Entrada Zona Franca -   |
| Clasificación del tramo:                        | Colectora Principal  | Red vial de Nicaragua 2020, Inventario de Infraestructura de transporte MTI   |
| Tipo y Pendiente del terreno                    | Plano (menor del 1%) | Anexo: Tabla No. 1: Pendiente del tramo en estudio.   |
| Derecho de vía actual:                          | 18 metros            | Levantamiento in situ   |
| % Restricción de paso                           | 100%                 | Anexo Tabla No. 04: Nivel de Servicio (V/C) para carretera de dos carriles.   |
| Factores de ajuste por Distribución Direccional | 1.00 (50/50)         | Anexo Tabla No. 05: Factores de ajuste por Distribución Direccional del Tránsito en Carretera de dos Carriles                       |
| Ancho de carril:                                | 3.50 metros          | Anexo Tabla No. 06: Factores de ajuste por efecto combinado de carriles angostos y hombros restringidos, carretera de dos carriles. |

### 5.1.2 Aforo vehicular

El conteo y la clasificación vehicular del tramo “Empalme Niquinohomo- entrada zona franca Hansae” correspondiente a la carretera Niquinohomo – Catarina, se realizó con un aforo manual de observación directa, registrando el número de vehículos que circulaban directamente sobre papel, en un período de 3 días consecutivos, iniciando el día martes 24 de enero del 2023 y finalizando el jueves 26 de enero del mismo año, en un horario de 12 horas de 6:00 AM a 6:00 PM.

Este aforo se efectuó directamente en la estación 0+600, ya que es el punto medio del tramo estudiado y por donde circula mayormente el tránsito vehicular. La información obtenida en dicho conteo proporciona un porcentaje de los diferentes tipos de vehículos que circulan por el camino existente, la cual es de vital importancia para el diseño de la estructura de pavimento. (Ver Anexos, Levantamiento / aforo vehicular)

Para obtener resultados adecuados, se contó y clasificó el cien por ciento de los vehículos que circula en ambas direcciones de la estación de conteo. Para obtener el Tráfico Promedio Diurno Semanal (TPDIS) fue necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$\mathbf{TPDIS = Total\ vehiculos / T}$$

Ecuación No. 4, FUENTE:  
"Ingeniería de Tránsito",  
Edición 2009, Cal y Mayor

Donde:

Total de vehículos= es la sumatoria de todos los vehículos contados durante el aforo (por categorías).

T = es el tiempo que duro el aforo en el día (3dias)

- Ejemplo del cálculo:

$$\mathbf{TPDIS (autos) = \frac{4,261}{3} = 1,420.33 \approx 1,421 autos}$$

Como se aprecia en la Tabla N° 5, una vez que se obtuvo el consolidado del conteo vehicular, se procedió a determinar el Tránsito Promedio Diurno Semanal (TPDIS) correspondiente al tramo en estudio.

TABLA N°5: Resumen aforo vehicular Km. 53.40 Carretera Niquinohomo – Catarina

| Ubicación :Est 0+600   |                             |            |           |            |                   |                    |           | Fecha Martes 24 al Jueves 26 de Enero del 2023 |           |           |           |           |           |           |                  |
|--|-----------------------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| Tramo de estudio: Empalme Niquinohomo - entrada zona Franca Hansae |                             |            |           |            |                   |                    |           |  |           |           |           |           |           |           |                  |
| Dias   | Vehículos de Pasajeros      |            |           |            |                   |                    |           | Vehículos de Carga                             |           |           |           |           |           |           | Total veh/12 hrs |
|  | Motos                       | Autos      | Jeep      | Cam.       | Microbús <15 Pas. | Microbús 15-30 as. | Bus 30+   | Liv 2-5t                                       | C2 5+ t   | C3        | C4        | T3-S1     | T3-S2     | T3-S3     |                  |
| <b>Martes 24</b>   | 3,281                       | 1,392      | 25        | 1,107      | 121               | 219                | 245       | 525  | 152       | 53        | 14        | 1         | 76        | 22        | 7,233            |
| <b>Miércoles 25</b>  | 3,770                       | 1,458      | 39        | 1,048      | 87                | 231                | 241       | 486  | 257       | 33        | 0         | 0         | 89        | 11        | 7,750            |
| <b>Jueves 26</b>   | 3,775                       | 1,411      | 58        | 1,177      | 114               | 232                | 249       | 525  | 322       | 38        | 1         | 0         | 80        | 8         | 7,990            |
| <b>Total / veh.</b>  | 10,826                      | 4,261      | 122       | 3,332      | 322               | 682                | 735       | 1,536  | 731       | 124       | 15        | 1         | 245       | 41        | 22,973           |
| <b>Total</b>   | <b>20,280</b>               |            |           |            |                   |                    |           | <b>2,693</b>                                   |           |           |           |           |           |           | <b>22,973</b>    |
| <b>Veh/12hr,% por Tipo</b>   | <b>47%</b>                  | <b>19%</b> | <b>1%</b> | <b>15%</b> | <b>1%</b>         | <b>3%</b>          | <b>3%</b> | <b>7%</b>                                      | <b>3%</b> | <b>1%</b> | <b>0%</b> | <b>0%</b> | <b>1%</b> | <b>0%</b> | <b>100%</b>      |
|  | <b>85%</b>                  |            |           |            |                   |                    |           | <b>15%</b>                                     |           |           |           |           |           |           |                  |
|  | <b>% Vehículos Livianos</b> |            |           |            |                   |                    |           | <b>% Vehículos Pesados</b>                     |           |           |           |           |           |           |                  |

FUENTE: Elaboración propia

De este aforo resultó, 7,663 vehículos (12 Horas) y un total Diurno Semanal de 22,973 vehículos.

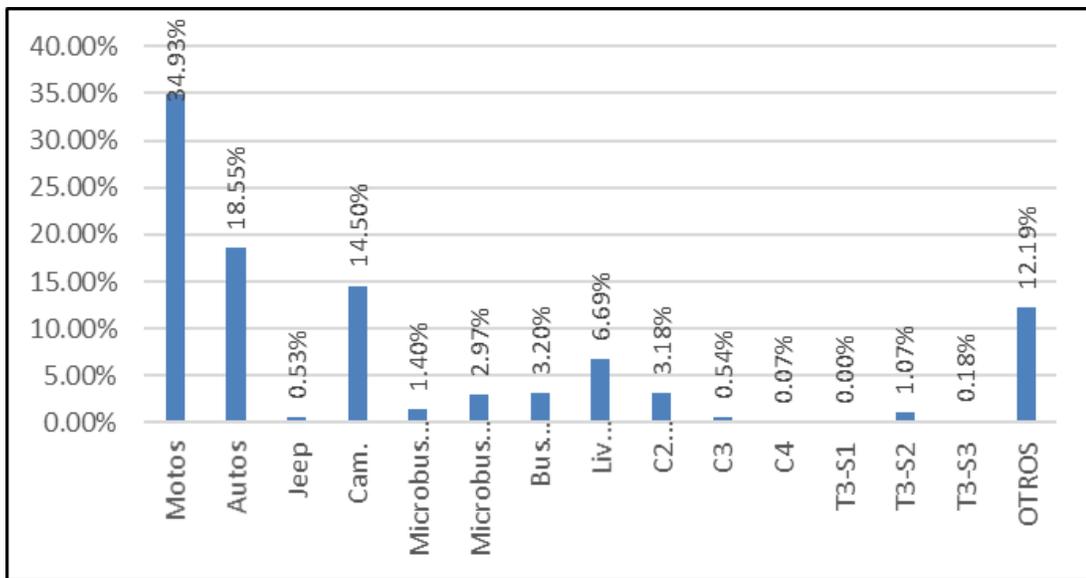
TABLA N°6: Resumen del Transito Promedia Diario del tramo Carretera Niquinohomo – Catarina

| Ubicación :Est. 0+600  |                             |              |              |              |                   |                    |              | Fecha Martes 24 de Enero al Jueves 26 de Enero del 2023 |              |              |              |              |              |              |               |
|--|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|--------------------|--------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Tramo de estudio: Empalme Niquinohomo - entrada zona Franca Hansae |                             |              |              |              |                   |                    |              |   |              |              |              |              |              |              |               |
| Descripción  | Vehículos de Pasajeros      |              |              |              |                   |                    |              | Vehículos de Carga                                      |              |              |              |              |              |              | Totales       |
|  | Motos                       | Autos        | Jeep         | Cam          | Microbus <15 pas. | MiniBus 15-30 pas. | Bus 30+      | Liv. 2-5t   | C2 5+ t.     | C3           | C4           | T3-S1        | T3-S2        | T3-S3        |               |
| Total Veh/12hrs  | 10826                       | 4261         | 122          | 3332         | 322               | 682                | 735          | 1536  | 731          | 124          | 15           | 1            | 245          | 41           | 22973         |
| TP(D)  | 3609                        | 1421         | 41           | 1111         | 108               | 228                | 245          | 512   | 244          | 42           | 5            | 1            | 82           | 14           | 7663          |
| <b>%TP(D)</b>  | <b>15.71%</b>               | <b>6.19%</b> | <b>0.18%</b> | <b>4.84%</b> | <b>0.47%</b>      | <b>0.99%</b>       | <b>1.07%</b> | <b>2.23%</b>  | <b>1.06%</b> | <b>0.18%</b> | <b>0.02%</b> | <b>0.00%</b> | <b>0.36%</b> | <b>0.06%</b> | <b>33.36%</b> |
|  | <b>28%</b>                  |              |              |              |                   |                    |              | <b>5%</b>   |              |              |              |              |              |              |               |
|  | <b>% Vehículos Livianos</b> |              |              |              |                   |                    |              | <b>% Vehículos Pesados</b>                              |              |              |              |              |              |              |               |

FUENTE: Elaboración propia

Como puede observarse en la Gráfica No. 1, en la categoría de vehículos de pasajeros, las más representativas son las motocicletas constituyendo un 34.93% (2,645vpd), ya que son los medios de transporte que utilizan los habitantes de dicha zona para movilizarse; también los autos tienen una circulación constante con 18.55% (1,420vpd) debido a que les permite movilizarse con mayor facilidad. Dentro de los vehículos de carga, el tipo Liviano de 2-5 TON es el más recurrente con un 6.69% (512vpd), al ser utilizado principalmente para transporte de materiales de construcción en el tramo en estudio.

GRAFICO N°1: Resumen aforo vehicular Carretera Niquinohomo – Catarina



FUENTE: Elaboración propia.

Los medios como mototaxis (caponeras tipo motocicletas), que representan el 12.19% (934vpd) del medio más utilizado por los pobladores circundantes están siendo agregadas en la calificación de “MOTOS”, esto por ser un medio de transporte liviano, pero que no logra llegar al peso de un vehículo liviano.

### 5.1.3 Tránsito promedio diario anual (TPDA)

Ahora se procede al cálculo del TPDA para cada una de las categorías de los vehículos que se contaron durante el aforo vehicular, este valor es una medida del promedio de vehículos diarios que circulan basándose en un año.

Para establecer el PTDA, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\mathbf{TPDA} = TP(D)_{12 \text{ horas}} * F_D * F_S * F_E$$

Ecuación No. 5, FUENTE:  
"Ingeniería de Tránsito",  
Edición 2009, Cal y Mayor

Donde:

TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual.

TP(D)12hrs: Tránsito Promedio Diurno de 12 horas.

FD: Factor día.

FS: Factor semana

FE: Factor expansión.

El tramo en estudio se localiza en la zona del pacifico, en el Departamento de Masaya, sienta el tramo que comunica a los Municipio de Niquinohomo y Catarina. A partir de estos datos iniciales, se identificó la siguiente información:

- Vector geográfico (R) = R1 – PS (Pacífico Sur): Masaya, Granada, Carazo y Rivas.
- Estación de mayor cobertura (EMC) = para determinar cuál será la EMC a utilizar, se comparan los porcentajes vehiculares obtenidos en el aforo vehicular, contra los porcentajes vehiculares de las EMC que se muestran en la página N° 13 del Anuario de Aforos de Tráfico 2020 del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI): Los porcentajes obtenidos en el aforo vehicular para el tramo en estudio fueron de 85% para vehículos livianos y 15% para vehículos pesados, sienta la estación de mayor cobertura más próxima la NIC-18A, Est. 401 Masaya – Granada. (Ver tabla N° 16 y N° 17 en anexos)
- Estación de Corta Duración (ECD) = Una vez seleccionada la estación de mayor cobertura, se procede a seleccionar la ECD, para ello se utilizó las dependencias del Anuario vehicular 2020 (Ver Tabla N° 18 en anexos), seleccionando la 1804, NIC-18A, Masatepe – Catarina, por tener los porcentajes más próximos a los levantados en el aforo vehiculare realizado al tramo en estudio

Para estimar el valor del TPDA correspondiente a los datos obtenidos de los conteos en las estaciones de corta duración, se utilizan los actores obtenidos en el Anuario de Aforos de Tráfico 2020, después de establecer características similares con el comportamiento del tráfico del aforo realizado en el tramo de estudio.

Los Factores de Ajustes están divididos en cuatrimestres: de enero a abril, de mayo a agosto y de septiembre a diciembre. Debido a que el conteo para este estudio, fue realizado en el mes de enero, mes que corresponde al primer cuatrimestre del año, se deben tomar los factores de ajustes del primer cuatrimestre correspondiente al periodo entre enero y abril. (Ver tabla 19 Anexos).

Calculo del TPDA:

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>TPDA (motos)</b> = 3,609 * 1.33 * 0.94 * 0.98               | <b>= 4,422 moto por día</b>    |
| <b>TPDA (autos)</b> = 1,421 * 1.34 * 0.95 * 1.06               | <b>= 1,918 autos por día</b>   |
| <b>TPDA (jeep)</b> = 41 * 1.23 * 0.95 * 1.14                   | <b>= 55 jeep por día</b>       |
| <b>TPDA (camioneta)</b> = 1,111 * 1.35 * 0.94 * 0.99           | <b>= 1,396 camion. por día</b> |
| <b>TPDA (microbus &lt; 15 pas.)</b> = 108 * 1.33 * 0.90 * 1.05 | <b>= 136 microbus por día</b>  |
| <b>TPDA (minibus)</b> = 228 * 1.30 * 0.95 * 1.02               | <b>= 288 minibus por día</b>   |
| <b>TPDA (bus)</b> = 245 * 1.25 * 0.93 * 1.05                   | <b>= 300 buses por día</b>     |
| <b>TPDA (liv. 2. 5 TON)</b> = 512 * 1.27 * 0.86 * 0.96         | <b>= 537 V. liv. por día</b>   |
| <b>TPDA (C2)</b> = 244 * 1.41 * 0.89 * 0.89                    | <b>= 273 C2 por día</b>        |
| <b>TPDA (C3)</b> = 42 * 1.39 * 0.88 * 1.05                     | <b>= 54 C3 por día</b>         |
| <b>TPDA (C4)</b> = 5 * 1.00 * 1.00 * 1.00                      | <b>= 5 C4 por día</b>          |
| <b>TPDA (T3 – S1)</b> = 1 * 1.00 * 1.00 * 1.00                 | <b>= 1 por día</b>             |
| <b>TPDA (T3 – S2)</b> = 82 * 1.52 * 0.88 * 0.99                | <b>= 109 por día</b>           |
| <b>TPDA (T3 – S3)</b> = 14 * 1.52 * 0.88 * 0.99                | <b>= 19 por día</b>            |

A continuación, se presentan los resultados del cálculo del TPDA 2023, haciendo uso de los factores de ajuste:

TABLA N°7: Factores de ajuste del primer cuatrimestre del año enero - abril

| Ubicación :Est 0+600   |                             |        |       |        |                   |                      |         | Fecha Martes 24 de Enero al Jueves 26 de Enero del 2023   |         |       |       |       |       |       |              |
|--|-----------------------------|--------|-------|--------|-------------------|----------------------|---------|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Tramo de estudio: Empalme Niquinohomo - entrada zona Franca Hansae |                             |        |       |        |                   |                      |         | Sentido: Empalme Niquinohomo - entrada zona Franca Hansae |         |       |       |       |       |       |              |
| Descripción  | Vehículos de Pasajeros      |        |       |        |                   |                      |         | Vehículos de Carga  |         |       |       |       |       |       | Totales      |
|  | Motos                       | Autos  | Jeep  | Cam    | Microbus <15 Pas. | MiniBuses 15-30 Pas. | Bus 30+ | Liv.2-5t  | C2 5+t. | C3    | C4    | T3-S1 | T3-S2 | T3-S3 |              |
| TP(D)  | 3609                        | 1421   | 41    | 1111   | 108               | 228                  | 245     | 512   | 244     | 42    | 5     | 1     | 82    | 14    | 7,663        |
| Factor Día   | 1.33                        | 1.34   | 1.23  | 1.35   | 1.33              | 1.3                  | 1.25    | 1.27  | 1.41    | 1.39  | 1.00  | 1.00  | 1.52  | 1.52  |              |
| Factor Semana  | 0.94                        | 0.95   | 0.95  | 0.94   | 0.9               | 0.95                 | 0.93    | 0.86  | 0.89    | 0.88  | 1.00  | 1.00  | 0.88  | 0.88  |              |
| Factor Expansión   | 0.98                        | 1.06   | 1.14  | 0.99   | 1.05              | 1.02                 | 1.05    | 0.96  | 0.89    | 1.05  | 1.00  | 1.00  | 0.99  | 0.99  |              |
| TPDA Vpd   | 4422                        | 1918   | 55    | 1396   | 136               | 288                  | 300     | 537   | 273     | 54    | 5     | 1     | 109   | 19    | <b>9,513</b> |
| %TPDA  | 46.48%                      | 20.16% | 0.58% | 14.67% | 1.43%             | 3.03%                | 3.15%   | 5.64%   | 2.87%   | 0.57% | 0.05% | 0.01% | 1.15% | 0.20% |              |
|  | <b>86%</b>                  |        |       |        |                   |                      |         | <b>14%</b>  |         |       |       |       |       |       | <b>100%</b>  |
|  | <b>% Vehículos Livianos</b> |        |       |        |                   |                      |         | <b>% Vehículos Pesados</b>                                |         |       |       |       |       |       |              |

FUENTE: Elaboración propia, en base a Anuario de Aforos de Tráfico 2020, página 379

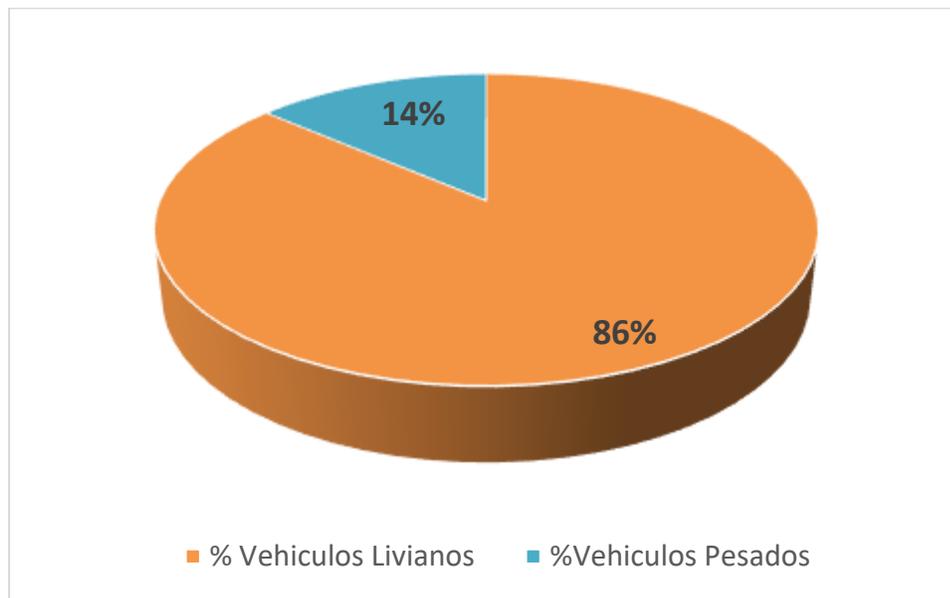
TABLA N°8: Resumen aforo vehicular Km. 53.40 Carretera Niquinohomo – Catarina

| Ubicación :Est. 0+600  |                        |             |            |             |                   |                   |            | Fecha Martes 24 de Enero al Jueves 26 de Enero del 2023   |            |            |           |           |            |           |                 |              |
|--|------------------------|-------------|------------|-------------|-------------------|-------------------|------------|---|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------------|--------------|
| Tramo de estudio: Empalme Niquinohomo - entrada zona Franca Hansae |                        |             |            |             |                   |                   |            | Sentido: Empalme Niquinohomo - entrada zona Franca Hansae |            |            |           |           |            |           |                 |              |
| Sentido del flujo vehicular  | Vehiculos de Pasajeros |             |            |             |                   |                   |            | Vehiculos de Carga  |            |            |           |           |            |           | Total Veh/12hrs | %Por Sentido |
|  | Motos                  | Autos       | Jeep       | Cam         | Microbus <15 Pas. | MiniBus 15-30 as. | Bus 30+    | Liv. 2-5t   | C2 5+ t.   | C3         | C4        | T3-S1     | T3-S2      | T3-S3     |                 |              |
| <b>Este - Oeste</b>  | 5965                   | 2365        | 63         | 1685        | 195               | 361               | 404        | 766   | 408        | 77         | 15        | 1         | 114        | 10        | 12429           | 54%          |
| <b>% Distribución</b>  | 48%                    | 19%         | 1%         | 14%         | 2%                | 3%                | 3%         | 6%  | 3%         | 1%         | 0%        | 0%        | 1%         | 0%        | 100%            |              |
| <b>Oeste - Este</b>  | 4861                   | 1896        | 59         | 1647        | 127               | 321               | 331        | 770   | 323        | 47         | 0         | 0         | 131        | 31        | 10544           | 46%          |
| <b>% Distribución</b>  | 46%                    | 18%         | 1%         | 16%         | 1%                | 3%                | 3%         | 7%  | 3%         | 0%         | 0%        | 0%        | 1%         | 0%        | 100%            |              |
| <b>Total Veh.</b>  | <b>10826</b>           | <b>4261</b> | <b>122</b> | <b>3332</b> | <b>322</b>        | <b>682</b>        | <b>735</b> | <b>1536</b>   | <b>731</b> | <b>124</b> | <b>15</b> | <b>1</b>  | <b>245</b> | <b>41</b> | <b>22973</b>    | <b>100%</b>  |
| <b>% Total Veh.</b>  | <b>47%</b>             | <b>19%</b>  | <b>1%</b>  | <b>15%</b>  | <b>1%</b>         | <b>3%</b>         | <b>3%</b>  | <b>7%</b>   | <b>3%</b>  | <b>1%</b>  | <b>0%</b> | <b>0%</b> | <b>1%</b>  | <b>0%</b> | <b>100%</b>     |              |

FUENTE: Elaboración propia

La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total. Según los resultados obtenidos a través del aforo vehicular y posterior procesamiento de los datos, se obtuvo que el tránsito se encuentra clasificado en su mayoría por vehículos livianos con un 86% y un 14% de vehículos pesados. A continuación, se muestran los porcentajes para cada una de las categorías que componen el tránsito de la zona.

