



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**REVISION DE 1KM DE CONCRETO HIDRAULICO DEL TRAMO DE  
CARRETERA ROTULO-SALINAS PINEL EN LA CIUDAD DE NUEVA  
GUINEA.**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Bryan Jesús Chavarría González.

Br. Jeffry Wilson Chamorro Mayén.

**Tutor**

Ing. Israel Morales.

## **DEDICATORIA**

Este documento está dedicado a la ciudad de Nueva Guinea, así como a todas las personas que hicieron posible la realización de este estudio a como son docentes, técnicos y a nuestros padres por brindarnos siempre su ayuda bajo toda adversidad. Por medio de este estudio se desea brindar una colaboración con la sociedad, mediante nuestros conocimientos adquiridos en nuestros años de estudio, todo esto fue posible con la ayuda de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-RUPAP).

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La presente monografía tiene como objetivo: la revisión de pavimento de concreto hidráulico del tramo un mil veinte metros, ubicado en la zona (8,1,4,5 y linda vista) del municipio de Nueva Guinea por medio del método AASHTO 93.

El trabajo se desarrolla en siete capítulos los cuales abordan de la siguiente manera:

**CAPITULO 1:** Generalidades. Se describen aspectos básicos del proyecto tales como introducción, descripción del municipio, antecedentes, justificación y objetivos.

**CAPITULO 2:** Se realizará un inventario de falla correspondiente al tramo de carretera donde presentará, tipo de falla, nivel de severidad, figura del daño, tipo de mantenimiento clasificado para la falla encontrada.

**CAPITULO 3:** Estudio de tránsito. Necesario para determinar el número ESAL's, describe la recopilación de datos, clasificación de vehículos, clasificación del tipo de vehículo de acuerdo con la disposición de sus ejes, procesamiento de la información, tasas de crecimiento, periodo de diseño, proyección del tránsito, tránsito Inicial en el año 0, factor de crecimiento, factor de distribución direccional, factor carril y número de años en el periodo de diseño.

**CAPITULO 4:** Análisis del estado actual de la losa de concreto hidráulico para determinar si el concreto cumple con la resistencia estipulada del diseño proporcionado por la alcaldía municipal proceso realización es: extracción de núcleo, manipulación del núcleo, medición de longitud, ensayo a la resistencia, aserrados de los extremos y elaboración de un informe con los datos obtenido y compararlo con diseño.

**CAPITULO 5:** Recopilación de las fallas por cada tramo de carretera, presentado la clasificación del tipo de falla, porcentaje de daño, nivel de severidad, medición del daño, imagen representativa y proporcionar el tipo de mantenimiento que corresponde a las fallas encontradas.

**CAPÍTULO 6:** Conclusiones y Recomendaciones. Producto del presente trabajo con el objetivo que sea de utilidad para la construcción del tramo en estudio.

**CAPÍTULO 7:** Anexos. Se complementa toda la información utilizada en el desarrollo del proyecto.

INDICE	
<b>Introducción</b> .....	2
<b>Localización</b> .....	4
<b>Antecedente</b> .....	6
<b>Justificación</b> .....	8
<b>Objetivo</b> .....	9
<b>2) Clasificación de fallas y mantenimiento.</b> .....	11
<b>2.1) Fallas por juntas</b> .....	12
<b>2.2) Fallas por Grietas</b> .....	15
<b>2.3) Deterioro superficial</b> .....	20
<b>2.4) Fallas de deterioro avanzado</b> .....	22
<b>3) Análisis del flujo vehicular</b> .....	28
<b>3.1) Estimación del Tráfico Base</b> .....	29
<b>3.2) Clasificación Vehicular del Tráfico</b> .....	29
<b>3.2.1) Vehículos de pasajeros</b> .....	29
<b>3.2.2) Vehículos de carga</b> .....	29
<b>3.2.3) Equipo pesado</b> .....	30
<b>3.2.4) Otros</b> .....	30
<b>3.3) Clasificación del tipo de vehículo por la disposición de sus ejes</b> .....	30
<b>3.4) Resumen del aforo vehicular</b> .....	31
<b>3.5) Procesamiento de la información</b> .....	31
<b>3.5.1) Proyección del tránsito</b> .....	32
<b>3.5.2) Determinación del TPDA</b> .....	32
<b>3.5.3) Cálculo la Tránsito Promedio Diario (TPD) y Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA):</b> .....	33
<b>3.6) Tasa de Crecimiento</b> .....	35
<b>3.6.1) Producto Interno Bruto</b> .....	35
<b>3.6.2) Tasa de Crecimiento Poblacional</b> .....	36
<b>3.6.3) Historial de Tránsito de la Zona</b> .....	36
<b>3.7) Período de Diseño</b> .....	38
<b>3.8) Tránsito de Diseño</b> .....	38
<b>3.8.1) Tránsito Inicial en el año 0 (To)</b> .....	39
<b>3.8.2) Factor de Crecimiento</b> .....	39