GRAFICO N°2: Porcentajes por categorías que componen el tránsito de la zona.



FUENTE: Elaboración propia

Los resultados obtenidos del conteo por sentido de los tipos de vehículos que transitan la vía, son un porcentaje total del conteo realizado durante 3 días continuos y, en los que se observa poca variación 46/54, en cuanto a la cantidad de vehículos que circulan en ambas direcciones, lo que indica que el tránsito es balanceado.

## **5.2 Nivel de servicio del tramo de carretera estudiado**

Se define el Nivel de Servicio de un sector de una carretera de dos carriles como la calidad del servicio que ofrece esta vía a sus usuarios, que se refleja en grado de satisfacción o contrariedad que experimentan al usar la vía.

### **5.2.1 Cálculo del nivel de servicio**

Para realizar el cálculo del nivel de servicio del tramo en estudio, se debe de contar y verificar con las siguientes condiciones y datos de los estudios de tránsito y de las características de la carretera:

- Volumen de tránsito en la hora pico ( $v$ , en vehículos por hora).
- Factor de hora pico (FHP).
- Composición de tránsito (porcentaje de vehículos livianos, autobuses, camiones y vehículos recreativos).
- Distribución direccional del tránsito.
- Tipo de terreno, conocido por observación o resultados del estudio preliminar.
- Las características de la sección longitudinal de una carretera pueden establecerse a través del porcentaje de dicha carretera con visibilidades menores de 450 metros.
- Ancho de carriles y hombros (metros).

Las condiciones generales de operación para los niveles de servicio, se describen sumariamente de la siguiente manera:

TABLA N°9: Condiciones de Operación para Nivel de Servicio para Diseño.

| NIVEL DE SERVICIO | DESCRIPCIÓN   |
|-------------------|---|
| <b>A</b>          | Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación.                                     |
| <b>B</b>          | Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito.                                      |
| <b>C</b>          | Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad. |
| <b>D</b>          | Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar.   |
| <b>E</b>          | Flujo inestable, suceden pequeños embotellamientos.   |
| <b>F</b>          | Flujo forzado, condiciones de "pare y siga", congestión de tránsito.  |

FUENTE: SIECA 2004 2da edición. Página No. 2-16 (63)

Para el tramo en estudio, se establece las siguientes condiciones:

- Topografía: Plano (ver en anexos tabla N° 14, Cálculo de pendiente)
- Restricción de paso del 100%, esto por ser una carretera de 2 carriles con línea continua a todo lo largo de los 1.2 kilómetros en estudio.
- Factor de ajuste por factor direccional 50/50, esto por tener 46% en el sentido Oeste – Este y 54% en el sentido Este – Oeste.
- Factores de ajuste por efecto combinado de carriles de 0.70, ya que en tramo estudio tiene un ancho de carril de 3.65 m y cero metros para hombros (ver en anexos tabla N° 22)

El cálculo del flujo de servicio (Sfi) de la carretera se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$Sfi = 2800 * (v/c) * fd * fw * fhv$$

Ecuación No. 6, FUENTE:  
SIECA 2004 2da edición.  
Página No. 2-17 (64)

Donde:

- Sfi = Volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado.
- 2800 = Flujo de tránsito ideal en ambos sentidos, en vehículos por hora.
- v/c = Relación Volumen/ Capacidad del nivel de servicio.
- fd = Factor de distribución direccional del tránsito.
- fw = Factor para anchos de carril y hombros.
- fhv = Factor de vehículos pesados.

Los factores correspondientes de: v/c, fd, fw, son tomados del SIECA 2da. Edición. (Ver anexo, tablas N° 20, 21 y 23).

**Procedimiento para calcular el nivel de servicio:**

1. Calcular el factor de vehículos pesados (**f<sub>hv</sub>**), para cada nivel de servicio, de la siguiente ecuación:

$$f_{hv} = 1/[1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1) + PR(ER - 1)]$$

Ecuación No. 7, FUENTE: SIECA 2004 2da edición. Página No. 2-18 (65)

Donde:

PT: Porcentaje de camiones obtenidos el día de máxima demanda.

ET: Camiones Pesados

PB: Porcentaje de buses obtenidos el día de máxima demanda.

EB: Autobuses

PR: Porcentaje de vehículos recreativos obtenidos el día de máxima demanda.

ER: vehículos recreaciones

Las equivalencias en automóviles para Camiones Pesados (ET), para autobuses (EB) y vehículos recreaciones (ER), afectadas por el alineamiento horizontal son tomadas del Manual de Capacidades, ver Tabla N° 10 a continuación:

TABLA N°10: Porcentaje de Camiones Pesados (ET) y autobuses (EB)

| HORA           |                | BUS |     |           |        | CAMIONES |     |           |        |
|----------------|----------------|-----|-----|-----------|--------|----------|-----|-----------|--------|
| INICIO         | FIN            | E-0 | O-E | TOTAL     | %      | E-0      | O-E | TOTAL     | %      |
| 06:00:00 a. m. | 06:15:00 a. m. | 3   | 1   | <b>4</b>  | 0.0005 | 15       | 7   | <b>22</b> | 0.0028 |
| 06:15:00 a. m. | 06:30:00 a. m. | 1   | 2   | <b>3</b>  | 0.0004 | 13       | 3   | <b>16</b> | 0.002  |
| 06:30:00 a. m. | 06:45:00 a. m. | 2   | 2   | <b>4</b>  | 0.0005 | 14       | 10  | <b>24</b> | 0.003  |
| 06:45:00 a. m. | 07:00:00 a. m. | 7   | 2   | <b>9</b>  | 0.0011 | 7        | 6   | <b>13</b> | 0.0016 |
| 07:00:00 a. m. | 07:15:00 a. m. | 10  | 2   | <b>12</b> | 0.0015 | 5        | 10  | <b>15</b> | 0.0019 |
| 07:15:00 a. m. | 07:30:00 a. m. | 3   | 1   | <b>4</b>  | 0.0005 | 9        | 7   | <b>16</b> | 0.002  |
| 07:30:00 a. m. | 07:45:00 a. m. | 1   | 2   | <b>3</b>  | 0.0004 | 14       | 6   | <b>20</b> | 0.0025 |
| 07:45:00 a. m. | 08:00:00 a. m. | 3   | 2   | <b>5</b>  | 0.0006 | 33       | 8   | <b>41</b> | 0.0051 |
| 08:00:00 a. m. | 08:15:00 a. m. | 1   | 4   | <b>5</b>  | 0.0006 | 13       | 6   | <b>19</b> | 0.0024 |
| 08:15:00 a. m. | 08:30:00 a. m. | 3   | 3   | <b>6</b>  | 0.0008 | 13       | 6   | <b>19</b> | 0.0024 |
| 08:30:00 a. m. | 08:45:00 a. m. | 2   | 2   | <b>4</b>  | 0.0005 | 12       | 8   | <b>20</b> | 0.0025 |
| 08:45:00 a. m. | 09:00:00 a. m. | 3   | 2   | <b>5</b>  | 0.0006 | 11       | 11  | <b>22</b> | 0.0028 |
| 09:00:00 a. m. | 09:15:00 a. m. | 2   | 2   | <b>4</b>  | 0.0005 | 6        | 6   | <b>12</b> | 0.0015 |

| HORA           |                | BUS |     |            |        | CAMIONES |     |            |        |
|----------------|----------------|-----|-----|------------|--------|----------|-----|------------|--------|
| INICIO         | FIN            | E-0 | O-E | TOTAL      | %      | E-0      | O-E | TOTAL      | %      |
| 09:15:00 a. m. | 09:30:00 a. m. | 1   | 2   | 3          | 0.0004 | 11       | 8   | 19         | 0.0024 |
| 09:30:00 a. m. | 09:45:00 a. m. | 4   | 3   | 7          | 0.0009 | 18       | 10  | 28         | 0.0035 |
| 09:45:00 a. m. | 10:00:00 a. m. | 2   | 2   | 4          | 0.0005 | 6        | 12  | 18         | 0.0023 |
| 10:00:00 a. m. | 10:15:00 a. m. | 2   | 2   | 4          | 0.0005 | 7        | 14  | 21         | 0.0026 |
| 10:15:00 a. m. | 10:30:00 a. m. | 1   | 4   | 5          | 0.0006 | 12       | 6   | 18         | 0.0023 |
| 10:30:00 a. m. | 10:45:00 a. m. | 3   | 2   | 5          | 0.0006 | 12       | 12  | 24         | 0.003  |
| 10:45:00 a. m. | 11:00:00 a. m. | 2   | 2   | 4          | 0.0005 | 8        | 7   | 15         | 0.0019 |
| 11:00:00 a. m. | 11:15:00 a. m. | 4   | 1   | 5          | 0.0006 | 9        | 6   | 15         | 0.0019 |
| 11:15:00 a. m. | 11:30:00 a. m. | 1   | 1   | 2          | 0.0003 | 12       | 19  | 31         | 0.0039 |
| 11:30:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | 4   | 2   | 6          | 0.0008 | 13       | 6   | 19         | 0.0024 |
| 11:45:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | 2   | 1   | 3          | 0.0004 | 7        | 9   | 16         | 0.002  |
| 12:00:00 p. m. | 12:15:00 p. m. | 3   | 1   | 4          | 0.0005 | 9        | 14  | 23         | 0.0029 |
| 12:15:00 p. m. | 12:30:00 p. m. | 0   | 2   | 2          | 0.0003 | 9        | 5   | 14         | 0.0018 |
| 12:30:00 p. m. | 12:45:00 p. m. | 3   | 1   | 4          | 0.0005 | 10       | 6   | 16         | 0.002  |
| 12:45:00 p. m. | 01:00:00 p. m. | 2   | 4   | 6          | 0.0008 | 4        | 9   | 13         | 0.0016 |
| 01:00:00 p. m. | 01:15:00 p. m. | 4   | 3   | 7          | 0.0009 | 13       | 6   | 19         | 0.0024 |
| 01:15:00 p. m. | 01:30:00 p. m. | 3   | 3   | 6          | 0.0008 | 10       | 8   | 18         | 0.0023 |
| 01:30:00 p. m. | 01:45:00 p. m. | 4   | 2   | 6          | 0.0008 | 9        | 8   | 17         | 0.0021 |
| 01:45:00 p. m. | 02:00:00 p. m. | 1   | 1   | 2          | 0.0003 | 13       | 21  | 34         | 0.0043 |
| 02:00:00 p. m. | 02:15:00 p. m. | 7   | 3   | 10         | 0.0013 | 7        | 20  | 27         | 0.0034 |
| 02:15:00 p. m. | 02:30:00 p. m. | 4   | 1   | 5          | 0.0006 | 10       | 6   | 16         | 0.002  |
| 02:30:00 p. m. | 02:45:00 p. m. | 1   | 3   | 4          | 0.0005 | 20       | 10  | 30         | 0.0038 |
| 02:45:00 p. m. | 03:00:00 p. m. | 2   | 1   | 3          | 0.0004 | 11       | 8   | 19         | 0.0024 |
| 03:00:00 p. m. | 03:15:00 p. m. | 3   | 3   | 6          | 0.0008 | 7        | 6   | 13         | 0.0016 |
| 03:15:00 p. m. | 03:30:00 p. m. | 1   | 2   | 3          | 0.0004 | 19       | 18  | 37         | 0.0046 |
| 03:30:00 p. m. | 03:45:00 p. m. | 2   | 4   | 6          | 0.0008 | 11       | 17  | 28         | 0.0035 |
| 03:45:00 p. m. | 04:00:00 p. m. | 1   | 3   | 4          | 0.0005 | 6        | 10  | 16         | 0.002  |
| 04:00:00 p. m. | 04:15:00 p. m. | 4   | 3   | 7          | 0.0009 | 11       | 15  | 26         | 0.0033 |
| 04:15:00 p. m. | 04:30:00 p. m. | 2   | 1   | 3          | 0.0004 | 4        | 14  | 18         | 0.0023 |
| 04:30:00 p. m. | 04:45:00 p. m. | 2   | 1   | 3          | 0.0004 | 8        | 16  | 24         | 0.003  |
| 04:45:00 p. m. | 05:00:00 p. m. | 4   | 3   | 7          | 0.0009 | 8        | 12  | 20         | 0.0025 |
| 05:00:00 p. m. | 05:15:00 p. m. | 4   | 0   | 4          | 0.0005 | 9        | 14  | 23         | 0.0029 |
| 05:15:00 p. m. | 05:30:00 p. m. | 5   | 5   | 10         | 0.0013 | 13       | 5   | 18         | 0.0023 |
| 05:30:00 p. m. | 05:45:00 p. m. | 3   | 12  | 15         | 0.0019 | 5        | 4   | 9          | 0.0011 |
| 05:45:00 p. m. | 06:00:00 p. m. | 4   | 2   | 6          | 0.0008 | 5        | 8   | 13         | 0.0016 |
| TOTALES        |                | PB  |     | <b>249</b> | 0.0319 | PT       |     | <b>974</b> | 0.1224 |

FUENTE: Elaboración propia.

Los factores PT, PB y PR corresponde a la fracción decimal de la proporción de camiones, autobuses y vehículos recreacionales en el volumen de tránsito total. Los factores ET, EB son tomados del SIECA 2da. Edición. (Ver anexo, tablas N° 25) y los valores PT, PB son tomados del aforo vehicular.

2. Calcular los volúmenes del flujo de servicio para cada nivel, utilizando la fórmula presentada en el punto 2.

3. Convertir el flujo de la demanda horaria (v, en vph) en flujo equivalente:

$$V = \text{VHMD} / \text{FHMD}$$

Ecuación No. 7, FUENTE: SIECA 2004  
2da edición. Página No. 2-18 (65)

Donde:

VHMD: Volumen horario de máxima demanda según el aforo vehicular ver Tabla No. 24 en anexos.

FHMD: Factor horario de máxima demanda según el aforo vehicular.

$$\text{FHMD} = \frac{\text{VHDM}}{H * q_{max}}$$

Ecuación No. 8, FUENTE: SIECA 2004  
2da edición. Página No. 2-19 (66)

A continuación, Tabla No. 11 donde se muestran los resultados obtenidos en el aforo realizado en el tramo en estudio para determinar el FHMD.

TABLA N°11: Volumen horario de máxima demanda

| VOLUMEN MAXIMO POR DIA |                |       |      |       |      |       |      |
|------------------------|----------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| INICIO                 | FIN            | DIA 1 | VHMD | DIA 2 | VHMD | DIA 3 | VHMD |
| 06:00:00 a. m.         | 06:15:00 a. m. | 130   |      | 119   |      | 172   |      |
| 06:15:00 a. m.         | 06:30:00 a. m. | 165   |      | 159   |      | 160   |      |
| 06:30:00 a. m.         | 06:45:00 a. m. | 158   |      | 185   |      | 173   |      |
| 06:45:00 a. m.         | 07:00:00 a. m. | 186   | 639  | 177   | 640  | 258   | 763  |
| 07:00:00 a. m.         | 07:15:00 a. m. | 204   | 713  | 174   | 695  | 182   | 773  |
| 07:15:00 a. m.         | 07:30:00 a. m. | 215   | 763  | 260   | 796  | 171   | 784  |
| 07:30:00 a. m.         | 07:45:00 a. m. | 163   | 768  | 185   | 796  | 159   | 770  |
| 07:45:00 a. m.         | 08:00:00 a. m. | 136   | 718  | 183   | 802  | 216   | 728  |
| 08:00:00 a. m.         | 08:15:00 a. m. | 140   | 654  | 154   | 782  | 155   | 701  |
| 08:15:00 a. m.         | 08:30:00 a. m. | 121   | 560  | 163   | 685  | 158   | 688  |
| 08:30:00 a. m.         | 08:45:00 a. m. | 116   | 513  | 130   | 630  | 171   | 700  |
| 08:45:00 a. m.         | 09:00:00 a. m. | 131   | 508  | 154   | 601  | 119   | 603  |
| 09:00:00 a. m.         | 09:15:00 a. m. | 113   | 481  | 155   | 602  | 125   | 573  |

| VOLUMEN MAXIMO POR DIA |                |             |              |             |              |             |      |
|------------------------|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|------|
| INICIO                 | FIN            | DIA 1       | VHMD         | DIA 2       | VHMD         | DIA 3       | VHMD |
| 09:15:00 a. m.         | 09:30:00 a. m. | 106         | 466          | 149         | 588          | 134         | 549  |
| 09:30:00 a. m.         | 09:45:00 a. m. | 123         | 473          | 143         | 601          | 155         | 533  |
| 09:45:00 a. m.         | 10:00:00 a. m. | 100         | 442          | 139         | 586          | 140         | 554  |
| 10:00:00 a. m.         | 10:15:00 a. m. | 124         | 453          | 138         | 569          | 151         | 580  |
| 10:15:00 a. m.         | 10:30:00 a. m. | 118         | 465          | 128         | 548          | 128         | 574  |
| 10:30:00 a. m.         | 10:45:00 a. m. | 133         | 475          | 150         | 555          | 143         | 562  |
| 10:45:00 a. m.         | 11:00:00 a. m. | 103         | 478          | 115         | 531          | 116         | 538  |
| 11:00:00 a. m.         | 11:15:00 a. m. | 88          | 442          | 143         | 536          | 127         | 514  |
| 11:15:00 a. m.         | 11:30:00 a. m. | 101         | 425          | 143         | 551          | 139         | 525  |
| 11:30:00 a. m.         | 11:45:00 a. m. | 106         | 398          | 148         | 549          | 133         | 515  |
| 11:45:00 a. m.         | 12:00:00 p. m. | 126         | 421          | 154         | 588          | 143         | 542  |
| 12:00:00 p. m.         | 12:15:00 p. m. | 149         | 482          | 183         | 628          | 164         | 579  |
| 12:15:00 p. m.         | 12:30:00 p. m. | 172         | 553          | 149         | 634          | 130         | 570  |
| 12:30:00 p. m.         | 12:45:00 p. m. | 136         | 583          | 161         | 647          | 148         | 585  |
| 12:45:00 p. m.         | 01:00:00 p. m. | 150         | 607          | 129         | 622          | 146         | 588  |
| 01:00:00 p. m.         | 01:15:00 p. m. | 162         | 620          | 149         | 588          | 152         | 576  |
| 01:15:00 p. m.         | 01:30:00 p. m. | 129         | 577          | 126         | 565          | 139         | 585  |
| 01:30:00 p. m.         | 01:45:00 p. m. | 146         | 587          | 136         | 540          | 155         | 592  |
| 01:45:00 p. m.         | 02:00:00 p. m. | 141         | 578          | 143         | 554          | 175         | 621  |
| 02:00:00 p. m.         | 02:15:00 p. m. | 152         | 568          | 138         | 543          | 192         | 661  |
| 02:15:00 p. m.         | 02:30:00 p. m. | 151         | 590          | 127         | 544          | 155         | 677  |
| 02:30:00 p. m.         | 02:45:00 p. m. | 155         | 599          | 137         | 545          | 189         | 711  |
| 02:45:00 p. m.         | 03:00:00 p. m. | 127         | 585          | 139         | 541          | 143         | 679  |
| 03:00:00 p. m.         | 03:15:00 p. m. | 161         | 594          | 165         | 568          | 139         | 626  |
| 03:15:00 p. m.         | 03:30:00 p. m. | 152         | 595          | 151         | 592          | 192         | 663  |
| 03:30:00 p. m.         | 03:45:00 p. m. | 148         | 588          | 163         | 618          | 175         | 649  |
| 03:45:00 p. m.         | 04:00:00 p. m. | 136         | 597          | 146         | 625          | 147         | 653  |
| 04:00:00 p. m.         | 04:15:00 p. m. | 136         | 572          | 139         | 599          | 156         | 670  |
| 04:15:00 p. m.         | 04:30:00 p. m. | 160         | 580          | 140         | 588          | 161         | 639  |
| 04:30:00 p. m.         | 04:45:00 p. m. | 174         | 606          | 147         | 572          | 175         | 639  |
| 04:45:00 p. m.         | 05:00:00 p. m. | 170         | 640          | 191         | 617          | 181         | 673  |
| 05:00:00 p. m.         | 05:15:00 p. m. | 194         | 698          | 203         | 681          | 216         | 733  |
| 05:15:00 p. m.         | 05:30:00 p. m. | 303         | 841          | 315         | 856          | 335         | 907  |
| 05:30:00 p. m.         | 05:45:00 p. m. | 278         | 945          | 277         | 986          | 282         | 1014 |
| 05:45:00 p. m.         | 06:00:00 p. m. | 245         | 1020         | 248         | 1043         | 215         | 1048 |
| <b>TOTALES</b>         | <b>DIA 1</b>   | <b>7233</b> | <b>DIA 2</b> | <b>7750</b> | <b>DIA 3</b> | <b>7990</b> |      |

FUENTE: Elaboración propia

Día de máxima demanda: 7990 vehículos DIA 3 (jueves 26 de febrero de 2023)  
 Acumulado del máximo día: 1,048 vehículos máximos en un periodo de 1 hora.  
 Volumen en hora máxima de tránsito: 335 vehículos (05:15 p. m. - 05:30 p. m).

Comparar **V** con el volumen calculado en 4 para determinar el Nivel de Servicio.

Datos de los estudios de tránsito y los factores de ajustes de la SIECA:

➔ Factor de Vehículos Pesados.

$$f_{hv} = 1/[1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1) + PR(ER - 1)]$$

$$f_{hvA} = \frac{1}{[1 + 0.12(2 - 1) + 0.03(1.8 - 1)]} = 0.871$$

$$f_{hvB-C} = \frac{1}{[1 + 0.12(2.2 - 1) + 0.03(2 - 1)]} = 0.848$$

$$f_{hvD-E} = \frac{1}{[1 + 0.12(2 - 1) + 0.03(1.6 - 1)]} = 0.876$$

➔ Flujo de Servicio.

$$S_{fi} = 2800 * (v/c) * f_d * f_w * f_{hv}$$

$$S_{fiA} = 2800(0.04)x0.94x0.70x0.852 = 69 \text{ veh. mixt/hr}$$

$$S_{fiB} = 2800(0.16)x0.94x0.70x0.825 = 266 \text{ veh. mixt/hr}$$

$$S_{fiC} = 2800(0.32)x0.94x0.70x0.825 = 535 \text{ veh. mixt/hr}$$

$$S_{fiD} = 2800(0.57)x0.94x0.70x0.864 = 979 \text{ veh. mixt/hr}$$

$$S_{fiE} = 2800(1)x0.94x0.88x0.864 = 1,717 \text{ veh. mixt/hr}$$

➤ Flujo Equivalente.

$$FHMD = \frac{VHDM}{H * q_{max}}$$

$$FHMD = \frac{1048}{4 * 335} = \mathbf{0.78}$$

$$V = VHMD / FHMD$$

$$V = \frac{1048}{0.78} = \mathbf{1344veh. \frac{mixt}{hr}}$$

| Flujo de Servicio (SfiD) |   | Volumen equivalente     |   | Flujo de Servicio (SfiE) |
|--------------------------|---|-------------------------|---|--------------------------|
| 979 veh. mixt/hr         | < | <b>1344veh. mixt/hr</b> | < | 1,717veh. mixt/hr        |

Nivel de servicio = **D**

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir del día con mayor volumen horario de máxima demanda, con el pico de máxima horario de vehículos, se determinó que, el tramo en estudio que va del empalme Niquinohomo- entrada zona franca Hansae” correspondiente a la carretera Niquinohomo – Catarina tiene un nivel de servicio clasificado en “**D**”, esto debido a que nuestro volumen equivalente está más cerca del rango D que del rango E.

Esto se traduce a que la circulación es de densidad elevada, aunque estable, la velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un Nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Se producen pequeños incrementos en el flujo, que generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

### **5.3 Fallas y nivel de severidad presentes en la estructura de pavimento del tramo en estudio**

Los pavimentos asfálticos construidos en Nicaragua se ejecutan con el fin de proveer al usuario un pavimento seguro, confortable y económico. Esto es posible si los pavimentos: se diseñan correctamente, si los materiales utilizados en el proceso constructivo son de buena calidad, si el cumplimiento de las especificaciones técnicas es el más adecuado y si a la vez se brinda un mantenimiento apropiado y oportuno. Resultando esto más económico y a la vez, prolongando así el ciclo de vida de la carretera.

Sin embargo, al fallar o incumplir con alguno de los parámetros antes mencionados, se puede afectar directamente en la vida útil de cualquier tramo de carretera. Se tiene en cuenta que, las carreteras se diseñan a fatiga y que después de haber cumplido con su ciclo de vida, inevitablemente fallarán.

Por lo tanto, para esclarecer la importancia que tiene el cumplimiento de estos parámetros se tomó como referencia el tramo de carretera: “Empalme Niquinohomo - entrada zona franca Hansae”

#### **5.3.1 Inspección visual realizada al tramo en estudio**

En el transcurso de esta investigación monográfica se realizaron 2 visitas de campo al sitio en estudio a lo largo de toda la longitud del tramo.

En cada visita se realizaron inspecciones visuales con las cuales se puede decir que el tramo de carretera en estudio actualmente presenta un alto nivel de fallas notables en la carpeta de rodamiento asfáltica, lo que representa para los usuarios de la vía una incomodidad e inseguridad en toda su longitud que corresponde a 1.20 Km de la carretera Niquinohomo – Catarina.

Con el fin de cumplir el objetivo general de esta monografía se decidió utilizar el método de inspección visual de forma manual, ya que este permitió realizar un recorrido minucioso a lo largo de los 1.2 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo.

Se especifican los puntos que presentan mayor nivel de severidad, para posteriormente clasificar el tipo de falla y luego de un profundo análisis identificar el origen de las posibles causas que incidieron en el deterioro de esta carretera.

Para no extenderse tanto en las patologías existentes encontradas durante el levantamiento in situ de las fallas y daños a la estructura de pavimento del tramo en estudio, se ha sub-dividido el tramo de 1.2 kilómetros en 4 secciones, cada una de ellas con una longitud de 300 metros, en los que se simplifica las patologías encontradas a como muestra la siguiente imagen esquemática:

FIGURA N°14: Secciones del tramo en estudio.



FUENTE: PAGINA WEB. [WWW.Google.com/maps](http://WWW.Google.com/maps)

Link <https://www.google.com/maps/@11.9013979,-86.1096032,15.4z?authuser=0>.

A continuación, se detalla por secciones, las patologías inventariadas en el tramo de estudio, a su vez, se determina en nivel de severidad identificado con los siguientes colores: ● alto, ● medio, ● bajo.

▪ **SECCION 1: TRAMO KM 54.3-km 54: Est. 0+000 AL 0+300**

IMAGEN N° 1 y 2: Patologías tipo Desintegración.



Estación: 0+120  
 Banda: Derecha  
 Clasificación: Bache  
 Nivel de severidad: Bajo ●●●



Estación: 0+020  
 Banda: Derecha  
 Clasificación: Desintegración borde  
 Nivel de severidad: Alto ●●●

IMAGEN N° 3 y 4: Patologías tipo Desintegración.



Estación: 0+020  
 Banda: Izquierda  
 Clasificación: Desintegración borde  
 Nivel de severidad: Alto ●●●



Estación: 0+050  
 Banda: Izquierda  
 Clasificación: Desintegración borde  
 Nivel de severidad: Alto ●●●

IMAGEN N° 5: Patologías tipo Fisuras y grietas



Estación: 0+080  
Banda: Izquierda.  
Clasificación: Parchado - Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Medio ●●●

IMAGEN N° 6 y 7: Patologías tipo Fisuras y grietas



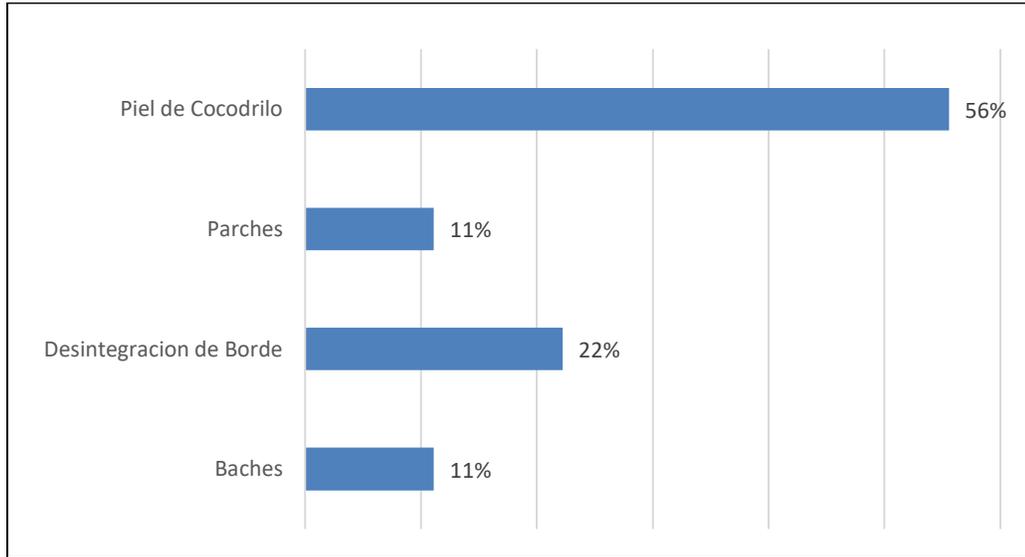
Estación: 0+160  
Banda: Izquierda  
Clasificación: Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Alto ●●●●



Estación: 0+170  
Banda: Izquierda  
Clasificación: Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Alto ●●●●

En el tramo que va de la Estación 0+000 a la 0+300 se encuentra predominantemente afectado por la patología "Piel de cocodrilo", en un 56% a como se muestra en la gráfica abajo.

Grafico No. 3: Patologías existentes en el tramo Est. 0+000 – 0+300



Fuente: Elaboración propia

▪ **SECCION 2: TRAMO KM 54 – 53.7: Est. 0+300 AL 0+600**

IMAGEN N° 8 y 9: Patologías tipo Deformaciones superficiales



Estación: 0+420  
 Banda: Derecha  
 Clasificación: Ahuellamiento  
 Nivel de severidad: Alto ●●●



Estación: 0+530  
 Banda: Izquierda  
 Clasificación: Ahuellamiento  
 Nivel de severidad: Alto ●●●

IMAGEN N° 10 y 11: Patologías tipo Desintegración



Estación: 0+320  
Banda: Central  
Clasificación: Bache  
Nivel de severidad: Bajo ●●●



Estación: 0+490  
Banda: Derecha  
Clasificación: Bache  
Nivel de severidad: Medio ●●●●

IMAGEN N° 12 y 13: Patologías tipo Desintegración



Estación: 0+540  
Banda: Izquierda  
Clasificación: Desintegración de borde  
Nivel de severidad: Alto ●●●●



Estación: 0+550  
Banda: Derecha  
Clasificación: Desintegración de borde  
Nivel de severidad: Alto ●●●●

IMAGEN N° 14 y 15: Patologías tipo Fisuras y grietas



Estación: 0+390  
Banda: Derecha  
Clasificación: Fisura en Arco  
Nivel de severidad: Medio ●●●



Estación: 0+410  
Banda: Izquierda.  
Clasificación: Fisura en Arco  
Nivel de severidad: Medio ●●●

IMAGEN N° 16 y 17: Patologías tipo Otros deterioros en el pavimento

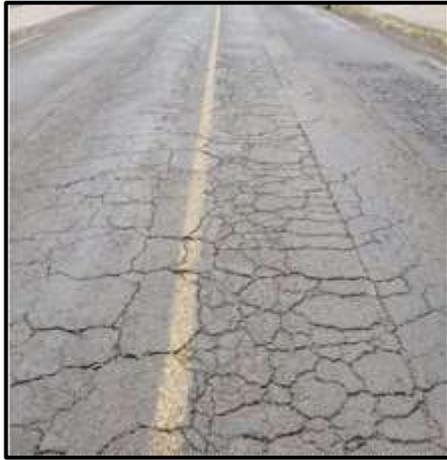


Estación: 0+550  
Banda: Izquierda  
Clasificación: Parchado - Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Bajo ●●●



Estación: 0+550  
Banda: Centro  
Clasificación: Parchado - Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Bajo ●●●

IMAGEN N° 18 y 19: Patologías tipo Fisuras y grietas



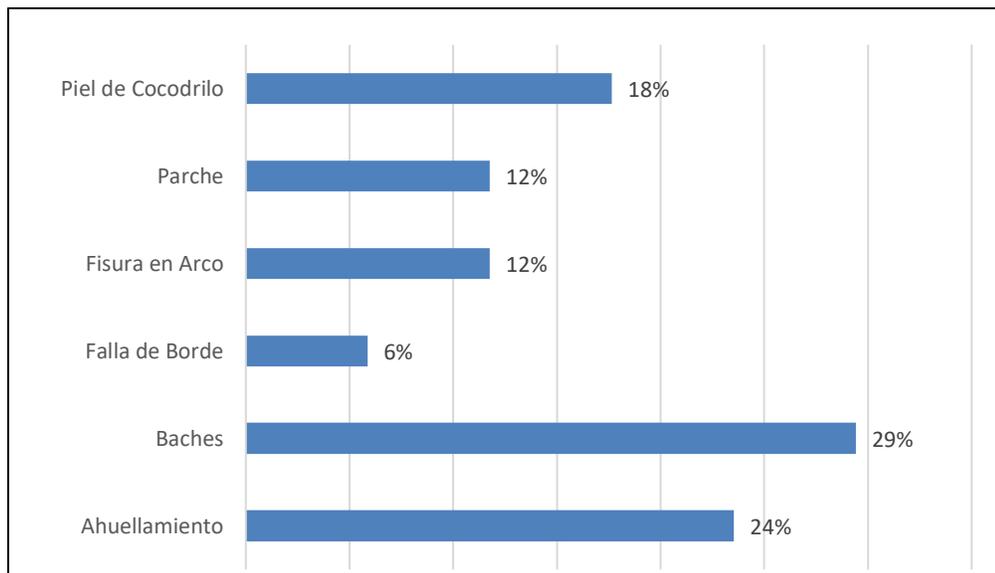
Estación: 0+360  
Banda: Central  
Clasificación: Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Medio ●●●



Estación: 0+460  
Banda: Izquierda  
Clasificación: Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Alto ●●●●

En el tramo que va de la Estación 0+300 – 0+600 se encuentra predominantemente afectado por la patología “Baches”, en un 29%.

Grafico No. 4: Patologías existentes en el tramo Est. 0+300 – 0+600



Fuente: Elaboración propia

▪ **SECCION 3: TRAMO KM 53.7 - 53.4: Est. 0+600 AL 0+900**

IMAGEN N° 20 y 21: Patologías tipo Fisuras y grietas



Estación: 0+880  
Banda: Central  
Clasificación: Fisura en Arco  
Nivel de severidad: Medio ●●●



Estación: 0+710  
Banda: Izquierda  
Clasificación: Fisura en Arco  
Nivel de severidad: Medio ●●●

IMAGEN N° 22 y 23: Patologías tipo Deformaciones superficiales



Tipo de daño: Deformaciones  
Clasificación: superficiales  
Nivel de severidad: Ahuellamiento  
Alto ●●●



IMAGEN N° 24 y 25: Patologías tipo Desintegración



Estación: 0+750  
Banda: Izquierda  
Clasificación: Bache  
Nivel de severidad: Medio ●●●



Estación: 0+690  
Banda: Derecha  
Clasificación: Bache  
Nivel de severidad: Bajo ●●●

IMAGEN N° 26 y 27: Patologías tipo Desintegración



Estación: 0+660  
Banda: Derecha  
Clasificación: Desintegración de Borde  
Nivel de severidad: Medio ●●●



Estación: 0+700  
Banda: Izquierda.  
Clasificación: Desintegración de Borde  
Nivel de severidad: Bajo ●●●

IMAGEN N° 28: Patologías tipo Fisuras y grietas



Estación: 0+870  
Banda: Izquierda.  
Clasificación: Falla Longitudinal  
Nivel de severidad: Bajo ●●●

IMAGEN N° 29 y 30: Patologías tipo Otros deterioros en el pavimento



Estación: 0+660  
Banda: Ambas  
Clasificación: Fallas multiples -  
Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Medio ●●●



Estación: 0+850  
Banda: Ambas  
Clasificación: Fallas multiples -  
Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Alto ●●●

IMAGEN N° 31 y 32: Patologías tipo Otros deterioros en el pavimento



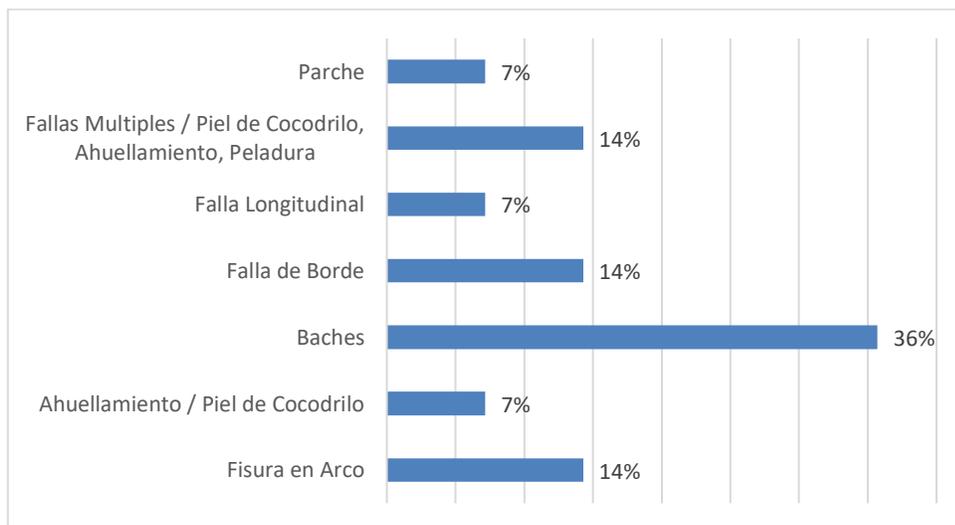
Estación: 0+670  
 Banda: Central  
 Clasificación: Parchado - Piel de Cocodrilo  
 Nivel de severidad: Bajo ●●●



Estación: 0+820  
 Banda: Ambas  
 Clasificación: Parchado - Piel de Cocodrilo  
 Nivel de severidad: Bajo ●●●

En el tramo que va de la Estación 0+600 – 0+900 se encuentra predominantemente afectado por la patología “Baches”, en un 36%

Grafico No. 5: Patologías existentes en el tramo Est. 0+900 – 1+200



Fuente: Elaboración propia

▪ **SECCION 4: TRAMO KM 53.40 – KM 53.10: Est. 0+900 AL 1+200**

IMAGEN N° 33 y 34: Patologías tipo Deformaciones superficiales



Estación: 0+990  
 Banda: Izquierda  
 Clasificación: Ahuellamiento  
 Nivel de severidad: Alto ●●●

Estación: 1+030  
 Banda: Derecha  
 Clasificación: Ahuellamiento  
 Nivel de severidad: Alto ●●●

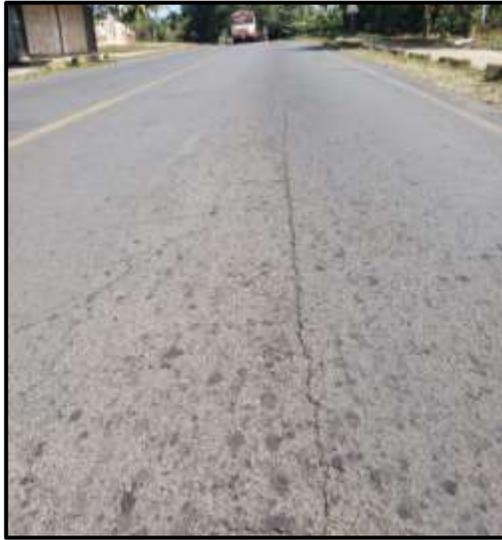
IMAGEN N° 35 y 36: Patologías tipo Desintegración



Estación: 1+195  
 Banda: Derecha  
 Clasificación: Bache  
 Nivel de severidad: Medio ●●●

Estación: 1+190  
 Banda: Izquierda  
 Clasificación: Desintegración de Borde  
 Nivel de severidad: Alto ●●●

IMAGEN N° 37 y 38: Patologías tipo Fisuras y grietas



Estación: 0+900  
Banda: Derecha  
Clasificación: Falla Longitudinal  
Nivel de severidad: Bajo ●●●

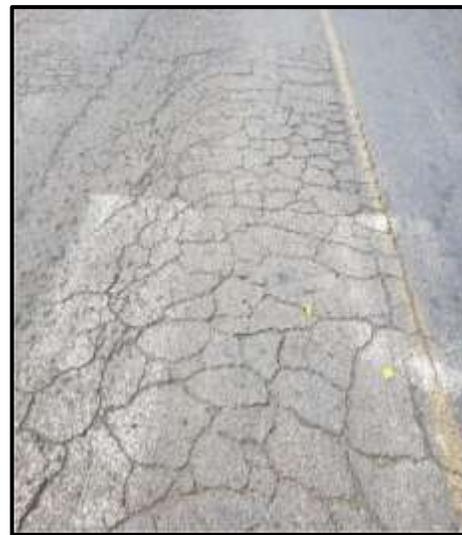


Estación: 1+050  
Banda: Izquierda  
Clasificación: Fisura en Arco  
Nivel de severidad: Alto ●●●

IMAGEN N° 39 y 40: Patologías tipo Otros deterioros en el pavimento | Fisuras y grietas



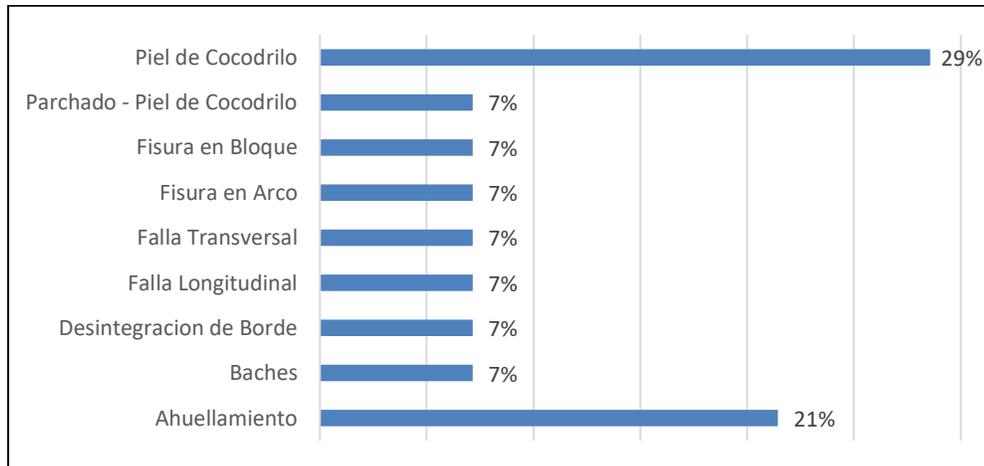
Estación: 1+100  
Banda: Derecha  
Clasificación: Parchado - Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Medio ●●●



Estación: 1+200  
Banda: Derecha  
Clasificación: Piel de Cocodrilo  
Nivel de severidad: Alto ●●●

En el tramo que va de la Estación 0+900 – 1+200 se encuentra predominantemente afectado por la patología “Piel de cocodrilo”, en un 29%.