3.8.3) Factor de Distribución Direccional (Fd).....	40
3.8.4) Factor Carril (fc.).....	40
3.9) Cálculo de Tránsito de Diseño:.....	41
3.10) Conclusión .....	42
4) Análisis del diseño de concreto hidráulico del tramo de carretera Rotulo-Salinas Pinel.....	44
4.1) Componente que conforman losa de pavimento concreto hidráulico. ....	45
4.2) Extracción de núcleos cilíndrico de concreto hidráulico. ....	46
4.3) Manipulación de núcleos de concreto. ....	49
4.4) Factores que contribuyen al deterioro del concreto en el momento de extracción. ....	49
4.5) Medición de la longitud de los núcleos perforados .....	50
4.6) Acondicionamiento de la Humedad.....	52
4.7) Aserrado de los Extremos.....	52
4.8) El Método núcleos para ensayo de resistencia a la compresión.....	54
4.9) Informe final de los resultados.....	56
4.10) Observaciones en los núcleos de concreto. ....	60
4.11) Conclusión.....	62
5) Fallas del concreto hidráulico en el tramo de carretera Rotulo Salinas-Pinel. ...	64
5.1) Clasificación y Recopilación de daños por cada tramo. ....	65
6) Conclusión.....	89
6.2) Recomendaciones .....	91
6.3) Bibliografía.....	93
ANEXO.....	1

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

## **Introducción**

**Nueva Guinea** es una municipalidad de la Región Autónoma del Atlántico Sur, en la República de Nicaragua. Es uno de los municipios más desarrollados de este departamento, limita al norte con los municipios Muelle de los Bueyes y El Rama, al sur con los de San Carlos, El Castillo y Bluefields, al este con los municipios de El Rama y Bluefields y al oeste con los de El Almendro, Villa Sandino y San Miguelito. El clima del municipio se encuentra dentro de la denominación genérica de selva tropical.

La actividad económica predominante es el sector agropecuario, sobre todo la agricultura (quequisque, yuca, malanga, bananos, tomate, arroz, frijoles, maíz, etc.). Esta producción genera un flujo vehicular a considerar, teniendo en cuenta que el crecimiento poblacional es cada vez más alto es de gran importancia generar vías de acceso nuevas que puedan satisfacer la demanda del flujo vehicular que ingresa y egresa a la ciudad.

Nueva Guinea cuenta con pocas carreteras pavimentadas, cabe destacar que solo las avenidas céntricas cuentan con carreteras de concreto hidráulico y adoquinado, estas carreteras pavimentadas no se encuentran en un buen estado debido a que no se le realiza mantenimiento, como en toda ciudad se encuentra una vía de acceso principal la cual se encarga del flujo vehicular más pesado e influyente por lo tanto en este estudio se tomó el tramo de carretera de concreto hidráulico más concurrido con el objetivo de analizar el estado de la carretera.

El tramo se encuentra en muy mal estado pese a solo contar con 8 años de utilidad esto dio origen a la realización de nuestro estudio dado que el concreto hidráulico posee una vida útil muy extensa. Esta es la vía de acceso central a la ciudad de Nueva Guinea y es de gran importancia. En este estudio se realizó un análisis para determinar las posibles causas de deterioro de la misma, tomando en cuenta estudios de tránsito y análisis del diseño de concreto.

Mediante un conteo vehicular se realizó el proceso para analizar una posible causa de deterioro en lo que respecta a la carpeta de rodadura o daños por las cargas generadas por el flujo de vehículos de transporte pesado, de esta manera se pudo comprobar si el espesor de losa planteado en el diseño que se está revisando sea el indicado.

En lo que respecta al diseño de concreto hidráulico se procedió a poner a prueba la resistencia del concreto mediante el ensayo de resistencia a la compresión, el proceso da inicio con la extracción de núcleos. Estos se extrajeron de distintas losas del tramo entre ellas losas de deterioro avanzado y losas con deterioro superficial, esto con el objetivo de comprobar que la resistencia del concreto sea la que plantea el diseño que se está revisando.