Grafico No. 6: Patologías existentes en el tramo Est. 0+900 – 1+200



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla No. 12 se detallan cada una de las patologías inventariadas en el tramo de estudio:

TABLA N°12: Inventario de patologías del tramo de empalme Niquinohomo- entrada zona franca Hansae” carretera Niquinohomo – Catarina

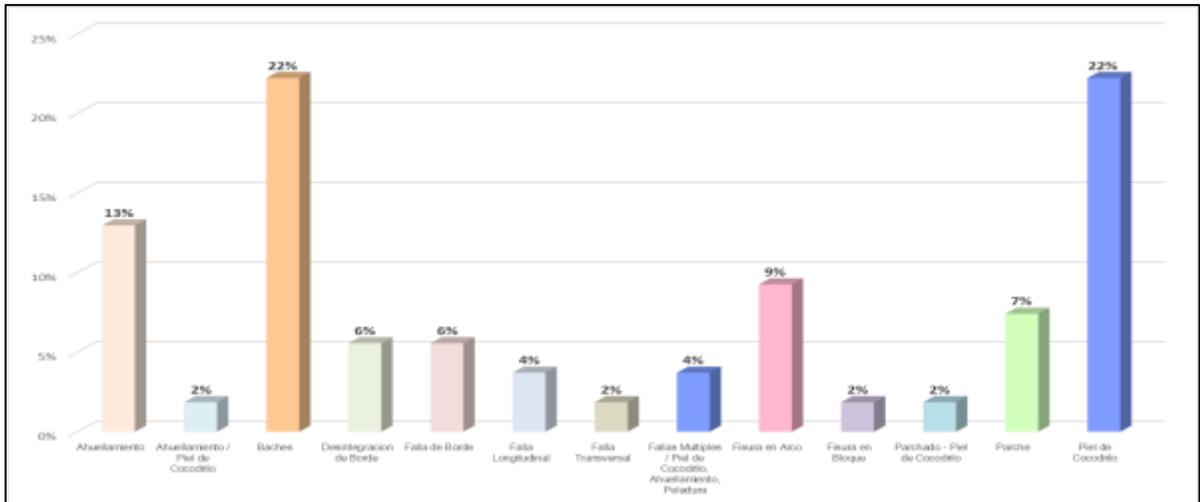
| SECCION                              | ITEM | ESTACIÓN REAL | BANDA     | DESCRIPCIÓN DAÑO                                  | ANCHO (m) | LARGO (m) | PROF. (cm) | OBSERVACION | SEVERIDAD |
|--------------------------------------|------|---------------|-----------|---|-----------|-----------|------------|-------------|-----------|
| SECCION 1<br>Est. 0+000 – Est. 0+300 | 1    | 0+020.00      | Derecha   | Desintegración de Borde                           | 0.8       | 30        | -          |             | ALTO      |
|                                      | 2    | 0+050.00      | Izquierda | Desintegración de Borde                           | 0.8       | 17        | -          |             | ALTO      |
|                                      | 3    | 0+060.00      | Derecha   | Parches   | 2         | 20        | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 4    | 0+120.00      | Derecha   | Baches  | 0.45      | 0.45      | 5          |             | BAJO      |
|                                      | 5    | 0+160.00      | Izquierda | Piel de Cocodrilo                                 | 0.4       | 1.5       | -          |             | ALTO      |
|                                      | 6    | 0+170.00      | Izquierda | Piel de Cocodrilo                                 | 1.2       | 14        | -          |             | ALTO      |
|                                      | 7    | 0+220.00      | Central   | Piel de Cocodrilo                                 | 1.2       | 3         | -          |             | ALTO      |
|                                      | 8    | 0+240.00      | Ambas     | Piel de Cocodrilo                                 | 7         | 16        | -          |             | ALTO      |
|                                      | 9    | 0+280.00      | Izquierda | Piel de Cocodrilo                                 | 1.2       | 20        | -          |             | ALTO      |
|                                      | 10   | 0+320.00      | Central   | Baches  | 0.4       | 0.9       | 2          |             | BAJO      |
|                                      | 11   | 0+360.00      | Derecha   | Piel de Cocodrilo                                 | 1.2       | 19        | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 12   | 0+360.00      | Derecha   | Baches  | 0.5       | 0.5       | 4          |             | BAJO      |
|                                      | 13   | 0+390.00      | Derecha   | Fisura en Arco                                    | 3.5       | 20        | -          | 2 Huellas   | MEDIO     |
|                                      | 14   | 0+410.00      | Izquierda | Fisura en Arco                                    | 1.2       | 20        | -          |             | MEDIO     |
| SECCION 2<br>Est. 0+030 – Est. 0+600 | 15   | 0+420.00      | Derecha   | Ahuellamiento                                     | 1.2       | 20        | -          | 2 Huellas   | ALTO      |
|                                      | 16   | 0+460.00      | Izquierda | Piel de Cocodrilo                                 | 1.2       | 15        | -          |             | ALTO      |
|                                      | 17   | 0+490.00      | Derecha   | Baches  | 0.7       | 0.7       | 5          |             | MEDIO     |
|                                      | 18   | 0+500.00      | Izquierda | Ahuellamiento                                     | 1.2       | 11        | -          | 1 Huella    | ALTO      |
|                                      | 19   | 0+500.00      | Derecha   | Piel de Cocodrilo                                 | 1.2       | 2         | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 20   | 0+530.00      | Izquierda | Ahuellamiento                                     | 1.2       | 25        | -          | 1 Huella    | ALTO      |
|                                      | 21   | 0+540.00      | Derecha   | Baches  | 0.5       | 0.4       | 8          |             | MEDIO     |
|                                      | 22   | 0+540.00      | Izquierda | Falla de Borde                                    | 0.5       | 3         | -          |             | ALTO      |
|                                      | 23   | 0+550.00      | Central   | Parche  | 1.5       | 5         | -          |             | BAJO      |
|                                      | 24   | 0+550.00      | Izquierda | Parche  | 1.5       | 9         | -          |             | BAJO      |
|                                      | 25   | 0+580.00      | Izquierda | Baches  | 0.25      | 0.3       | 4          |             | BAJO      |
|                                      | 26   | 0+580.00      | Izquierda | Ahuellamiento                                     | 3.5       | 25        | -          | 2 Huellas   | ALTO      |
|                                      | 27   | 0+660.00      | Derecha   | Falla de Borde                                    | 0.5       | 12        | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 28   | 0+660.00      | Ambas     | Fallas Múltiples / Piel Cocodrilo, Ahuell., Pelad | 7         | 100       | -          |             | MEDIO     |

| SECCION                              | ITEM     | ESTACIÓN REAL | BANDA         | DESCRIPCIÓN DAÑO                                  | ANCHO (m) | LARGO (m) | PROF. (cm) | OBSERVACION | SEVERIDAD |
|--------------------------------------|----------|---------------|---------------|---|-----------|-----------|------------|-------------|-----------|
| SECCION 3<br>Est. 0+600 – Est. 0+900 | 29       | 0+670.00      | Central       | Parche  | 1.2       | 17        | -          |             | BAJO      |
|                                      | 30       | 0+690.00      | Derecha       | Baches  | 0.1       | 0.25      | 5          |             | BAJO      |
|                                      | 31       | 0+690.00      | Derecha       | Baches  | 0.3       | 0.6       | 5          |             | BAJO      |
|                                      | 32       | 0+700.00      | Izquierda     | Falla de Borde                                    | 0.5       | 10        | -          |             | BAJO      |
|                                      | 33       | 0+700.00      | Central       | Baches  | 0.5       | 0.3       | 6          |             | MEDIO     |
|                                      | 34       | 0+710.00      | Izquierda     | Fisura en Arco                                    | 0.5       | 0.9       | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 35       | 0+720.00      | Central       | Baches  | 0.35      | 0.25      | 2          |             | BAJO      |
|                                      | 36       | 0+750.00      | Izquierda     | Baches  | 0.8       | 0.8       | 8          |             | MEDIO     |
|                                      | 37       | 0+850.00      | Ambas         | Fallas Múltiples / Piel Cocodrilo, Ahuell., Pelad | 7         | 100       | -          |             | ALTO      |
|                                      | 38       | 0+860.00      | Izquierda     | Ahuellamiento / Piel de Cocodrilo                 | 3.5       | 20        | -          | 2 Huellas   | ALTO      |
|                                      | 39       | 0+870.00      | Izquierda     | Falla Longitudinal                                | -         | 17        | -          |             | BAJO      |
|                                      | 40       | 0+880.00      | Central       | Fisura en Arco                                    | 1.5       | 3         | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 41       | 0+900.00      | Derecha       | Falla Transversal                                 | -         | 3.5       | -          | 1 Banda     | BAJO      |
|                                      | 42       | 0+900.00      | Derecha       | Falla Longitudinal                                | -         | 20        | -          |             | BAJO      |
|                                      | 43       | 0+940.00      | Central       | Piel de Cocodrilo                                 | 2         | 15        | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 44       | 0+990.00      | Izquierda     | Ahuellamiento                                     | 3.5       | 50        | -          | 2 Huellas   | ALTO      |
| 45                                   | 1+030.00 | Derecha       | Ahuellamiento | 3.5   | 70        | -         | 2 Huellas  | ALTO        |           |
| SECCION 4<br>Est. 0+900 – Est. 1+200 | 46       | 1+050.00      | Central       | Fisura en Arco                                    | 2.1       | 12        | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 47       | 1+060.00      | Central       | Piel de Cocodrilo                                 | 1.5       | 4         | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 48       | 1+100.00      | Derecha       | Parchado - Piel de Cocodrilo                      | 1.3       | 17        | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 49       | 1+100.00      | Izquierda     | Ahuellamiento                                     | -         | 20        | -          |             | MEDIO     |
|                                      | 50       | 1+140.00      | Central       | Piel de Cocodrilo                                 | 1.5       | 10        | -          |             | ALTO      |
|                                      | 51       | 1+190.00      | Izquierda     | Desintegración de Borde                           | 0.6       | 5         | -          |             | ALTO      |
|                                      | 52       | 1+195.00      | Derecha       | Fisura en Bloque                                  | 1.5       | 10        | -          |             | ALTO      |
|                                      | 53       | 1+195.00      | Derecha       | Baches  | 0.3       | 0.45      | 8          |             | MEDIO     |
|                                      | 54       | 1+200.00      | Derecha       | Piel de Cocodrilo                                 | 1.5       | 4         | -          |             | ALTO      |

FUENTE: Elaboración propia.

En resumen, para el tramo de carretera que va del empalme Niquinohomo-entrada zona franca Hansae” correspondiente a la carretera Niquinohomo – Catarina, la patología que más afecta el estado de la estructura de pavimento asfáltico es “baches y piel de cocodrilo”, presentándose el 22% cada una sobre el tramo estudiado y con un índice de severidad que va de MEDIO ●● a ALTO ●●●

Grafico N°7: Patologías presente en el tramo de carretera estudiado



FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 13: Patologías presente en el tramo de carretera estudiado

| — 1 —                                  | PATOLOGIA   | FRECUENCIA | % PESADO |
|--|---|------------|----------|
| 1                                      | Ahuellamiento   | 7          | 13%      |
| 2                                      | Ahuellamiento / Piel de cocodrilo                             | 1          | 2%       |
| 3                                      | Bache   | 12         | 22%      |
| 4                                      | Desintegración de borde                                       | 3          | 6%       |
| 5                                      | Falla de Borde  | 3          | 6%       |
| 6                                      | Falla Longitudinal  | 2          | 4%       |
| 7                                      | Falla Transversal   | 1          | 2%       |
| 8                                      | Fallas Múltiples / Piel de cocodrilo, Ahuellamiento, Peladura | 2          | 4%       |
| 9                                      | Fisura en Arco  | 5          | 9%       |
| 10                                     | Fisura en Bloque  | 1          | 2%       |
| 11                                     | Parchado - Piel de Cocodrilo                                  | 1          | 2%       |
| 12                                     | Parche  | 4          | 7%       |
| 13                                     | Piel de Cocodrilo   | 12         | 22%      |
| <b>No. de patologías inventariadas</b> |   | <b>54</b>  |          |

FUENTE: Elaboración propia

## VI. ANALISIS DE RESULTADOS

### 6.1 Posibles causas de los defectos y daños en la estructura del pavimento del tramo en estudio

En el tramo empalme Niquinohomo - entrada zona franca Hansae, de la carretera Niquinohomo – Catarina, se han presentado un sin número de fallas en la estructura de pavimento y en esta sección se presentan las posibles causas que incidieron en el deterioro de la estructura de pavimento, objetivo principal de esta monografía; basándose en la información obtenida durante la recopilación de datos (inventario de patologías), el estudio del nivel de servicio del tramo de carretera en estudio, así como también información que brindan algunas documentaciones relacionadas con las causas probables de fallas comunes presentes en carreteras construidas con mezclas asfálticas en caliente.

#### 6.1.1 Análisis de tráfico del tramo en estudio

La finalidad de este análisis es establecer los flujos vehiculares, que soporta la vía, lo que permite establecer las condiciones de la superficie de rodamiento de los vehículos. El TPDA de vehículos resultantes para el tramo en estudio, es el que se muestra en el siguiente cuadro:

TABLA N°14: TPDA según categoría de vehículos

| Tramo de Estudio:<br>Empalme Niquinohomo - Entrada Zona Franca HANSAE |                    |                   |              |
|---|--------------------|-------------------|--------------|
| Descripción   | Vehículos livianos | Vehículos pesados | Totales      |
| TP(D)   | 6518               | 1145              | <b>7,663</b> |
| TPDA Vpd  | 8215               | 1298              | <b>9,513</b> |
| <b>% TPDA</b>   | <b>86%</b>         | <b>14%</b>        | <b>100%</b>  |

FUENTE: Elaboración propia.

En el tramo en estudio, se observa que el 86% de los vehículos que circulan por esta vía, es transporte liviano y el 14% corresponde al tránsito del transporte pesado. Al ubicarse una zona franca, esta incide directamente en el incremento del transporte que circula sobre el tramo, ya que las personas que laboran en la zona, utilicen medios como camionetas, automóviles, motocicletas y mototaxis, para movilizarse.

Sin embargo, el porcentaje de transporte pesado es el que afecta directamente la estructura de pavimento y ocasiona que el daño o deterioro tenga un mayor nivel de severidad a las patologías existentes.

TABLA N°15: TPDA de vehículos

| Tramo de Estudio: Empalme Niquinohomo - Entrada Zona Franca HANSAE |              |              |             |                    |
|--|--------------|--------------|-------------|--------------------|
| Descripción  | TP(D)        | TPDA (Vpd)   | %TPDA       | Descripción        |
| Motos  | 3609         | 4422         | 46.48%      | Vehículos Livianos |
| Autos  | 1421         | 1918         | 20.16%      |                    |
| Jeep   | 41           | 55           | 0.58%       |                    |
| Camioneta  | 1111         | 1396         | 14.67%      |                    |
| Microbús <15 Pasajeros   | 108          | 136          | 1.43%       |                    |
| Mini-Bus 15-30 Pasajeros   | 228          | 288          | 3.03%       |                    |
| Bus 30+  | 245          | 300          | 3.15%       | Vehículos Pesados  |
| Liv.2-5t   | 512          | 537          | 5.64%       |                    |
| C2 5+ t.   | 244          | 273          | 2.87%       |                    |
| C3   | 42           | 54           | 0.57%       |                    |
| C4   | 5            | 5            | 0.05%       |                    |
| T3-S1  | 1            | 1            | 0.01%       |                    |
| T3-S2  | 82           | 109          | 1.15%       |                    |
| T3-S3  | 14           | 19           | 0.20%       |                    |
| <b>TOTALES</b>   | <b>7,663</b> | <b>9,513</b> | <b>100%</b> |                    |

FUENTE: Elaboración propia.

Analizando el incremento del tráfico por tipo de transporte (pasajeros y carga) se determina que, las motocicletas, así como las mototaxis son el medio de transporte que incrementa el volumen de tránsito sobre el tramo de carretera en estudio, representando el casi el 50% de los vehículos de lo transitan.

## **6.1.2 Causas del deterioro en el tramo de carretera: Empalme Niquinohomo - Entrada zona franca Hansae**

Las características que se presentan actualmente en la estructura de pavimento correspondiente al tramo de carretera: Empalme Niquinohomo - Entrada zona franca Hansae, tienen un nivel de severidad de medio a alto, destacando los deterioros en ella: fisuras, desintegración, ahuellamiento, desprendimiento de las partículas de agregado y pérdidas del ligante asfáltico, baches entre otros. A continuación, se detalla la posible causa, de acuerdo a la patología (daño o deterioro) encontrado en el inventario vial:

### **1. Fisuras y grietas**

#### **➤ Fisura piel de cocodrilo**

Son causadas por la fatiga que sufren las capas asfálticas al ser sometidas a las cargas repetidas del tránsito. Por lo general, el fisuramiento indica que el pavimento ya no tiene capacidad estructural de sostener las cargas de tránsito y ha llegado al fin de su vida útil. El ligante por lo general ha envejecido y por ende ha perdido la flexibilidad de sostener cargas repetidas al tránsito sin agrietarse.

IMAGEN N°41 : Patología: Fisuras y grietas, Fisura piel de cocodrilo



FUENTE: Elaboración propia.

### ➤ **Fisuras en bloque**

Son causadas principalmente por la contracción de las mezclas asfálticas debido a las variaciones diarias de temperatura. A menudo es difícil constatar si las fisuras y grietas son debido a contracciones producidas en la capa de rodamiento o en la base y sub-base.

Por lo general, el origen de estas fisuras no está asociado a las cargas de tráfico; sin embargo, dichas cargas incrementan la severidad de las fisuras. La presencia de fisuras en bloques generalmente es indicativa de que el asfalto se ha endurecido significativamente.

IMAGEN N°42: Patología: Fisuras y grietas, Fisura en bloquen



FUENTE: Elaboración propia.

### ➤ **Fisuras en arco**

Se producen cuando los efectos de frenado o giro de las ruedas de los vehículos provocan un resbalamiento y deformación de la superficie de pavimento. Sobre el tramo en estudio, se localizan 3 señales reglamentarias de límites de velocidad, que ocasiona que los vehículos pesados, controles la velocidad con la que transitan la vía.

También a veces, el espesor de carpeta de rodamiento, cuando es muy reducido, suelen ser causas primarias de este tipo de fisuramiento.

IMAGEN N°43: Patología: Fisuras y grietas, Fisura en arco



FUENTE: Elaboración propia.

#### ➤ **Fisura transversal**

Las posibles causas incluyen

- Contracción de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad, debido a un exceso de filler, envejecimiento asfáltico, etc. Particularmente ante la baja temperatura y gradientes térmicos importantes.
- Defectuosa ejecución de las juntas transversales de construcción de las capas asfálticas de superficie.

#### ➤ **Fisura longitudinal**

Las posibles causas incluyen:

- Contracción de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad, particularmente ante gradientes térmicos importantes.
- Deficiente confinamiento lateral, por falta de hombros y cordones o bordillos, que provocan un debilitamiento del pavimento en correspondencia con el borde. Estas, asociadas a las cargas del tránsito, ocurren a una distancia de 0.30 a 0.60 m del borde.

IMAGEN N°44: Patología: Fisuras y grietas, Fisura Longitudinal



FUENTE: Elaboración propia.

## 2. Deformaciones superficiales de pavimentos asfálticos

### ➤ Ahuellamiento

Las repeticiones de las cargas de tránsito conducen a deformaciones permanentes en cualquiera de las capas del pavimento.

Las deformaciones resultan de una pobre compactación o movimiento lateral de los materiales, ambos por efecto de tránsito

También el ahuellamiento podría darse por otras causas posibles como:

- Mezcla asfáltica inestable
- Falta de apoyo lateral por erosión del hombro.
- Estacionamiento prolongado de vehículos pesados.

IMAGEN N°45: Patología: Deformaciones superficiales, Ahuellamiento



FUENTE: Elaboración propia.

### 3. Desintegración en los pavimentos asfálticos

#### ➤ Bache

La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento y/o fundación, o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras tipo piel de cocodrilo, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache.

También los baches se podrían producir por conjunción de varias causas: fundaciones y capas inferiores inestables; espesores insuficientes; defectos constructivos; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas.

IMAGEN N°46: Patología: Desintegración, Bache



FUENTE: Elaboración propia.

#### ➤ Peladura

Esta patología es indicativa que el ligante se ha endurecido apreciablemente, perdiendo sus propiedades ligantes, o bien que la mezcla asfáltica existente es de deficiente calidad, ya sea por un contenido de ligante insuficiente y ha perdido todas sus propiedades.

El desprendimiento puede ser originado también en un proceso de descubrimiento por pérdida de adherencia entre el agregado y el asfalto, cuando actúan agentes agresivos tales como solventes y otros derivados del petróleo, e inclusive, la acción del agua (pluvial).

IMAGEN N°47: Patología: Desintegración, Peladura



FUENTE: Elaboración propia.

#### ➤ **Desintegración de borde**

La causa primaria es la acción localizada del tránsito, tanto por su efecto abrasivo como por el poder destructivo de las cargas, sobre el extremo del pavimento donde la debilidad de la estructura es mayor debido al menor confinamiento lateral, deficiente compactación del borde, etc.

La presencia de arenas angulosas sueltas, muy próximas a la pista, hace que aumente la abrasión de las llantas que ascienden y descienden del pavimento, provocando peladuras severas que pueden conducir a la desintegración.

IMAGEN N°48: Patología: Fisuras y grietas, Fisura Piel de Cocodrilo



FUENTE: Elaboración propia.

#### 4. Otros deterioros en los pavimentos asfálticos

##### ➤ Parchados y reparaciones de servicios públicos

Si bien los parches por reparaciones de servicios públicos se deben a causas diferentes, los niveles de severidad se definen en forma idéntica.

IMAGEN N°49: Patología: Parchados y Reparaciones de Servicios Públicos



FUENTE: Elaboración propia.

## **6.2 Posibles soluciones a los daños y deterioros en la estructura del pavimento del tramo en estudio**

En el tramo de carretera en estudio, que corresponde al tramo que va del empalme Niquinohomo - entrada zona franca Hansae, carretera Niquinohomo – Catarina, se presentan un total de 54 patologías, teniendo mayor frecuencia, los baches que es un tipo de desintegración y “piel de cocodrilo” que es un tipo de fisuramiento. Para estas múltiples patologías, en esta sección se propone una serie de posibles soluciones en base a la información recopilada en el inventario vial y haciendo uso de toda la bibliografía referente a este tema. A continuación, se detallan las posibles soluciones a las patologías encontradas en el tramo en estudio:

- 1. Sello de fisuras y grietas en pavimentos asfálticos:** El sello de fisuras y grietas se usa para dar mantenimiento preventivo y se debe realizar cuando éstas se han reflejado claramente en el pavimento, las cuales pueden aparecer longitudinal o transversalmente en la línea de rodamiento, con propósito de impermeabilizar las capas que forman la estructura del pavimento, evitando inicialmente la falla tipo piel de cocodrilo y luego la formación de baches.

Esta actividad no podrá ser ejecutada en los siguientes casos:

- a) En áreas donde las grietas formen bloques interconectados de carácter poliédrico, semejante a la piel de cocodrilo, cuya formación se debe en mayor parte a la fatiga del pavimento que es ocasionada por el sobrepeso en los ejes vehiculares.
- b) Cuando existan deflexiones en las grietas, lo cual muestra que ya existe un daño en la base;
- c) Cuando los pavimentos se encuentren excesivamente deteriorados o muestren altas zonas con bacheo menor o mayor.

Las fisuras y grietas que deben sellarse no tienen que superar los 12 mm de ancho. Las que sobrepasen esta medida, serán tratadas con el procedimiento adecuado. Debe verificarse que el pavimento no muestre señales de

humedad, las cuales no permitirían la adherencia del material y posterior desprendimiento del mismo.

2. **Bacheo superficial o menor de pavimentos asfálticos:** Es la desintegración parcial o total de la superficie de rodamiento que puede extenderse a otras capas del pavimento, con lo que se forma una cavidad de bordes y profundidades irregulares. Consiste en la reparación a mano o a máquina de estas áreas de superficie pavimentada, que se realiza con mezcla en frío ó caliente, con un espesor máximo igual a la existente, incluyendo la excavación, extracción y cuadrado del área que debe repararse, y la colocación de mezcla asfáltica.
3. **Reparación de áreas de falla (bacheo profundo ó mayor):** Son las zonas inestables bajo la estructura del pavimento de una carretera, independientemente que la inestabilidad sea producida por problemas de la capa de rodadura, por saturación del suelo circundante, material inadecuado o por contaminación de cualquier naturaleza. Estas áreas con problemas deben ser reparadas con el objetivo de devolver la sustentación estructural original de la carretera y para proporcionar comodidad y seguridad.
4. En función del área y profundidad afectadas, las labores que deben realizarse son:
  - a) **Excavación:** remoción de todo aquel material inadecuado, por razones de inestabilidad y que se refleja en el pavimento por medio de agujeros en la superficie, hundimiento localizado, grietas poliédricas, ensanchamiento o cualquier otra forma de falla.
  - b) **Material de relleno:** consistirá en la reposición de material extraído. La reposición debe hacerse con materiales adecuados y aprobados. El nivel superior máximo de relleno en esta actividad, debe coincidir con el nivel inferior de la sub-base de la estructura existente.
  - c) **Relleno con material de base triturada:** es el material de base extraído del sitio de préstamo. La profundidad máxima de colocación de la base, no debe exceder la cota fijada por el nivel inferior de la sub-base en la estructura existente y debe rellenarse hasta el nivel superior de la base.

**d) Relleno con concreto asfáltico:** consiste en la aplicación de un riego asfáltico para imprimación de la base previamente colocada; colocándole el concreto asfáltico en un espesor, que luego de ser compactado, quede al mismo nivel de la superficie de rodadura existente. El nivel inferior de colocación del concreto asfáltico debe coincidir por lo menos con el nivel inferior de la carpeta existente. En el caso de que la superficie de rodadura haya sido construida mediante algún tipo de tratamiento superficial, el espesor mínimo de concreto que se debe colocar, tiene que ser de 5 centímetros.

**5. Colocación de capa asfáltica de refuerzo en frío o caliente:** Consiste en la colocación de mezcla asfáltica en frío o caliente, en espesor no menor de 5 cm., sobre la carpeta de rodadura existente, que se puede tender y compactar de inmediato en la carretera, en una o en varias capas de calidad uniforme debidamente compactadas, con el fin de rehabilitar zonas muchos baches o superficies con daños severos, para dar una cómoda transitabilidad al usuario.

**6. Escarificación y re conformación de carpeta asfáltica:** Este trabajo consistirá en la escarificación, desintegración, humedecimiento, mezclado, re conformado, compactado y afinado del material constitutivo de la carpeta asfáltica o del tratamiento asfáltico del pavimento original de la carretera.

El trabajo descrito, debe hacerse de tal modo, que la capa escarificada llegue a mezclarse con el material de base presente en la estructura del pavimento y/o con el material de base que pudiera agregarse para reforzar la estructura. El trabajo debe realizarse siguiendo las cotas y alineamiento en todo el ancho de las secciones transversales originales, a menos que se indique lo contrario. Previo a la ejecución de los trabajos, se debe realizar una nivelación de precisión, tomando las secciones transversales de la carretera en tramos máximos de veinte metros.

Las secciones transversales medidas, deben considerarse como las originales, para la determinación del volumen de base colocada en la capa de

refuerzo. Este trabajo debe ser ejecutado en todos aquellos tramos en los que el estado de deterioro del pavimento existente impida la reparación aislada de las áreas afectadas.

**7. Riego de imprimación:** Es la aplicación de riego por aspersion de un producto asfáltico rebajado, y de curado medio, sobre una base preparada, para protegerla, impermeabilizarla, unir entre sí las partículas minerales existentes en la superficie y endurecerla, para favorecer la adherencia entre la superficie imprimada y la capa inmediata superior. Consiste en la delimitación y preparación de la superficie que se debe imprimir, barriéndola y humedeciéndola previamente; el suministro, transporte, almacenamiento, y calentamiento, cuando sea requerido de acuerdo con el tipo de asfalto líquido utilizado, así como su riego con tanque distribuidor a presión; el control de tránsito, protección y señalización del área imprimada; el suministro, transporte, esparcimiento y distribución del material secante; el mantenimiento de la superficie imprimada y el barrido del exceso de material secante, previo al riego y la colocación de la capa inmediata superior que corresponda. Eventualmente este riego de imprimación podrá ejecutarse solamente en el área de los hombros.

**8. Tratamientos asfálticos superficiales:** Estos tratamientos pueden ser simples o múltiples. Cada tratamiento consiste en una capa de revestimiento formada por riegos sucesivos y alternados de material bituminoso y agregados pétreos triturados de tamaño uniforme y esparcido uniformemente que, mediante el proceso de compactación, son acomodados y orientados en su posición más densa.

Esta capa está destinada principalmente a recibir la acción directa del tránsito proporcionando al pavimento las condiciones necesarias de impermeabilidad, resistencia al desgaste y suavidad para el rodaje. Este trabajo implica la obtención y explotación de canteras y bancos, la trituración de piedra o grava y lavado para formar los agregados clasificados, su apilamiento y

almacenamiento, la preparación y delimitación de la superficie que se debe tratar; el suministro, acarreo y distribución superficial uniforme del material asfáltico y agregados pétreos, la compactación; la regulación del tránsito y los controles de laboratorio durante todo el proceso de construcción de una o varias capas de tratamiento asfáltico superficial, sobre la base previamente preparada, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación.

**9. Lechada asfáltica (Slurry Seal):** La lechada asfáltica consiste en una mezcla de agregados pétreos, emulsión asfáltica, agua y aditivos que proporcionan una mezcla homogénea que puede ser aplicada sobre pavimento, como un tratamiento de sellado, para dar una textura resistente, antideslizante y adherida firmemente sobre la superficie.

**10. Microcarpeta (Microsurfacing):** El sistema MS-1, también conocido como microcarpeta (Microsurfacing), consiste en una mezcla de emulsión catiónica de asfalto modificado con polímeros, agregados minerales, rellenos, agua y otros aditivos que se tienden sobre la superficie pavimentada de acuerdo a las especificaciones y dimensiones que los planos indiquen.

**11. Reciclaje en frío de pavimentos asfálticos:** Este trabajo consiste en pulverizar la superficie bituminosa en el lugar, solo la base de piedra o las dos capas en conjunto, mezclar un ligante y agua si fuera necesaria, con el material pulverizado, para después esparcirlo y compactar la mezcla.

**12. Reciclaje en caliente de pavimentos asfálticos:** Este trabajo consistirá en el reciclaje de la carpeta asfáltica en caliente, mediante su remoción del pavimento existente, su reducción al tamaño adecuado, su mezclado en caliente con cemento asfáltico nuevo y/o un agente suavizador y agregados nuevos añadidos en esa etapa y en una planta, además, su colocación y compactación sobre una superficie preparada, de acuerdo con estas

especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes, espesores y secciones transversales existentes.

**13. Sello de pavimento con emulsiones:** Consiste en la aplicación simple de material bituminoso sobre una superficie de pavimento existente, el cual se cubre con una capa ligera de agregados finos limpios o arena limpia, totalmente seca y bien extendida. Posteriormente se compactará con el propósito de impermeabilizar la capa superior, protegerla del desgaste, la filtración de agua y proporcionar una superficie antiderrapante.

## VII. CONCLUSIONES

El desarrollo de este documento realizado al Tramo Empalme Niquinohomo – Entrada zona franca Hansae, de la carretera Niquinohomo – Catarina, se concluye que:

- A lo largo de los 1.20 kilómetros del tramo en estudio, se presenta un comportamiento de tráfico vehicular en crecimiento, el cual es de un 3% en el volumen vehicular aproximadamente, de acuerdo a los resultados obtenidos del cálculo del TPDA. Con este crecimiento y a partir del aforo vehicular y haciendo uso del Manual SIECA 2004, se determinó que la vía cuenta con un nivel de servicio tipo D (acercándose a flujo inestable), provocando que la calidad del servicio que ofrece esta vía a sus usuarios, genere pequeños embotellamientos.
- A partir del inventario realizado, se logró determinar que, el principal daño o patología que afecta la estructura de pavimento del tramo en estudio es el fisuramiento conocido como piel de cocodrilo, teniendo el 22% de frecuencia sobre el tramo teniendo niveles de severidad de medio a alto lo que ocasiona al usuario un cierto nivel de incomodidad al transitar. Así también, está la desintegración conocida como bache, presentándose con un nivel de severidad alto, y que puede llegar a ocasionar accidentes a los usuarios.
- Según las patologías encontradas en el inventario vial, las fallas o daños con mayor incidencia sobre la estructura de pavimento del tramo en estudio es el bache, que es una patología de origen desintegración y la fisuras en forma de piel de cocodrilo. De acuerdo a la inspección visual y en base al manual centroamericano (SIECA 2010),, una de las posibles causas de la presencia de estos daños es por la pérdida de las propiedades ligantes de la carpeta asfáltica a consecuencia del incremento del volumen de tránsito vehicular.
- Como medida de solución, se podría sugerir se realice un plan de mantenimiento correctivo a base de bacheo y/o sustitución de carpeta de rodamiento, a realizarse a corto plazo, priorizando las áreas o secciones que presenten un alto grado de severidad.

## VIII. RECOMEDACIONES

Como parte de este trabajo monográfico, se dan las siguientes recomendaciones:

- Para un mejor análisis sobre el daño y deterioro de la estructura de pavimento flexible del tramo Empalme Niquinohomo – Entrada zona franca Hansae, recomendamos se realicen estudios especializados (extracción de núcleos de asfalto, extracción de núcleos de base y sub-base, estudios de suelo entre otros), que permitan identificar el punto específico donde se originan las fallas con el fin de eliminar el problema de raíz.
  
- De acuerdo con el nuevo nivel de servicio que está presentando el tramo en estudio se recomienda realizar una nueva propuesta de diseño que satisfaga la nueva demanda de volumen de tránsito, en donde, se implemente un buen control de calidad en los diferentes procesos y etapas constructivas, un previo análisis de los materiales y del tipo de asfalto a utilizar según las condiciones actuales del tramo en estudio; con el objetivo de que la nueva estructura de pavimento sea capaz de soportar las cargas repetidas del tráfico y cumpla con su vida útil en el tiempo estimado por su diseñador.
  
- Se recomienda a las autoridades de esta prestigiosa universidad, profundizar más en el tema de identificación e inventario de patologías o daños a las carpetas de rodamiento a nivel nacional, para ampliar los conocimientos y poder dar soluciones viales más adecuadas a las condiciones de cada sitio, con diseños que brinden un buen servicio y seguridad a los usuarios.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- (SIECA), M. C. (2000). *Manual Centroamericano de mantenimiento de Carreteras, Tomo III, Catalogo centroamericano de daños a pavimentos viales*. Guatemala.
- (SIECA), S. d. (2011). *Manual Centroamericano de Mantenimiento de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras en enfoque de gestión de riesgos y seguridad vial, 3era. Edición*. Guatemala.
- (SIECA)., S. d. (2010). *Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras en enfoque de gestión de riesgos y seguridad vial*. Guatemala.
- Bustamante Arteaga, F., & Navarro Hundiel, S. (2021). *Calculo ed tasa de crecimiento para proyecciones de tráfico promedio diario anual en Nicaragua. Nicaragua*.
- Godoy Abbone, A., & Ramirez Dittrich, R. (2003). *Patología de pavimentos rígidos de la ciudad de Asunción*. San Lorenzo.
- Harris, I. J. (1993). *Diseño de pavimento flexible* .
- I., I. J. (2000). *Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras. Tomo III*. Guatemala.
- Infraestructura., D. d. (2021). *Anuario de aforos de trafico año 2020*.
- M., G. C. (Octubre 2004). *Apuntes de pavimentos Volumen No. 1*.
- Officials., A. A. (2011). *AASHTO - Guide for Desing of Pavement tructures*. Washington.
- pavimientos, D. d. (2016). *Catalogo de fallas - Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación*. . Republica Dominicana.
- R., L. (2004). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales, 2da. Edición*. (SIECA). Guatemala.
- R., R. C., & Cárdenas G, J. (2007). *Ingenieria de tránsito. Fundamentos y aplicaciones*. Mexico: Alfaomega grupo editorial.

Rodríguez, I. H. (2020). *Ingeniarc S.A.S.* . Obtenido de <https://www.ingeniarc.com/post/introducci%C3%B3n-al-dise%C3%B1o-de-pavimentos>

SIECA. (3era Edición 2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial.*

Viales, I. N. (2020). *Manual de Capacidades y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles, 3era. versión, .*

## X. ANEXOS

## DETERMINACIÓN DEL TIPO DE TERRENO CONFORME A LA PENDIENTE

La pendiente del tramo se comprendido del estacionamiento 0+000 hasta la estación 1.500, se calculó de la siguiente manera:

$$P = \frac{\text{Altura final} - \text{Altura inicial}}{\text{Longitud}} \times 100$$

$$P = \frac{89.1 - 78.8}{100} \times 100 = 0.3$$

Siguiendo el mismo procedimiento, para determinar la pendiente se levantaron puntos donde se observaron cambio de elevaciones con una estación total marca Sokia IM50, los resultados resumidos se muestran en la TABLA No. 14.

TABLA N°16: Tabla de pendientes, cálculos propios sobre el análisis longitudinal de la vía

| N° | ESTACION        |     | LONGITUD<br>(m) | ALTURA (m) |        | PENDIENTE<br>(%) |
|----|-----------------|-----|-----------------|------------|--------|------------------|
|    | INICIO          | FIN |                 | INICIO     | FIN    |                  |
| 1  | 1 (est.0+000)   | 2   | 92.06           | 444.93     | 445.83 | 0.978            |
| 2  | 2               | 3   | 97.79           | 445.83     | 447.37 | 1.575            |
| 3  | 3               | 4   | 33.6            | 447.37     | 448.2  | 2.470            |
| 4  | 4               | 5   | 75.23           | 448.2      | 449.39 | 1.582            |
| 5  | 5               | 6   | 66.81           | 449.39     | 449.57 | 0.269            |
| 6  | 6               | 7   | 67.16           | 449.57     | 449.63 | 0.089            |
| 7  | 7               | 8   | 18.81           | 449.63     | 449.72 | 0.478            |
| 8  | 8               | 9   | 95.18           | 449.72     | 450.05 | 0.347            |
| 9  | 9               | 10  | 89.21           | 450.05     | 450.12 | 0.078            |
| 10 | 10              | 11  | 15.35           | 450.12     | 450.32 | 1.303            |
| 11 | 11              | 12  | 46.09           | 450.32     | 450.28 | -0.087           |
| 12 | 12              | 13  | 91.21           | 450.28     | 450.38 | 0.110            |
| 13 | 13              | 14  | 25.31           | 450.38     | 450.39 | 0.040            |
| 14 | 14              | 15  | 6.65            | 450.39     | 450.45 | 0.902            |
| 15 | 15              | 16  | 56.93           | 450.45     | 450.52 | 0.123            |
| 16 | 16              | 17  | 63.59           | 450.52     | 450.88 | 0.566            |
| 17 | 17              | 18  | 74.79           | 450.88     | 451.01 | 0.174            |
| 18 | 18              | 19  | 60.76           | 451.01     | 451.17 | 0.263            |
| 19 | 19 (est. 1+200) | 20  | 60.72           | 451.17     | 451.44 | 0.445            |

FUENTE: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes 2023

La pendiente promedio presentada en el tramo que va del “Empalme Niquinhomo- Entrada Zona Franca Hansae” correspondiente a la carretera Niquinhomo – Catarina, en promedio es del 0.62%, menos del 1%, por lo que se clasifica como un terreno **PLANO**.

## VECTOR GEOGRAFICO (R) - ESTACIÓN DE MAYOR COBERTURA (EMC) - ESTACION DE CORTA DURACION (ECD)

TABLA N°17: Tabla de Vector geográfico.

| Vector    | Código    | Nombre de Región | Departamentos  |
|-----------|-----------|------------------|--|
| <b>R1</b> | <b>PS</b> | Pacífico Sur     | Masaya, Granada, Carazo, Rivas                                       |
| <b>R2</b> | <b>PN</b> | Pacífico Norte   | León, Chinandega, Managua  |
| <b>R3</b> | <b>CN</b> | Central Norte    | Nueva Segovia, Madriz, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco, Chontales |
| <b>R4</b> | <b>AS</b> | Atlántico Sur    | Región Autónoma del Caribe Sur (RACS), Río San Juan                  |
| <b>R5</b> | <b>AN</b> | Atlántico Norte  | Región Autónoma del Caribe Norte (RACN)                              |

FUENTE: Anuario de Aforos de Tráfico 2020, página 7.

TABLA N°18: Porcentaje vehicular de Estaciones de Mayor Cobertura

| N° | EST. | NOMBRE DEL TRAMO                      | TPDA   | Total Pesados | Σ Tx-Sx y Cx-Rx | % de Livianos | % de Pesados | % Tx-Sx y Cx-Rx Vehículos de Carga |
|----|------|---------------------------------------|--------|---------------|-----------------|---------------|--------------|------------------------------------|
| 1  | 101B | Zona Franca - La Garita               | 24,523 | 5,291         | 956             | 78.3%         | 21.6%        | 18.1%                              |
| 2  | 1205 | Emp. Chichigalpa - Rotonda Chinandega | 10,585 | 2,614         | 934             | 75.0%         | 24.7%        | 35.70%                             |
| 3  | 200  | Entrada al INCAE - El Crucero         | 9,403  | 1,183         | 283             | 87.3%         | 12.6%        | 23.90%                             |
| 4  | 1802 | San Marcos - Masatepe                 | 9,392  | 830           | 69              | 91.1%         | 8.8%         | 8.30%                              |
| 5  | 401  | Masaya - Granada                      | 8,882  | 1,074         | 69              | 87.8%         | 12.1%        | 6.40%                              |
| 6  | 107  | Sébaco - Emp. San Isidro              | 7,877  | 1,797         | 463             | 77.0%         | 22.8%        | 25.8%                              |
| 7  | 300  | Sébaco - Quebrada Honda               | 6,270  | 1,459         | 200             | 76.5%         | 23.3%        | 13.70%                             |
| 8  | 2803 | Nagarote - La Paz Centro              | 6,058  | 2,227         | 1106            | 62.8%         | 36.8%        | 49.70%                             |
| 9  | 2404 | Chinandega - Corinto                  | 5,471  | 1,754         | 1,110           | 67.7%         | 32.1%        | 63.30%                             |
| 10 | 2400 | Chinandega (Rotonda) - Ranchería      | 4,019  | 686           | 166             | 81.1%         | 17.1%        | 24.20%                             |
| 11 | 700  | Emp. San Francisco - Tecolostote      | 2,024  | 638           | 96              | 68.3%         | 31.5%        | 15.0%                              |

FUENTE: Anuario de Aforos de Tráfico 2020, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), pag. 13

TABLA N°19: Tabla de Estación de Mayor Cobertura.

| <b>CODIGO NIC</b> | <b>EST.</b> | <b>TIPO</b> | <b>NOMBRE DEL TRAMO</b>               |
|-------------------|-------------|-------------|---------------------------------------|
| NIC-1             | 101B        | EMC         | Zona Franca - La Garita               |
| NIC-1             | 107         | EMC         | Sébaco - Emp. San Isidro              |
| NIC-2             | 200         | EMC         | Entrada al INCAE - El Crucero         |
| NIC-3             | 300         | EMC         | Sébaco - Quebrada Honda               |
| NIC-4             | 401         | EMC         | Masaya - Granada                      |
| NIC-7             | 700         | EMC         | Emp. Camoapa - Tecolostote            |
| NIC-12A           | 1205        | EMC         | Emp. Chichigalpa - Rotonda Chinandega |
| NIC-18A           | 1802        | EMC         | San Marcos - Masatepe                 |
| NIC-24A           | 2404        | EMC         | Chinandega - Corinto                  |
| NIC-24B           | 2400        | EMC         | Chinandega (Rotonda) - Rancheria      |
| NIC-28            | 2803        | EMC         | Nagarote - La Paz Centro              |

FUENTE: Anuario de Aforos de Tráfico 2020, página 10.

TABLA N°20: Dependencias de estaciones 2020

| <b>ESTACION DE MAYOR COBERTURA</b>  | <b>NIC</b> | <b>Nº ESTACION</b> | <b>TIPO</b> | <b>NOMBRE DEL TRAMO</b>   |
|-------------------------------------|------------|--------------------|-------------|---|
| <b>401<br/>Masaya -<br/>Granada</b> | NIC-4      | 402                | ECD         | Ent. a la UNICA - Ent. a Esquipulas                                 |
|                                     | NIC-4      | 400                | ECD         | Ent. a Esquipulas - Emp. Ticuantepe                                 |
|                                     | NIC-4      | 403                | ECD         | Emp. Ticuantepe - Masaya  |
|                                     | NIC-4B     | 432                | ECD         | Rtda.Nindiri - Rtda. Coyotepe (circunvalación)                      |
|                                     | NIC-11B    | 1103               | ECD         | Emp. Las Flores - Ent. Monimbó                                      |
|                                     | NIC-11B    | 1107               | ECD         | Ent. Monimbó - Emp. Catarina  |
|                                     | NIC-12A    | 1215               | ECD         | Emp. Nejapa - Semáforos Auto Hotel Nejapa                           |
|                                     | NIC-12B    | 1206               | ECD         | Emp. El Viejo (Nic-24 Km 134,5) - Ent. A El Viejo                   |
|                                     | NIC-18A    | 1803               | ECD         | Las Esquinas - San Marcos   |
|                                     | NIC-18A    | 1804               | ECD         | Masatepe - Catarina   |
|                                     | NIC-20A    | 2012A              | ECD         | Valle Gothel (Escuela Valle Gothel) - Emp. Ticuantepe (INTER NIC-4) |

FUENTE: Anuario de Aforos de Tráfico 2020, página 48.

TABLA N°21: Factores de ajuste del primer cuatrimestre Enero – Abril. Dependencias la estación estaciones 2020

| 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              | 1,33 | 1,34  | 1,23 | 1,35      | 1,33      | 1,30     | 1,25 | 1,27        | 1,41 | 1,39 | 1,00     | 1,52     | 1,00    | 1,00     | 1,00 | 1,00 | 1,43  |
| Factor Semana           | 0,94 | 0,95  | 0,95 | 0,94      | 0,90      | 0,95     | 0,93 | 0,86        | 0,89 | 0,88 | 1,00     | 0,88     | 1,00    | 1,00     | 1,00 | 1,00 | 0,88  |
| Factor Fin de Semana    | 1,18 | 1,14  | 1,14 | 1,20      | 1,37      | 1,14     | 1,21 | 1,65        | 1,45 | 1,50 | 1,00     | 1,56     | 1,00    | 1,00     | 1,00 | 1,00 | 1,55  |
| Factor Expansión a TPDA | 0,98 | 1,06  | 1,14 | 0,99      | 1,05      | 1,02     | 1,05 | 0,96        | 0,89 | 1,05 | 1,00     | 0,99     | 1,00    | 1,00     | 1,00 | 1,00 | 0,62  |

FUENTE: Anuario de Aforos de Tráfico 2020, página 355.

### TABLAS PARA EL CÁLCULO DE NIVEL DE SERVICIO

TABLA N°22: Nivel de Servicio (V/C) para carretera de dos carriles.

| Nivel de Servicio (NS) | Terreno Plano          |      |      |      |      |      | Terreno Ondulado       |      |      |      |      |      | Terreno Montañoso      |      |      |      |      |      |
|------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|------|
|                        | Restricción de paso, % |      |      |      |      |      | Restricción de paso, % |      |      |      |      |      | Restricción de paso, % |      |      |      |      |      |
|                        | 0                      | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  | 0                      | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  | 0                      | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  |
| A                      | 0.15                   | 0.12 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.15                   | 0.10 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.14                   | 0.09 | 0.07 | 0.04 | 0.02 | 0.01 |
| B                      | 0.27                   | 0.24 | 0.21 | 0.19 | 0.17 | 0.16 | 0.26                   | 0.23 | 0.19 | 0.17 | 0.15 | 0.13 | 0.25                   | 0.20 | 0.16 | 0.13 | 0.12 | 0.10 |
| C                      | 0.43                   | 0.39 | 0.36 | 0.34 | 0.33 | 0.32 | 0.42                   | 0.39 | 0.35 | 0.32 | 0.30 | 0.28 | 0.39                   | 0.33 | 0.28 | 0.23 | 0.20 | 0.16 |
| D                      | 0.64                   | 0.62 | 0.60 | 0.59 | 0.58 | 0.57 | 0.62                   | 0.57 | 0.52 | 0.48 | 0.46 | 0.43 | 0.58                   | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.37 | 0.33 |
| E                      | 1.00                   | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.97                   | 0.94 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.91                   | 0.87 | 0.84 | 0.82 | 0.80 | 0.78 |

FUENTE: SIECA 2da edición

TABLA N°23: Factores de ajuste por Distribución Direccional del Tránsito en Carr.de dos Carriles

| Separación direccional<br>(%/%) | Factor |
|---------------------------------|--------|
| 50/50                           | 1.00   |
| 60/40                           | 0.94   |
| 70/30                           | 0.89   |
| 80/20                           | 0.83   |
| 90/10                           | 0.75   |
| 100/0                           | 0.71   |

FUENTE: SIECA 2da edición

TABLA N°24: Factores de ajuste por efecto combinado de carriles angostos y hombros restringidos, carretera de dos carriles.

| Hombro<br>(m) | Carril de 3.65m |      | Carril de 3.35m |      | Carril de 3.05m |      | Carril de 2.75m |      |
|---------------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
|               | NS A-D          | NS E |
| 1.80          | 1.00            | 1.00 | 0.93            | 0.94 | 0.83            | 0.87 | 0.70            | 0.76 |
| 1.20          | 0.92            | 0.97 | 0.85            | 0.92 | 0.77            | 0.85 | 0.65            | 0.74 |
| 0.60          | 0.81            | 0.93 | 0.75            | 0.88 | 0.68            | 0.81 | 0.57            | 0.70 |
| 0.00          | 0.70            | 0.88 | 0.65            | 0.82 | 0.58            | 0.75 | 0.49            | 0.66 |

FUENTE: SIECA 2da edición

TABLA N°25: Automóviles equivalentes por camiones y autobuses, en función del tipo de terreno, Carretera de dos carriles.

| Tipo de<br>vehículo | NS  | Tipo de Terreno |          |           |
|---------------------|-----|-----------------|----------|-----------|
|                     |     | Plano           | Ondulado | Montañoso |
| Camiones<br>(Et)    | A   | 2.0             | 4.0      | 7.0       |
|                     | B-C | 2.2             | 5.0      | 10.0      |
|                     | D-E | 2.0             | 5.0      | 12.0      |
| Buses<br>(Eb)       | A   | 1.8             | 3.0      | 5.7       |
|                     | B-C | 2.0             | 3.4      | 6.0       |
|                     | D-E | 1.6             | 2.9      | 6.5       |

FUENTE: SIECA 2da edición

## AFORO VEHICULAR

TABLA N°26: Aforo vehicular – DIA 1 (martes 24 de febrero de 2023). Sentido ESTE -OESTE - CARRETERA NIQUINOHOMO – CATARINA

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP  | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS   | C2    | C3    | C4    | T2-S1 | T2-S2 | T2-S3 | T3-S1 | MOTOCICLETA | CAMIONETA | LIV 2-5 ton | T3-S2 | T3-S3 | C2-R2 | C2-R3 | C3-R2 | C3-R3 | V.C   | V.A   | otros | TOTAL |
|----------------|----------------|------------|-------|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1 | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1       | DIA 1     | DIA 1       | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 |
| 06:00:00 a. m. | 06:15:00 a. m. | 16         | 0     | 2                     | 2                        | 3     | 0     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 19          | 10        | 9           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 75    |
| 06:15:00 a. m. | 06:30:00 a. m. | 28         | 1     | 2                     | 3                        | 2     | 3     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 24          | 13        | 5           | 3     | 0     |       |       |       |       |       |       | 14    | 98    |
| 06:30:00 a. m. | 06:45:00 a. m. | 19         | 0     | 1                     | 0                        | 1     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 24          | 15        | 14          | 3     | 0     |       |       |       |       |       |       | 18    | 96    |
| 06:45:00 a. m. | 07:00:00 a. m. | 26         | 0     | 2                     | 2                        | 3     | 4     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 55          | 10        | 1           | 3     | 0     |       |       |       |       |       |       | 15    | 121   |
| 07:00:00 a. m. | 07:15:00 a. m. | 28         | 0     | 3                     | 1                        | 5     | 1     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 75          | 7         | 10          | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 17    | 149   |
| 07:15:00 a. m. | 07:30:00 a. m. | 15         | 0     | 5                     | 2                        | 15    | 2     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 67          | 15        | 9           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 19    | 149   |
| 07:30:00 a. m. | 07:45:00 a. m. | 11         | 0     | 3                     | 1                        | 2     | 2     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 46          | 12        | 8           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 14    | 101   |
| 07:45:00 a. m. | 08:00:00 a. m. | 11         | 0     | 3                     | 1                        | 4     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 20          | 12        | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 5     | 62    |
| 08:00:00 a. m. | 08:15:00 a. m. | 16         | 0     | 0                     | 3                        | 2     | 5     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 24          | 7         | 7           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 6     | 72    |
| 08:15:00 a. m. | 08:30:00 a. m. | 15         | 0     | 3                     | 2                        | 1     | 4     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 18          | 4         | 7           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 6     | 63    |
| 08:30:00 a. m. | 08:45:00 a. m. | 17         | 0     | 0                     | 3                        | 1     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 16          | 12        | 3           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 9     | 63    |
| 08:45:00 a. m. | 09:00:00 a. m. | 14         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 2     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 29          | 12        | 8           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 5     | 76    |
| 09:00:00 a. m. | 09:15:00 a. m. | 16         | 0     | 3                     | 3                        | 4     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 18          | 12        | 2           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 4     | 64    |
| 09:15:00 a. m. | 09:30:00 a. m. | 13         | 0     | 2                     | 1                        | 3     | 2     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 19          | 10        | 2           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 10    | 63    |
| 09:30:00 a. m. | 09:45:00 a. m. | 14         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 3     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 19          | 16        | 6           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 12    | 76    |
| 09:45:00 a. m. | 10:00:00 a. m. | 7          | 0     | 1                     | 3                        | 3     | 3     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 24          | 9         | 1           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 6     | 58    |
| 10:00:00 a. m. | 10:15:00 a. m. | 16         | 0     | 1                     | 2                        | 3     | 1     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 23          | 9         | 2           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 69    |
| 10:15:00 a. m. | 10:30:00 a. m. | 14         | 0     | 2                     | 3                        | 1     | 0     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 17          | 10        | 5           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 62    |
| 10:30:00 a. m. | 10:45:00 a. m. | 16         | 0     | 3                     | 1                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 31          | 17        | 3           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 82    |
| 10:45:00 a. m. | 11:00:00 a. m. | 15         | 0     | 2                     | 3                        | 1     | 2     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 18          | 4         | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 5     | 55    |
| 11:00:00 a. m. | 11:15:00 a. m. | 14         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 0     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 19          | 7         | 1           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 53    |
| 11:15:00 a. m. | 11:30:00 a. m. | 16         | 0     | 1                     | 2                        | 1     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 19          | 3         | 7           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 3     | 53    |
| 11:30:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | 13         | 0     | 3                     | 2                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 27          | 10        | 2           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 67    |
| 11:45:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | 10         | 1     | 1                     | 1                        | 2     | 0     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 32          | 5         | 6           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 6     | 66    |
| 12:00:00 p. m. | 12:15:00 p. m. | 16         | 0     | 0                     | 1                        | 2     | 2     | 0     | 1     |       |       |       | 0     | 22          | 9         | 8           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 12    | 74    |
| 12:15:00 p. m. | 12:30:00 p. m. | 11         | 0     | 0                     | 2                        | 1     | 4     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 27          | 16        | 6           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 18    | 86    |
| 12:30:00 p. m. | 12:45:00 p. m. | 12         | 0     | 2                     | 2                        | 3     | 6     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 19          | 12        | 4           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 70    |

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP      | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS        | C2        | C3        | C4        | T2-S1    | T2-S2    | T2-S3    | T3-S1    | MOTOCICLETA | CAMIONETA  | LIV 2-5 ton | T3-S2     | T3-S3    | C2-R2    | C2-R3    | C3-R2    | C3-R3    | V.C      | V.A      | otros      | TOTAL       |
|----------------|----------------|------------|-----------|-----------------------|--------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------|------------|-------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1     | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1       | DIA 1      | DIA 1       | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1      |             |
| 12:45:00 p. m. | 01:00:00 p. m. | 20         | 0         | 2                     | 3                        | 2          | 0         | 0         | 0         |          |          |          | 0        | 27          | 10         | 9           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 6          | 79          |
| 01:00:00 p. m. | 01:15:00 p. m. | 15         | 1         | 2                     | 3                        | 5          | 1         | 0         | 0         |          |          |          | 1        | 25          | 12         | 9           | 1         | 0        |          |          |          |          |          |          | 5          | 80          |
| 01:15:00 p. m. | 01:30:00 p. m. | 14         | 0         | 1                     | 2                        | 1          | 2         | 0         | 0         |          |          |          | 0        | 19          | 8          | 9           | 1         | 0        |          |          |          |          |          |          | 7          | 64          |
| 01:30:00 p. m. | 01:45:00 p. m. | 12         | 0         | 2                     | 3                        | 4          | 3         | 0         | 1         |          |          |          | 0        | 24          | 6          | 6           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 10         | 71          |
| 01:45:00 p. m. | 02:00:00 p. m. | 11         | 0         | 1                     | 3                        | 3          | 1         | 1         | 0         |          |          |          | 0        | 18          | 14         | 2           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 8          | 62          |
| 02:00:00 p. m. | 02:15:00 p. m. | 11         | 0         | 5                     | 2                        | 6          | 2         | 1         | 0         |          |          |          | 0        | 17          | 21         | 4           | 1         | 0        |          |          |          |          |          |          | 13         | 83          |
| 02:15:00 p. m. | 02:30:00 p. m. | 15         | 0         | 0                     | 2                        | 2          | 2         | 0         | 0         |          |          |          | 0        | 22          | 11         | 7           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 9          | 70          |
| 02:30:00 p. m. | 02:45:00 p. m. | 15         | 0         | 0                     | 3                        | 1          | 1         | 0         | 0         |          |          |          | 0        | 26          | 12         | 6           | 1         | 0        |          |          |          |          |          |          | 5          | 70          |
| 02:45:00 p. m. | 03:00:00 p. m. | 11         | 0         | 1                     | 1                        | 1          | 2         | 1         | 0         |          |          |          | 0        | 26          | 8          | 6           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 7          | 64          |
| 03:00:00 p. m. | 03:15:00 p. m. | 16         | 6         | 2                     | 5                        | 4          | 0         | 2         | 0         |          |          |          | 0        | 24          | 16         | 2           | 0         | 1        |          |          |          |          |          |          | 9          | 87          |
| 03:15:00 p. m. | 03:30:00 p. m. | 17         | 2         | 1                     | 3                        | 1          | 0         | 2         | 0         |          |          |          | 0        | 22          | 18         | 3           | 0         | 1        |          |          |          |          |          |          | 11         | 81          |
| 03:30:00 p. m. | 03:45:00 p. m. | 24         | 2         | 1                     | 2                        | 1          | 0         | 3         | 2         |          |          |          | 0        | 30          | 12         | 10          | 1         | 0        |          |          |          |          |          |          | 8          | 96          |
| 03:45:00 p. m. | 04:00:00 p. m. | 13         | 0         | 1                     | 3                        | 4          | 0         | 1         | 0         |          |          |          | 0        | 19          | 12         | 3           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 6          | 62          |
| 04:00:00 p. m. | 04:15:00 p. m. | 12         | 0         | 1                     | 1                        | 1          | 0         | 3         | 1         |          |          |          | 0        | 19          | 11         | 4           | 1         | 0        |          |          |          |          |          |          | 8          | 62          |
| 04:15:00 p. m. | 04:30:00 p. m. | 20         | 0         | 0                     | 3                        | 1          | 0         | 2         | 1         |          |          |          | 0        | 30          | 14         | 3           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 8          | 82          |
| 04:30:00 p. m. | 04:45:00 p. m. | 22         | 0         | 2                     | 4                        | 3          | 0         | 3         | 2         |          |          |          | 0        | 27          | 23         | 9           | 2         | 0        |          |          |          |          |          |          | 11         | 108         |
| 04:45:00 p. m. | 05:00:00 p. m. | 24         | 0         | 1                     | 2                        | 2          | 0         | 3         | 1         |          |          |          | 0        | 29          | 5          | 5           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 10         | 82          |
| 05:00:00 p. m. | 05:15:00 p. m. | 28         | 0         | 0                     | 3                        | 5          | 0         | 1         | 3         |          |          |          | 0        | 47          | 14         | 4           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 19         | 124         |
| 05:15:00 p. m. | 05:30:00 p. m. | 28         | 1         | 1                     | 3                        | 3          | 0         | 3         | 0         |          |          |          | 0        | 71          | 17         | 6           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 23         | 156         |
| 05:30:00 p. m. | 05:45:00 p. m. | 30         | 0         | 2                     | 5                        | 4          | 0         | 1         | 2         |          |          |          | 0        | 58          | 12         | 4           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 19         | 137         |
| 05:45:00 p. m. | 06:00:00 p. m. | 28         | 1         | 1                     | 2                        | 5          | 0         | 1         | 0         |          |          |          | 0        | 49          | 16         | 6           | 0         | 0        |          |          |          |          |          |          | 11         | 120         |
| <b>TOTALES</b> |                | <b>805</b> | <b>15</b> | <b>75</b>             | <b>110</b>               | <b>132</b> | <b>67</b> | <b>38</b> | <b>14</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1380</b> | <b>550</b> | <b>263</b>  | <b>34</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>477</b> | <b>3963</b> |

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°27: Aforo vehicular – DIA 1 (martes 24 de febrero de 2023). Sentido OESTE -ESTE - CARRETERA NIQUINOHOMO – CATARINA

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP  | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS   | C2    | C3    | C4    | T2-S1 | T2-S2 | T2-S3 | T3-S1 | MOTOCICLETA | CAMIONETA | LIV 2-5 ton | T3-S2 | T3-S3 | C2-R2 | C2-R3 | C3-R2 | C3-R3 | V.C   | V.A   | otros | TOTAL |
|----------------|----------------|------------|-------|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1 | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1       | DIA 1     | DIA 1       | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 |
| 06:00:00 a. m. | 06:15:00 a. m. | 5          | 1     | 1                     | 2                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 31          | 10        | 2           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 55    |
| 06:15:00 a. m. | 06:30:00 a. m. | 5          | 0     | 1                     | 3                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 33          | 16        | 4           | 1     | 1     |       |       |       |       |       |       | 0     | 67    |
| 06:30:00 a. m. | 06:45:00 a. m. | 6          | 0     | 0                     | 3                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 32          | 13        | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 62    |
| 06:45:00 a. m. | 07:00:00 a. m. | 12         | 0     | 1                     | 2                        | 3     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 28          | 13        | 4           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 65    |
| 07:00:00 a. m. | 07:15:00 a. m. | 11         | 2     | 0                     | 3                        | 2     | 1     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 22          | 10        | 2           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 55    |
| 07:15:00 a. m. | 07:30:00 a. m. | 12         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 33          | 13        | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 66    |
| 07:30:00 a. m. | 07:45:00 a. m. | 12         | 0     | 1                     | 3                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 27          | 13        | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 62    |
| 07:45:00 a. m. | 08:00:00 a. m. | 11         | 0     | 1                     | 1                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 34          | 16        | 7           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 74    |
| 08:00:00 a. m. | 08:15:00 a. m. | 15         | 1     | 0                     | 2                        | 3     | 2     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 27          | 9         | 7           | 0     | 1     |       |       |       |       |       |       | 0     | 68    |
| 08:15:00 a. m. | 08:30:00 a. m. | 12         | 0     | 0                     | 3                        | 1     | 0     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 28          | 13        | 0           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 58    |
| 08:30:00 a. m. | 08:45:00 a. m. | 9          | 0     | 0                     | 2                        | 4     | 0     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 21          | 11        | 5           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 53    |
| 08:45:00 a. m. | 09:00:00 a. m. | 9          | 1     | 3                     | 3                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 24          | 9         | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 55    |
| 09:00:00 a. m. | 09:15:00 a. m. | 12         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 3     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 14          | 8         | 6           | 0     | 1     |       |       |       |       |       |       | 0     | 49    |
| 09:15:00 a. m. | 09:30:00 a. m. | 9          | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 20          | 5         | 2           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 43    |
| 09:30:00 a. m. | 09:45:00 a. m. | 12         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 4     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 14          | 11        | 1           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 47    |
| 09:45:00 a. m. | 10:00:00 a. m. | 7          | 0     | 0                     | 1                        | 3     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 17          | 9         | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 42    |
| 10:00:00 a. m. | 10:15:00 a. m. | 6          | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 0     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 17          | 17        | 9           | 0     | 1     |       |       |       |       |       |       | 0     | 55    |
| 10:15:00 a. m. | 10:30:00 a. m. | 9          | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 3     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 16          | 15        | 5           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 56    |
| 10:30:00 a. m. | 10:45:00 a. m. | 6          | 0     | 0                     | 3                        | 2     | 2     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 18          | 12        | 7           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 51    |
| 10:45:00 a. m. | 11:00:00 a. m. | 9          | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 2     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 15          | 11        | 5           | 0     | 2     |       |       |       |       |       |       | 0     | 48    |
| 11:00:00 a. m. | 11:15:00 a. m. | 8          | 0     | 1                     | 1                        | 1     | 2     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 8           | 10        | 2           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 35    |
| 11:15:00 a. m. | 11:30:00 a. m. | 10         | 0     | 0                     | 3                        | 2     | 2     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 13          | 11        | 7           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 48    |
| 11:30:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | 5          | 0     | 2                     | 0                        | 1     | 1     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 14          | 4         | 12          | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 0     | 39    |
| 11:45:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | 11         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 0     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 27          | 7         | 9           | 1     | 1     |       |       |       |       |       |       | 0     | 60    |
| 12:00:00 p. m. | 12:15:00 p. m. | 10         | 0     | 1                     | 2                        | 1     | 0     | 0     | 0     |       |       |       | 0     | 28          | 19        | 2           | 1     | 1     |       |       |       |       |       |       | 10    | 75    |
| 12:15:00 p. m. | 12:30:00 p. m. | 15         | 0     | 3                     | 5                        | 1     | 3     | 1     | 0     |       |       |       | 0     | 29          | 11        | 7           | 1     | 1     |       |       |       |       |       |       | 9     | 86    |

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP      | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS        | C2        | C3        | C4       | T2-S1    | T2-S2    | T2-S3    | T3-S1    | MOTOCICLETA | CAMIONETA  | LIV 2-5 ton | T3-S2     | T3-S3     | C2-R2    | C2-R3    | C3-R2    | C3-R3    | V.C      | V.A      | otros      | TOTAL       |       |
|----------------|----------------|------------|-----------|-----------------------|--------------------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|------------|-------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-------|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1       | DIA 1      | DIA 1       | DIA 1     | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1      | DIA 1       | DIA 1 |
| 12:30:00 p. m. | 12:45:00 p. m. | 14         | 0         | 0                     | 1                        | 2          | 0         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 26          | 5          | 8           | 0         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 10          | 66    |
| 12:45:00 p. m. | 01:00:00 p. m. | 14         | 0         | 0                     | 2                        | 6          | 0         | 1         | 0        |          |          |          | 0        | 18          | 12         | 6           | 0         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 12          | 71    |
| 01:00:00 p. m. | 01:15:00 p. m. | 14         | 0         | 1                     | 3                        | 2          | 2         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 28          | 18         | 7           | 1         | 1         |          |          |          |          |          |          |            | 5           | 82    |
| 01:15:00 p. m. | 01:30:00 p. m. | 8          | 0         | 0                     | 1                        | 2          | 2         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 24          | 11         | 7           | 1         | 1         |          |          |          |          |          |          |            | 8           | 65    |
| 01:30:00 p. m. | 01:45:00 p. m. | 11         | 2         | 0                     | 3                        | 3          | 4         | 3         | 0        |          |          |          | 0        | 24          | 13         | 4           | 0         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 8           | 75    |
| 01:45:00 p. m. | 02:00:00 p. m. | 16         | 0         | 1                     | 3                        | 4          | 0         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 19          | 19         | 8           | 1         | 1         |          |          |          |          |          |          |            | 7           | 79    |
| 02:00:00 p. m. | 02:15:00 p. m. | 12         | 0         | 0                     | 4                        | 1          | 1         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 18          | 9          | 5           | 4         | 4         |          |          |          |          |          |          |            | 11          | 69    |
| 02:15:00 p. m. | 02:30:00 p. m. | 17         | 0         | 1                     | 2                        | 2          | 1         | 1         | 0        |          |          |          | 0        | 31          | 15         | 5           | 1         | 1         |          |          |          |          |          |          |            | 4           | 81    |
| 02:30:00 p. m. | 02:45:00 p. m. | 12         | 1         | 1                     | 3                        | 2          | 3         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 29          | 20         | 3           | 2         | 2         |          |          |          |          |          |          |            | 7           | 85    |
| 02:45:00 p. m. | 03:00:00 p. m. | 14         | 0         | 0                     | 3                        | 1          | 1         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 21          | 9          | 7           | 0         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 7           | 63    |
| 03:00:00 p. m. | 03:15:00 p. m. | 13         | 0         | 2                     | 2                        | 3          | 3         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 18          | 15         | 5           | 3         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 10          | 74    |
| 03:15:00 p. m. | 03:30:00 p. m. | 16         | 0         | 2                     | 3                        | 2          | 5         | 1         | 0        |          |          |          | 0        | 23          | 4          | 7           | 1         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 7           | 71    |
| 03:30:00 p. m. | 03:45:00 p. m. | 13         | 0         | 1                     | 2                        | 3          | 1         | 1         | 0        |          |          |          | 0        | 19          | 7          | 1           | 0         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 4           | 52    |
| 03:45:00 p. m. | 04:00:00 p. m. | 16         | 0         | 0                     | 1                        | 4          | 3         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 23          | 10         | 9           | 1         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 7           | 74    |
| 04:00:00 p. m. | 04:15:00 p. m. | 11         | 0         | 3                     | 2                        | 1          | 3         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 23          | 15         | 5           | 2         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 9           | 74    |
| 04:15:00 p. m. | 04:30:00 p. m. | 11         | 1         | 5                     | 2                        | 1          | 5         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 15          | 11         | 14          | 8         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 5           | 78    |
| 04:30:00 p. m. | 04:45:00 p. m. | 16         | 0         | 3                     | 2                        | 2          | 1         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 19          | 12         | 5           | 0         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 6           | 66    |
| 04:45:00 p. m. | 05:00:00 p. m. | 15         | 0         | 3                     | 2                        | 3          | 3         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 24          | 16         | 8           | 1         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 13          | 88    |
| 05:00:00 p. m. | 05:15:00 p. m. | 14         | 0         | 0                     | 4                        | 0          | 7         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 24          | 7          | 7           | 0         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 7           | 70    |
| 05:15:00 p. m. | 05:30:00 p. m. | 26         | 1         | 3                     | 2                        | 3          | 1         | 0         | 0        |          |          |          | 0        | 75          | 11         | 8           | 1         | 1         |          |          |          |          |          |          |            | 15          | 147   |
| 05:30:00 p. m. | 05:45:00 p. m. | 24         | 0         | 0                     | 2                        | 13         | 1         | 1         | 0        |          |          |          | 0        | 64          | 13         | 5           | 1         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 17          | 141   |
| 05:45:00 p. m. | 06:00:00 p. m. | 32         | 0         | 1                     | 2                        | 1          | 3         | 1         | 0        |          |          |          | 0        | 52          | 9          | 5           | 0         | 0         |          |          |          |          |          |          |            | 19          | 125   |
| <b>TOTALES</b> |                | <b>587</b> | <b>10</b> | <b>46</b>             | <b>109</b>               | <b>113</b> | <b>85</b> | <b>15</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1207</b> | <b>557</b> | <b>262</b>  | <b>42</b> | <b>20</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>217</b> | <b>3270</b> |       |

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°28: Aforo vehicular – DIA 2 (miércoles 25 de febrero de 2023). Sentido ESTE -OESTE - CARRETERA NIQUINOHOMO – CATARINA

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP  | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS   | C2    | C3    | C4    | T2-S1 | T2-S2 | T2-S3 | T3-S1 | MOTOCICLETA | CAMIONETA | LIV 2-5 ton | T3-S2 | T3-S3 | C2-R2 | C2-R3 | C3-R2 | C3-R3 | V.C   | V.A   | otros | TOTAL |
|----------------|----------------|------------|-------|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1 | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1       | DIA 1     | DIA 1       | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 |
| 06:00:00 a. m. | 06:15:00 a. m. | 18         | 0     | 0                     | 3                        | 1     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 10          | 9         | 3           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 6     | 53    |
| 06:15:00 a. m. | 06:30:00 a. m. | 15         | 0     | 1                     | 2                        | 5     | 5     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 19          | 6         | 1           | 0     | 1     |       |       |       |       |       |       | 9     | 65    |
| 06:30:00 a. m. | 06:45:00 a. m. | 18         | 0     | 3                     | 2                        | 13    | 4     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 32          | 12        | 11          | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 107   |
| 06:45:00 a. m. | 07:00:00 a. m. | 20         | 1     | 0                     | 6                        | 4     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 43          | 7         | 9           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 105   |
| 07:00:00 a. m. | 07:15:00 a. m. | 15         | 0     | 1                     | 2                        | 3     | 3     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 58          | 7         | 7           | 3     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 112   |
| 07:15:00 a. m. | 07:30:00 a. m. | 22         | 0     | 0                     | 2                        | 3     | 4     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 93          | 12        | 9           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 25    | 172   |
| 07:30:00 a. m. | 07:45:00 a. m. | 18         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 64          | 8         | 3           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 19    | 120   |
| 07:45:00 a. m. | 08:00:00 a. m. | 21         | 0     | 2                     | 1                        | 1     | 3     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 27          | 19        | 6           | 3     | 0     |       |       |       |       |       |       | 18    | 101   |
| 08:00:00 a. m. | 08:15:00 a. m. | 13         | 1     | 1                     | 2                        | 2     | 7     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 28          | 12        | 3           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 10    | 80    |
| 08:15:00 a. m. | 08:30:00 a. m. | 12         | 0     | 4                     | 3                        | 2     | 6     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 30          | 10        | 5           | 1     | 1     |       |       |       |       |       |       | 14    | 90    |
| 08:30:00 a. m. | 08:45:00 a. m. | 14         | 1     | 1                     | 2                        | 3     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 33          | 6         | 6           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 74    |
| 08:45:00 a. m. | 09:00:00 a. m. | 9          | 1     | 1                     | 4                        | 2     | 7     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 31          | 19        | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 91    |
| 09:00:00 a. m. | 09:15:00 a. m. | 13         | 0     | 1                     | 2                        | 5     | 4     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 37          | 12        | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 10    | 88    |
| 09:15:00 a. m. | 09:30:00 a. m. | 14         | 1     | 0                     | 3                        | 2     | 8     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 27          | 10        | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 9     | 80    |
| 09:30:00 a. m. | 09:45:00 a. m. | 15         | 0     | 1                     | 2                        | 3     | 7     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 26          | 8         | 6           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 76    |
| 09:45:00 a. m. | 10:00:00 a. m. | 16         | 0     | 0                     | 3                        | 3     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 31          | 8         | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 9     | 75    |
| 10:00:00 a. m. | 10:15:00 a. m. | 8          | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 3     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 19          | 9         | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 14    | 63    |
| 10:15:00 a. m. | 10:30:00 a. m. | 10         | 1     | 0                     | 3                        | 2     | 4     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 19          | 7         | 7           | 0     | 1     |       |       |       |       |       |       | 10    | 65    |
| 10:30:00 a. m. | 10:45:00 a. m. | 18         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 4     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 27          | 5         | 7           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 10    | 80    |
| 10:45:00 a. m. | 11:00:00 a. m. | 16         | 0     | 1                     | 1                        | 2     | 6     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 20          | 14        | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 72    |
| 11:00:00 a. m. | 11:15:00 a. m. | 10         | 0     | 3                     | 2                        | 4     | 6     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 24          | 13        | 7           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 83    |
| 11:15:00 a. m. | 11:30:00 a. m. | 10         | 1     | 2                     | 3                        | 2     | 7     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 23          | 5         | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 16    | 75    |
| 11:30:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | 17         | 0     | 1                     | 3                        | 2     | 5     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 26          | 12        | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 82    |
| 11:45:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | 15         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 27          | 7         | 5           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 16    | 78    |
| 12:00:00 p. m. | 12:15:00 p. m. | 17         | 1     | 0                     | 4                        | 3     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 31          | 14        | 6           | 1     | 1     |       |       |       |       |       |       | 21    | 101   |
| 12:15:00 p. m. | 12:30:00 p. m. | 17         | 0     | 1                     | 3                        | 1     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 23          | 12        | 4           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 73    |

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP       | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS        | C2         | C3         | C4        | T2-S1    | T2-S2    | T2-S3    | T3-S1    | MOTOCICLETA | CAMIONETA   | LIV 2-5 ton | T3-S2      | T3-S3     | C2-R2    | C2-R3    | C3-R2    | C3-R3    | V.C      | V.A      | otros    | TOTAL      |
|----------------|----------------|------------|------------|-----------------------|--------------------------|------------|------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1       | DIA 1       | DIA 1       | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    |            |
| 12:30:00 p. m. | 12:45:00 p. m. | 22         | 0          | 1                     | 2                        | 3          | 4          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 20          | 13          | 6           | 2          | 0         |          |          |          |          |          |          | 10       | 83         |
| 12:45:00 p. m. | 01:00:00 p. m. | 9          | 0          | 0                     | 2                        | 3          | 3          | 1          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 19          | 7           | 1           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 13       | 59         |
| 01:00:00 p. m. | 01:15:00 p. m. | 14         | 0          | 2                     | 4                        | 1          | 1          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 22          | 15          | 4           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 15       | 78         |
| 01:15:00 p. m. | 01:30:00 p. m. | 10         | 1          | 2                     | 4                        | 1          | 0          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 16          | 15          | 3           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 9        | 62         |
| 01:30:00 p. m. | 01:45:00 p. m. | 12         | 1          | 1                     | 2                        | 2          | 3          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 25          | 7           | 4           | 3          | 0         |          |          |          |          |          |          | 3        | 63         |
| 01:45:00 p. m. | 02:00:00 p. m. | 23         | 0          | 0                     | 2                        | 2          | 1          | 2          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 26          | 14          | 1           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 4        | 75         |
| 02:00:00 p. m. | 02:15:00 p. m. | 18         | 2          | 1                     | 3                        | 3          | 2          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 27          | 7           | 6           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 10       | 79         |
| 02:15:00 p. m. | 02:30:00 p. m. | 15         | 1          | 2                     | 2                        | 5          | 1          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 17          | 14          | 3           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 7        | 68         |
| 02:30:00 p. m. | 02:45:00 p. m. | 11         | 0          | 1                     | 1                        | 2          | 2          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 16          | 14          | 1           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 4        | 53         |
| 02:45:00 p. m. | 03:00:00 p. m. | 11         | 0          | 0                     | 4                        | 1          | 4          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 27          | 12          | 5           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 13       | 78         |
| 03:00:00 p. m. | 03:15:00 p. m. | 18         | 1          | 2                     | 3                        | 5          | 6          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 20          | 10          | 7           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 11       | 84         |
| 03:15:00 p. m. | 03:30:00 p. m. | 15         | 0          | 1                     | 2                        | 1          | 3          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 25          | 13          | 0           | 2          | 0         |          |          |          |          |          |          | 8        | 70         |
| 03:30:00 p. m. | 03:45:00 p. m. | 16         | 0          | 1                     | 1                        | 2          | 2          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 22          | 20          | 3           | 2          | 0         |          |          |          |          |          |          | 13       | 82         |
| 03:45:00 p. m. | 04:00:00 p. m. | 13         | 1          | 0                     | 5                        | 3          | 7          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 23          | 14          | 4           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 11       | 82         |
| 04:00:00 p. m. | 04:15:00 p. m. | 12         | 1          | 0                     | 0                        | 2          | 3          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 24          | 9           | 3           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 11       | 66         |
| 04:15:00 p. m. | 04:30:00 p. m. | 13         | 0          | 3                     | 4                        | 3          | 1          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 28          | 10          | 10          | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 15       | 88         |
| 04:30:00 p. m. | 04:45:00 p. m. | 29         | 0          | 1                     | 2                        | 3          | 1          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 19          | 10          | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 15       | 85         |
| 04:45:00 p. m. | 05:00:00 p. m. | 21         | 0          | 2                     | 3                        | 2          | 5          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 34          | 10          | 3           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 13       | 94         |
| 05:00:00 p. m. | 05:15:00 p. m. | 24         | 3          | 0                     | 6                        | 5          | 3          | 1          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 45          | 15          | 8           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 14       | 124        |
| 05:15:00 p. m. | 05:30:00 p. m. | 24         | 1          | 0                     | 2                        | 3          | 4          | 1          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 62          | 28          | 5           | 1          | 1         |          |          |          |          |          |          | 22       | 154        |
| 05:30:00 p. m. | 05:45:00 p. m. | 20         | 0          | 2                     | 6                        | 3          | 1          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 49          | 13          | 5           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 18       | 118        |
| 05:45:00 p. m. | 06:00:00 p. m. | 31         | 1          | 1                     | 5                        | 5          | 0          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 66          | 11          | 8           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 16       | 145        |
| <b>TOTALES</b> |                | <b>805</b> | <b>772</b> | <b>21</b>             | <b>49</b>                | <b>131</b> | <b>136</b> | <b>164</b> | <b>17</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>    | <b>1460</b> | <b>544</b>  | <b>231</b> | <b>44</b> | <b>5</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>577</b> |

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°29: Aforo vehicular – DIA 2 (miércoles 25 de febrero de 2023). Sentido OESTE -ESTE - CARRETERA NIQUINOHOMO – CATARINA

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP  | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS   | C2    | C3    | C4    | T2-S1 | T2-S2 | T2-S3 | T3-S1 | MOTOCICLETA | CAMIONETA | LIV 2-5 ton | T3-S2 | T3-S3 | C2-R2 | C2-R3 | C3-R2 | C3-R3 | V.C   | V.A   | otros | TOTAL |  |
|----------------|----------------|------------|-------|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1 | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1       | DIA 1     | DIA 1       | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 |  |
| 06:00:00 a. m. | 06:15:00 a. m. | 4          | 0     | 0                     | 1                        | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 37          | 9         | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 10    | 66    |  |
| 06:15:00 a. m. | 06:30:00 a. m. | 11         | 0     | 1                     | 4                        | 3     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 44          | 13        | 6           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 9     | 94    |  |
| 06:30:00 a. m. | 06:45:00 a. m. | 6          | 0     | 0                     | 1                        | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 35          | 12        | 7           | 2     | 1     |       |       |       |       |       |       | 12    | 78    |  |
| 06:45:00 a. m. | 07:00:00 a. m. | 13         | 0     | 1                     | 2                        | 3     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 26          | 14        | 7           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 4     | 72    |  |
| 07:00:00 a. m. | 07:15:00 a. m. | 13         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 22          | 10        | 2           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 62    |  |
| 07:15:00 a. m. | 07:30:00 a. m. | 10         | 0     | 0                     | 3                        | 1     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 47          | 16        | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 6     | 88    |  |
| 07:30:00 a. m. | 07:45:00 a. m. | 8          | 0     | 0                     | 2                        | 3     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 22          | 10        | 6           | 3     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 65    |  |
| 07:45:00 a. m. | 08:00:00 a. m. | 11         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 38          | 10        | 11          | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 5     | 82    |  |
| 08:00:00 a. m. | 08:15:00 a. m. | 15         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 35          | 4         | 3           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 10    | 74    |  |
| 08:15:00 a. m. | 08:30:00 a. m. | 13         | 3     | 0                     | 3                        | 3     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 26          | 8         | 2           | 0     | 1     |       |       |       |       |       |       | 12    | 73    |  |
| 08:30:00 a. m. | 08:45:00 a. m. | 13         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 22          | 13        | 1           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 2     | 56    |  |
| 08:45:00 a. m. | 09:00:00 a. m. | 14         | 0     | 0                     | 3                        | 4     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 14          | 12        | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 63    |  |
| 09:00:00 a. m. | 09:15:00 a. m. | 24         | 0     | 1                     | 1                        | 2     | 4     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 17          | 5         | 6           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 6     | 67    |  |
| 09:15:00 a. m. | 09:30:00 a. m. | 15         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 22          | 12        | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 9     | 69    |  |
| 09:30:00 a. m. | 09:45:00 a. m. | 19         | 1     | 0                     | 1                        | 2     | 4     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 18          | 15        | 1           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 4     | 67    |  |
| 09:45:00 a. m. | 10:00:00 a. m. | 12         | 1     | 2                     | 3                        | 1     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 14          | 13        | 2           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 14    | 64    |  |
| 10:00:00 a. m. | 10:15:00 a. m. | 18         | 0     | 1                     | 1                        | 3     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 21          | 10        | 8           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 75    |  |
| 10:15:00 a. m. | 10:30:00 a. m. | 15         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 3     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 16          | 10        | 3           | 3     | 0     |       |       |       |       |       |       | 6     | 63    |  |
| 10:30:00 a. m. | 10:45:00 a. m. | 14         | 6     | 0                     | 2                        | 1     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 20          | 13        | 2           | 0     | 1     |       |       |       |       |       |       | 9     | 70    |  |
| 10:45:00 a. m. | 11:00:00 a. m. | 11         | 0     | 0                     | 3                        | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 9           | 7         | 2           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 43    |  |
| 11:00:00 a. m. | 11:15:00 a. m. | 12         | 0     | 1                     | 1                        | 2     | 5     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 16          | 8         | 4           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 10    | 60    |  |
| 11:15:00 a. m. | 11:30:00 a. m. | 17         | 0     | 0                     | 3                        | 1     | 1     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 17          | 13        | 3           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 10    | 68    |  |
| 11:30:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | 14         | 0     | 0                     | 1                        | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 20          | 10        | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 14    | 66    |  |
| 11:45:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | 14         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 4     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 23          | 10        | 4           | 3     | 0     |       |       |       |       |       |       | 14    | 76    |  |
| 12:00:00 p. m. | 12:15:00 p. m. | 22         | 0     | 2                     | 3                        | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 26          | 9         | 7           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 82    |  |
| 12:15:00 p. m. | 12:30:00 p. m. | 10         | 1     | 2                     | 4                        | 2     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 30          | 7         | 7           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 76    |  |

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP       | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS        | C2         | C3        | C4        | T2-S1    | T2-S2    | T2-S3    | T3-S1    | MOTOCICLETA | CAMIONETA   | LIV 2-5 ton | T3-S2      | T3-S3     | C2-R2    | C2-R3    | C3-R2    | C3-R3    | V.C      | V.A      | otros    | TOTAL      |       |
|----------------|----------------|------------|------------|-----------------------|--------------------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|-------|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1       | DIA 1       | DIA 1       | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1      | DIA 1 |
| 12:30:00 p. m. | 12:45:00 p. m. | 13         | 0          | 2                     | 1                        | 3          | 5          | 1         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 25          | 10          | 9           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 9        | 78         |       |
| 12:45:00 p. m. | 01:00:00 p. m. | 20         | 0          | 1                     | 2                        | 2          | 1          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 20          | 9           | 6           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 8        | 70         |       |
| 01:00:00 p. m. | 01:15:00 p. m. | 11         | 0          | 3                     | 2                        | 3          | 3          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 22          | 11          | 6           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 10       | 71         |       |
| 01:15:00 p. m. | 01:30:00 p. m. | 9          | 1          | 0                     | 2                        | 2          | 2          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 25          | 9           | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 9        | 64         |       |
| 01:30:00 p. m. | 01:45:00 p. m. | 16         | 0          | 0                     | 2                        | 3          | 2          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 20          | 16          | 6           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 8        | 73         |       |
| 01:45:00 p. m. | 02:00:00 p. m. | 17         | 0          | 2                     | 2                        | 0          | 1          | 2         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 20          | 13          | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 6        | 68         |       |
| 02:00:00 p. m. | 02:15:00 p. m. | 10         | 1          | 1                     | 1                        | 2          | 0          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 16          | 11          | 7           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 10       | 59         |       |
| 02:15:00 p. m. | 02:30:00 p. m. | 18         | 0          | 4                     | 2                        | 2          | 2          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 16          | 4           | 5           | 1          | 1         |          |          |          |          |          |          | 4        | 59         |       |
| 02:30:00 p. m. | 02:45:00 p. m. | 26         | 1          | 1                     | 3                        | 2          | 1          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 16          | 12          | 5           | 4          | 0         |          |          |          |          |          |          | 13       | 84         |       |
| 02:45:00 p. m. | 03:00:00 p. m. | 16         | 2          | 1                     | 0                        | 1          | 0          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 21          | 9           | 4           | 0          | 1         |          |          |          |          |          |          | 6        | 61         |       |
| 03:00:00 p. m. | 03:15:00 p. m. | 22         | 0          | 0                     | 3                        | 3          | 3          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 21          | 11          | 7           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 10       | 81         |       |
| 03:15:00 p. m. | 03:30:00 p. m. | 18         | 0          | 0                     | 2                        | 1          | 1          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 21          | 15          | 10          | 3          | 1         |          |          |          |          |          |          | 9        | 81         |       |
| 03:30:00 p. m. | 03:45:00 p. m. | 13         | 0          | 0                     | 3                        | 4          | 2          | 1         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 30          | 10          | 8           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 9        | 81         |       |
| 03:45:00 p. m. | 04:00:00 p. m. | 10         | 0          | 0                     | 2                        | 3          | 5          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 12          | 11          | 9           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 11       | 64         |       |
| 04:00:00 p. m. | 04:15:00 p. m. | 13         | 1          | 1                     | 2                        | 1          | 4          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 23          | 15          | 6           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 6        | 73         |       |
| 04:15:00 p. m. | 04:30:00 p. m. | 15         | 0          | 3                     | 3                        | 1          | 2          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 12          | 8           | 0           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 7        | 52         |       |
| 04:30:00 p. m. | 04:45:00 p. m. | 4          | 0          | 2                     | 1                        | 1          | 3          | 1         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 25          | 5           | 8           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 12       | 62         |       |
| 04:45:00 p. m. | 05:00:00 p. m. | 19         | 0          | 0                     | 3                        | 2          | 4          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 36          | 11          | 10          | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 11       | 97         |       |
| 05:00:00 p. m. | 05:15:00 p. m. | 15         | 0          | 0                     | 1                        | 0          | 2          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 33          | 10          | 5           | 2          | 0         |          |          |          |          |          |          | 11       | 79         |       |
| 05:15:00 p. m. | 05:30:00 p. m. | 18         | 0          | 0                     | 5                        | 3          | 2          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 97          | 7           | 10          | 2          | 0         |          |          |          |          |          |          | 17       | 161        |       |
| 05:30:00 p. m. | 05:45:00 p. m. | 20         | 0          | 1                     | 2                        | 13         | 7          | 3         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 78          | 10          | 5           | 2          | 0         |          |          |          |          |          |          | 18       | 159        |       |
| 05:45:00 p. m. | 06:00:00 p. m. | 15         | 0          | 2                     | 0                        | 1          | 1          | 1         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 45          | 14          | 4           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 19       | 103        |       |
| <b>TOTALES</b> |                | <b>587</b> | <b>686</b> | <b>18</b>             | <b>38</b>                | <b>100</b> | <b>105</b> | <b>93</b> | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>    | <b>1271</b> | <b>504</b>  | <b>255</b> | <b>45</b> | <b>6</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>462</b> |       |

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°30: Aforo vehicular – DIA 3 (jueves 26 de febrero de 2023). Sentido ESTE -OESTE - CARRETERA NIQUINOHOMO – CATARINA

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP  | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS   | C2    | C3    | C4    | T2-S1 | T2-S2 | T2-S3 | T3-S1 | MOTOCICLETA | CAMIONETA | LIV 2-5 ton | T3-S2 | T3-S3 | C2-R2 | C2-R3 | C3-R2 | C3-R3 | V.C   | V.A   | otros | TOTAL |
|----------------|----------------|------------|-------|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1 | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1       | DIA 1     | DIA 1       | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 |
| 06:00:00 a. m. | 06:15:00 a. m. | 21         | 0     | 1                     | 3                        | 3     | 7     | 0     | 0     |       |       |       |       | 38          | 16        | 7           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 110   |
| 06:15:00 a. m. | 06:30:00 a. m. | 15         | 0     | 1                     | 3                        | 1     | 6     | 1     | 0     |       |       |       |       | 41          | 17        | 5           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 9     | 100   |
| 06:30:00 a. m. | 06:45:00 a. m. | 20         | 0     | 2                     | 3                        | 2     | 9     | 0     | 0     |       |       |       |       | 38          | 19        | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 9     | 107   |
| 06:45:00 a. m. | 07:00:00 a. m. | 33         | 1     | 1                     | 4                        | 7     | 0     | 1     | 0     |       |       |       |       | 95          | 15        | 5           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 21    | 184   |
| 07:00:00 a. m. | 07:15:00 a. m. | 19         | 0     | 1                     | 1                        | 10    | 3     | 0     | 0     |       |       |       |       | 38          | 13        | 2           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 21    | 108   |
| 07:15:00 a. m. | 07:30:00 a. m. | 16         | 0     | 0                     | 2                        | 3     | 3     | 0     | 0     |       |       |       |       | 48          | 11        | 6           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 15    | 104   |
| 07:30:00 a. m. | 07:45:00 a. m. | 17         | 1     | 1                     | 2                        | 1     | 2     | 1     | 0     |       |       |       |       | 31          | 8         | 9           | 1     | 1     |       |       |       |       |       |       | 10    | 85    |
| 07:45:00 a. m. | 08:00:00 a. m. | 10         | 0     | 2                     | 2                        | 3     | 14    | 0     | 0     |       |       |       |       | 31          | 8         | 17          | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 22    | 111   |
| 08:00:00 a. m. | 08:15:00 a. m. | 17         | 0     | 2                     | 3                        | 1     | 4     | 0     | 0     |       |       |       |       | 22          | 11        | 5           | 4     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 80    |
| 08:15:00 a. m. | 08:30:00 a. m. | 12         | 0     | 4                     | 5                        | 3     | 3     | 1     | 0     |       |       |       |       | 30          | 12        | 7           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 12    | 91    |
| 08:30:00 a. m. | 08:45:00 a. m. | 17         | 1     | 2                     | 2                        | 2     | 5     | 2     | 0     |       |       |       |       | 37          | 7         | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 14    | 94    |
| 08:45:00 a. m. | 09:00:00 a. m. | 8          | 3     | 1                     | 3                        | 3     | 3     | 0     | 0     |       |       |       |       | 18          | 6         | 7           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 12    | 65    |
| 09:00:00 a. m. | 09:15:00 a. m. | 9          | 0     | 1                     | 1                        | 2     | 3     | 0     | 0     |       |       |       |       | 30          | 12        | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 74    |
| 09:15:00 a. m. | 09:30:00 a. m. | 8          | 1     | 0                     | 3                        | 1     | 5     | 1     | 0     |       |       |       |       | 30          | 9         | 3           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 12    | 75    |
| 09:30:00 a. m. | 09:45:00 a. m. | 11         | 0     | 2                     | 0                        | 4     | 9     | 2     | 0     |       |       |       |       | 33          | 9         | 6           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 90    |
| 09:45:00 a. m. | 10:00:00 a. m. | 17         | 1     | 3                     | 4                        | 2     | 2     | 0     | 0     |       |       |       |       | 24          | 13        | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 78    |
| 10:00:00 a. m. | 10:15:00 a. m. | 12         | 1     | 3                     | 2                        | 2     | 0     | 0     | 0     |       |       |       |       | 27          | 12        | 6           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 18    | 84    |
| 10:15:00 a. m. | 10:30:00 a. m. | 16         | 0     | 0                     | 2                        | 1     | 8     | 1     | 0     |       |       |       |       | 18          | 14        | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 9     | 72    |
| 10:30:00 a. m. | 10:45:00 a. m. | 12         | 0     | 2                     | 3                        | 3     | 3     | 0     | 0     |       |       |       |       | 22          | 14        | 7           | 2     | 0     |       |       |       |       |       |       | 12    | 80    |
| 10:45:00 a. m. | 11:00:00 a. m. | 10         | 2     | 1                     | 2                        | 2     | 5     | 0     | 0     |       |       |       |       | 22          | 9         | 3           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 12    | 68    |
| 11:00:00 a. m. | 11:15:00 a. m. | 15         | 1     | 3                     | 4                        | 4     | 3     | 1     | 0     |       |       |       |       | 24          | 12        | 4           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 83    |
| 11:15:00 a. m. | 11:30:00 a. m. | 17         | 1     | 0                     | 1                        | 1     | 2     | 1     | 0     |       |       |       |       | 24          | 9         | 9           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 73    |
| 11:30:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | 8          | 1     | 1                     | 2                        | 4     | 5     | 0     | 0     |       |       |       |       | 14          | 16        | 8           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 12    | 71    |
| 11:45:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | 21         | 1     | 2                     | 2                        | 2     | 2     | 1     | 0     |       |       |       |       | 17          | 20        | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 16    | 88    |
| 12:00:00 p. m. | 12:15:00 p. m. | 11         | 0     | 1                     | 2                        | 3     | 5     | 0     | 0     |       |       |       |       | 25          | 15        | 3           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 22    | 88    |

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP       | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS        | C2         | C3         | C4        | T2-S1    | T2-S2    | T2-S3    | T3-S1    | MOTOCICLETA | CAMIONETA   | LIV 2-5 ton | T3-S2      | T3-S3     | C2-R2    | C2-R3    | C3-R2    | C3-R3    | V.C      | V.A      | otros    | TOTAL      |
|----------------|----------------|------------|------------|-----------------------|--------------------------|------------|------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1       | DIA 1       | DIA 1       | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    |            |
| 12:15:00 p. m. | 12:30:00 p. m. | 20         | 1          | 2                     | 2                        | 0          | 4          | 0          | 0         |          |          |          |          | 18          | 6           | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 14       | 72         |
| 12:30:00 p. m. | 12:45:00 p. m. | 11         | 1          | 2                     | 1                        | 3          | 2          | 1          | 0         |          |          |          |          | 32          | 10          | 5           | 2          | 0         |          |          |          |          |          |          | 15       | 85         |
| 12:45:00 p. m. | 01:00:00 p. m. | 9          | 2          | 1                     | 2                        | 2          | 2          | 0          | 0         |          |          |          |          | 26          | 6           | 2           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 7        | 59         |
| 01:00:00 p. m. | 01:15:00 p. m. | 12         | 0          | 1                     | 2                        | 4          | 3          | 0          | 0         |          |          |          |          | 19          | 8           | 7           | 3          | 0         |          |          |          |          |          |          | 12       | 71         |
| 01:15:00 p. m. | 01:30:00 p. m. | 11         | 0          | 0                     | 4                        | 3          | 0          | 0          | 0         |          |          |          |          | 13          | 13          | 9           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 7        | 61         |
| 01:30:00 p. m. | 01:45:00 p. m. | 17         | 1          | 1                     | 1                        | 4          | 1          | 0          | 0         |          |          |          |          | 20          | 16          | 8           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 2        | 71         |
| 01:45:00 p. m. | 02:00:00 p. m. | 19         | 1          | 1                     | 6                        | 1          | 5          | 1          | 0         |          |          |          |          | 30          | 12          | 6           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 7        | 90         |
| 02:00:00 p. m. | 02:15:00 p. m. | 16         | 0          | 1                     | 2                        | 7          | 4          | 1          | 0         |          |          |          |          | 32          | 18          | 1           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 11       | 94         |
| 02:15:00 p. m. | 02:30:00 p. m. | 14         | 0          | 3                     | 1                        | 4          | 3          | 0          | 0         |          |          |          |          | 19          | 13          | 7           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 14       | 78         |
| 02:30:00 p. m. | 02:45:00 p. m. | 16         | 0          | 0                     | 4                        | 1          | 6          | 1          | 0         |          |          |          |          | 34          | 17          | 9           | 4          | 0         |          |          |          |          |          |          | 11       | 103        |
| 02:45:00 p. m. | 03:00:00 p. m. | 21         | 1          | 2                     | 0                        | 2          | 6          | 0          | 0         |          |          |          |          | 22          | 7           | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 7        | 73         |
| 03:00:00 p. m. | 03:15:00 p. m. | 12         | 0          | 0                     | 1                        | 3          | 1          | 1          | 0         |          |          |          |          | 24          | 6           | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 8        | 61         |
| 03:15:00 p. m. | 03:30:00 p. m. | 20         | 1          | 2                     | 5                        | 1          | 8          | 0          | 1         |          |          |          |          | 27          | 21          | 10          | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 12       | 108        |
| 03:30:00 p. m. | 03:45:00 p. m. | 19         | 1          | 1                     | 4                        | 2          | 4          | 1          | 0         |          |          |          |          | 26          | 12          | 5           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 8        | 84         |
| 03:45:00 p. m. | 04:00:00 p. m. | 17         | 2          | 1                     | 1                        | 1          | 1          | 0          | 0         |          |          |          |          | 18          | 16          | 4           | 0          | 1         |          |          |          |          |          |          | 6        | 68         |
| 04:00:00 p. m. | 04:15:00 p. m. | 18         | 0          | 1                     | 3                        | 4          | 3          | 0          | 0         |          |          |          |          | 18          | 14          | 7           | 0          | 1         |          |          |          |          |          |          | 6        | 75         |
| 04:15:00 p. m. | 04:30:00 p. m. | 16         | 0          | 5                     | 2                        | 2          | 1          | 0          | 0         |          |          |          |          | 25          | 13          | 3           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 8        | 75         |
| 04:30:00 p. m. | 04:45:00 p. m. | 22         | 0          | 0                     | 3                        | 2          | 3          | 1          | 0         |          |          |          |          | 24          | 19          | 3           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 14       | 92         |
| 04:45:00 p. m. | 05:00:00 p. m. | 19         | 0          | 1                     | 2                        | 4          | 3          | 0          | 0         |          |          |          |          | 39          | 9           | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 11       | 93         |
| 05:00:00 p. m. | 05:15:00 p. m. | 22         | 0          | 2                     | 3                        | 4          | 1          | 2          | 0         |          |          |          |          | 43          | 15          | 5           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          | 22       | 120        |
| 05:15:00 p. m. | 05:30:00 p. m. | 30         | 0          | 2                     | 1                        | 5          | 2          | 0          | 0         |          |          |          |          | 70          | 15          | 11          | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 24       | 160        |
| 05:30:00 p. m. | 05:45:00 p. m. | 34         | 1          | 2                     | 5                        | 3          | 2          | 0          | 0         |          |          |          |          | 63          | 9           | 3           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 21       | 143        |
| 05:45:00 p. m. | 06:00:00 p. m. | 21         | 0          | 3                     | 4                        | 4          | 1          | 0          | 0         |          |          |          |          | 56          | 9           | 4           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          | 14       | 116        |
| <b>TOTALES</b> |                | <b>805</b> | <b>788</b> | <b>27</b>             | <b>71</b>                | <b>120</b> | <b>136</b> | <b>177</b> | <b>22</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>    | <b>1475</b> | <b>591</b>  | <b>272</b> | <b>36</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>596</b> |

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°31: Aforo vehicular – DIA 3 (jueves 26 de febrero de 2023). Sentido OESTE -ESTE - CARRETERA NIQUINOHOMO – CATARINA

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP  | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS   | C2    | C3    | C4    | T2-S1 | T2-S2 | T2-S3 | T3-S1 | MOTOCICLETA | CAMIONETA | LIV 2-5 ton | T3-S2 | T3-S3 | C2-R2 | C2-R3 | C3-R2 | C3-R3 | V.C   | V.A   | otros | TOTAL |  |
|----------------|----------------|------------|-------|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1 | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1       | DIA 1     | DIA 1       | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 | DIA 1 |  |
| 06:00:00 a. m. | 06:15:00 a. m. | 6          | 0     | 0                     | 2                        | 1     | 1     | 0     | 0     |       |       |       |       | 35          | 9         | 6           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 2     | 62    |  |
| 06:15:00 a. m. | 06:30:00 a. m. | 8          | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 0     | 0     | 0     |       |       |       |       | 31          | 8         | 2           | 0     | 1     |       |       |       |       |       |       | 5     | 60    |  |
| 06:30:00 a. m. | 06:45:00 a. m. | 6          | 0     | 0                     | 3                        | 2     | 2     | 0     | 0     |       |       |       |       | 21          | 10        | 8           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 14    | 66    |  |
| 06:45:00 a. m. | 07:00:00 a. m. | 12         | 1     | 0                     | 3                        | 2     | 0     | 0     | 0     |       |       |       |       | 33          | 9         | 5           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 74    |  |
| 07:00:00 a. m. | 07:15:00 a. m. | 10         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 1     | 1     | 0     |       |       |       |       | 30          | 12        | 7           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 74    |  |
| 07:15:00 a. m. | 07:30:00 a. m. | 9          | 0     | 1                     | 2                        | 1     | 0     | 0     | 0     |       |       |       |       | 23          | 13        | 7           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 67    |  |
| 07:30:00 a. m. | 07:45:00 a. m. | 11         | 0     | 0                     | 2                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       |       | 36          | 6         | 5           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 74    |  |
| 07:45:00 a. m. | 08:00:00 a. m. | 16         | 0     | 2                     | 3                        | 2     | 3     | 0     | 0     |       |       |       |       | 51          | 16        | 4           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 105   |  |
| 08:00:00 a. m. | 08:15:00 a. m. | 14         | 0     | 2                     | 2                        | 4     | 3     | 1     | 0     |       |       |       |       | 29          | 7         | 2           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 75    |  |
| 08:15:00 a. m. | 08:30:00 a. m. | 11         | 0     | 0                     | 2                        | 3     | 2     | 0     | 0     |       |       |       |       | 28          | 10        | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 67    |  |
| 08:30:00 a. m. | 08:45:00 a. m. | 14         | 1     | 0                     | 3                        | 2     | 0     | 0     | 0     |       |       |       |       | 26          | 15        | 7           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 77    |  |
| 08:45:00 a. m. | 09:00:00 a. m. | 8          | 0     | 0                     | 1                        | 2     | 3     | 0     | 0     |       |       |       |       | 17          | 8         | 3           | 4     | 1     |       |       |       |       |       |       | 7     | 54    |  |
| 09:00:00 a. m. | 09:15:00 a. m. | 14         | 0     | 1                     | 1                        | 2     | 2     | 0     | 0     |       |       |       |       | 8           | 6         | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 51    |  |
| 09:15:00 a. m. | 09:30:00 a. m. | 14         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 5     | 0     | 0     |       |       |       |       | 14          | 10        | 2           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 8     | 59    |  |
| 09:30:00 a. m. | 09:45:00 a. m. | 8          | 2     | 3                     | 3                        | 3     | 3     | 1     | 0     |       |       |       |       | 23          | 6         | 5           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 65    |  |
| 09:45:00 a. m. | 10:00:00 a. m. | 12         | 0     | 1                     | 2                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       |       | 13          | 10        | 10          | 0     | 1     |       |       |       |       |       |       | 10    | 62    |  |
| 10:00:00 a. m. | 10:15:00 a. m. | 8          | 2     | 0                     | 1                        | 2     | 5     | 0     | 0     |       |       |       |       | 19          | 8         | 8           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 13    | 67    |  |
| 10:15:00 a. m. | 10:30:00 a. m. | 9          | 1     | 0                     | 2                        | 4     | 3     | 1     | 0     |       |       |       |       | 18          | 9         | 2           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 56    |  |
| 10:30:00 a. m. | 10:45:00 a. m. | 14         | 1     | 3                     | 2                        | 2     | 6     | 0     | 0     |       |       |       |       | 13          | 12        | 6           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 4     | 63    |  |
| 10:45:00 a. m. | 11:00:00 a. m. | 9          | 2     | 1                     | 1                        | 2     | 1     | 0     | 0     |       |       |       |       | 10          | 9         | 5           | 1     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 48    |  |
| 11:00:00 a. m. | 11:15:00 a. m. | 10         | 0     | 0                     | 2                        | 1     | 2     | 0     | 0     |       |       |       |       | 10          | 8         | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 44    |  |
| 11:15:00 a. m. | 11:30:00 a. m. | 11         | 0     | 0                     | 4                        | 1     | 7     | 1     | 0     |       |       |       |       | 13          | 11        | 8           | 3     | 0     |       |       |       |       |       |       | 7     | 66    |  |
| 11:30:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | 16         | 2     | 0                     | 2                        | 2     | 2     | 0     | 0     |       |       |       |       | 7           | 18        | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 9     | 62    |  |
| 11:45:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | 9          | 0     | 0                     | 1                        | 1     | 5     | 0     | 0     |       |       |       |       | 15          | 9         | 4           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 11    | 55    |  |
| 12:00:00 p. m. | 12:15:00 p. m. | 9          | 3     | 1                     | 2                        | 1     | 7     | 1     | 0     |       |       |       |       | 23          | 6         | 6           | 0     | 0     |       |       |       |       |       |       | 17    | 76    |  |

| HORA           |                | AUTO MOVIL | JEPP       | MINIBUS >16 PASAJEROS | MICROBUS 15-30 PASAJEROS | BUS        | C2         | C3         | C4        | T2-S1    | T2-S2    | T2-S3    | T3-S1    | MOTOCICLETA | CAMIONETA   | LIV 2-5 ton | T3-S2      | T3-S3     | C2-R2    | C2-R3    | C3-R2    | C3-R3    | V.C      | V.A      | otros    | TOTAL      |     |
|----------------|----------------|------------|------------|-----------------------|--------------------------|------------|------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|-----|
| INICIO         | FIN            | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1                 | DIA 1                    | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1       | DIA 1       | DIA 1       | DIA 1      | DIA 1     | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1    | DIA 1      |     |
| 12:15:00 p. m. | 12:30:00 p. m. | 10         | 4          | 0                     | 3                        | 2          | 3          | 0          | 0         |          |          |          |          | 17          | 8           | 2           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 9          | 58  |
| 12:30:00 p. m. | 12:45:00 p. m. | 14         | 2          | 0                     | 2                        | 1          | 2          | 0          | 0         |          |          |          |          | 18          | 10          | 4           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 10         | 63  |
| 12:45:00 p. m. | 01:00:00 p. m. | 12         | 3          | 1                     | 2                        | 4          | 4          | 0          | 0         |          |          |          |          | 30          | 14          | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 12         | 87  |
| 01:00:00 p. m. | 01:15:00 p. m. | 10         | 0          | 1                     | 5                        | 3          | 4          | 0          | 0         |          |          |          |          | 26          | 18          | 2           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 12         | 81  |
| 01:15:00 p. m. | 01:30:00 p. m. | 18         | 0          | 2                     | 3                        | 3          | 3          | 0          | 0         |          |          |          |          | 22          | 16          | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 6          | 78  |
| 01:30:00 p. m. | 01:45:00 p. m. | 16         | 2          | 0                     | 3                        | 2          | 4          | 0          | 0         |          |          |          |          | 29          | 17          | 3           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 7          | 84  |
| 01:45:00 p. m. | 02:00:00 p. m. | 14         | 0          | 1                     | 3                        | 1          | 6          | 0          | 0         |          |          |          |          | 19          | 17          | 8           | 7          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 9          | 85  |
| 02:00:00 p. m. | 02:15:00 p. m. | 18         | 0          | 1                     | 1                        | 3          | 3          | 2          | 0         |          |          |          |          | 28          | 19          | 12          | 3          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 8          | 98  |
| 02:15:00 p. m. | 02:30:00 p. m. | 17         | 0          | 1                     | 3                        | 1          | 0          | 0          | 0         |          |          |          |          | 23          | 16          | 4           | 2          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 10         | 77  |
| 02:30:00 p. m. | 02:45:00 p. m. | 8          | 0          | 1                     | 2                        | 3          | 4          | 0          | 0         |          |          |          |          | 34          | 13          | 6           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 15         | 86  |
| 02:45:00 p. m. | 03:00:00 p. m. | 10         | 0          | 0                     | 1                        | 1          | 1          | 1          | 0         |          |          |          |          | 25          | 15          | 5           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 10         | 70  |
| 03:00:00 p. m. | 03:15:00 p. m. | 13         | 0          | 1                     | 4                        | 3          | 1          | 0          | 0         |          |          |          |          | 26          | 17          | 4           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 8          | 78  |
| 03:15:00 p. m. | 03:30:00 p. m. | 17         | 0          | 0                     | 2                        | 2          | 3          | 1          | 0         |          |          |          |          | 19          | 12          | 7           | 6          | 1         |          |          |          |          |          |          |          | 14         | 84  |
| 03:30:00 p. m. | 03:45:00 p. m. | 16         | 1          | 4                     | 3                        | 4          | 2          | 1          | 0         |          |          |          |          | 23          | 13          | 12          | 2          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 10         | 91  |
| 03:45:00 p. m. | 04:00:00 p. m. | 12         | 0          | 2                     | 1                        | 3          | 3          | 1          | 0         |          |          |          |          | 20          | 24          | 6           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 7          | 79  |
| 04:00:00 p. m. | 04:15:00 p. m. | 17         | 1          | 0                     | 3                        | 3          | 3          | 3          | 0         |          |          |          |          | 22          | 11          | 7           | 1          | 1         |          |          |          |          |          |          |          | 9          | 81  |
| 04:15:00 p. m. | 04:30:00 p. m. | 12         | 0          | 5                     | 2                        | 1          | 6          | 0          | 0         |          |          |          |          | 25          | 19          | 5           | 3          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 8          | 86  |
| 04:30:00 p. m. | 04:45:00 p. m. | 13         | 0          | 1                     | 4                        | 1          | 7          | 1          | 0         |          |          |          |          | 26          | 11          | 7           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 11         | 83  |
| 04:45:00 p. m. | 05:00:00 p. m. | 16         | 0          | 1                     | 3                        | 3          | 6          | 0          | 0         |          |          |          |          | 30          | 15          | 5           | 1          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 8          | 88  |
| 05:00:00 p. m. | 05:15:00 p. m. | 12         | 0          | 1                     | 2                        | 0          | 9          | 0          | 0         |          |          |          |          | 41          | 17          | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 9          | 96  |
| 05:15:00 p. m. | 05:30:00 p. m. | 37         | 1          | 1                     | 4                        | 5          | 0          | 0          | 0         |          |          |          |          | 86          | 15          | 5           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 21         | 175 |
| 05:30:00 p. m. | 05:45:00 p. m. | 26         | 1          | 2                     | 3                        | 12         | 2          | 0          | 0         |          |          |          |          | 56          | 13          | 2           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 22         | 139 |
| 05:45:00 p. m. | 06:00:00 p. m. | 17         | 1          | 0                     | 1                        | 2          | 4          | 0          | 0         |          |          |          |          | 41          | 11          | 4           | 0          | 0         |          |          |          |          |          |          |          | 18         | 99  |
| <b>TOTALES</b> |                | <b>587</b> | <b>623</b> | <b>31</b>             | <b>43</b>                | <b>112</b> | <b>113</b> | <b>145</b> | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>    | <b>1232</b> | <b>586</b>  | <b>253</b> | <b>44</b> | <b>5</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>472</b> |     |

FUENTE: Elaboración propia.

## **PLANOS UBICACIÓN DE PATOLOGIAS**

### **INDICE:**

A-1: PLANO SECCION 1: Estación 0+000 – Estación 0+300

A-2: PLANO SECCION 2: Estación 0+300 – Estación 0+600

A-3: PLANO SECCION 3: Estación 0+600 – Estación 0+900

A-4: PLANO SECCION 4: Estación 0+900 – Estación 1+200