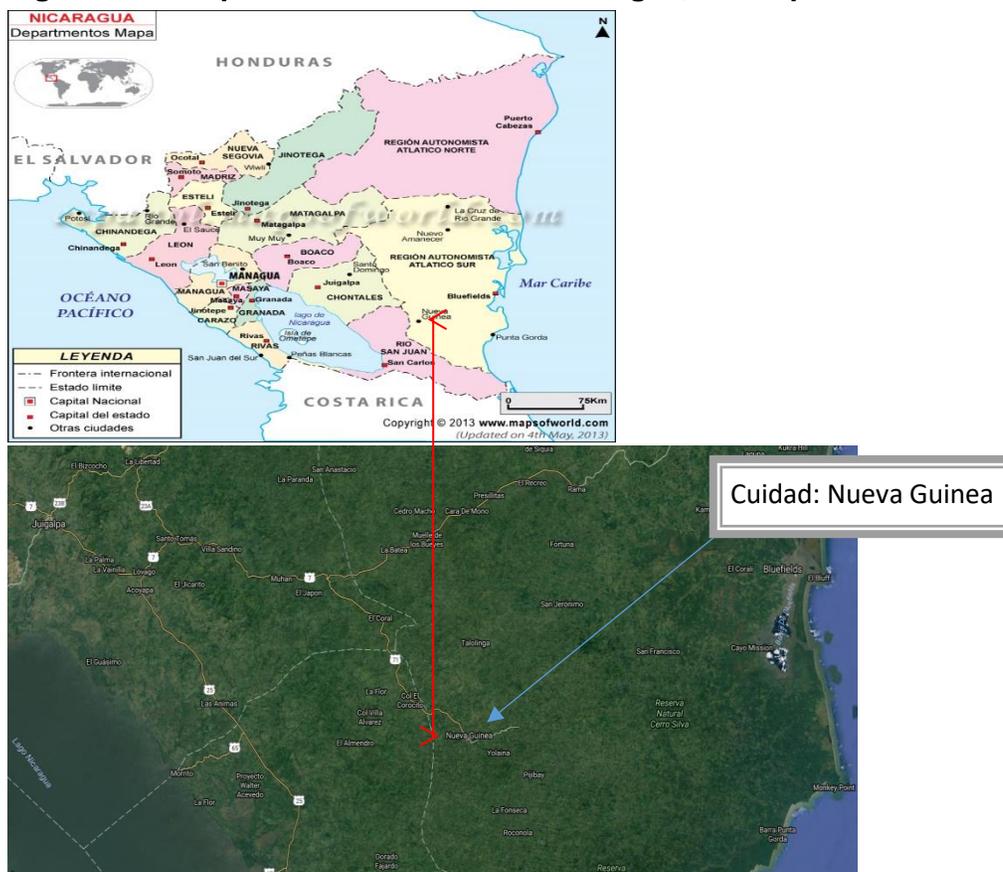
Referente al mantenimiento y reparación de las distintas fallas que se encontraron en este tramo de carretera, se procedió primeramente a la clasificación de fallas, entre ellas fallas por juntas, grietas, baches, peladuras etc. Teniendo la clasificación planteamos el mantenimiento adecuado para cada una de estas fallas para de esta manera aumentar la vida útil de la carretera.

## Localización

En este caso tomando en cuenta el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA) la vía en estudio se clasifica como: Colectora urbana; porque generalmente sirven al tránsito con recorridos de distancias menores relativas, que se mueven dentro de las zonas y barrios que conecta con la carretera. Es una de las colectoras urbanas; se encuentra ubicada en el municipio de Nueva Guinea que a su vez está situado en la Región Autónoma del Atlántico Sur, está compuesto por diez municipios: Bluefields, Nueva Guinea, El Tortuguero, La Cruz de Rio Grande, Muelle de los Bueyes, Kukra Hill, Laguna de Perla, El Rama, Paiwas, El Ayote.

## Macro localización.

Figura N° 1: Mapa de División Política-Nicaragua, Municipio de Nueva Guinea



Fuente: Alcaldía Municipal

**Micro localización.**

**Figura N° 2: Mapa de la ubicación de la zona de estudio.**



**Fuente:**

[http://www.worldmapfinder.com/Map\\_Earth.php?ID=/Es/sur\\_America/Nicaragua/NuevaGuines](http://www.worldmapfinder.com/Map_Earth.php?ID=/Es/sur_America/Nicaragua/NuevaGuines)  
Google Earth

## Antecedente

Los primeros caminos en Nueva Guinea fueron de trocha por diez años en el comienzo de la fundación del municipio, en los siguientes años de material selecto y macadán, el primer diseño de carretera fue la calle central que llega hasta el mercado de la zona de estación de autobuses y puerto de comercio de Nueva Guinea. En la imagen que se presenta a continuación se aprecia la carretera rotulo Salinas-Pinel hace 10 años.

Imagen N°1



Fuente: Alcaldía municipal

La Ciudad de Nueva Guinea, ha presentado problemas en las vías Urbanas debido a la falta de atención en el mejoramiento de las mismas, podemos decir que de los aproximadamente 80 km de calles que tiene la Ciudad, solamente el 10% se encuentran pavimentadas con adoquín y concreto hidráulico, esto es un déficit muy a considerar si tomamos en cuenta el flujo vehicular que existe en la Ciudad y el volumen de transito que genera la actividad del transporte colectivo en el Municipio.

El incremento en el sector agropecuario y ganadero así como el avance de la frontera agrícola tuvo como consecuencia el aumento del flujo vehicular y aumento de cargamento pesado en la exportación de tubérculos y diversas frutas así como la introducción de la plantación del cacao, café, la explotación del sector maderero y la ampliación de la zonas de vivienda en el casco urbano, todo esto ha obligado

a la necesidad de mejorar los caminos por la problemática debido al clima trópico húmedo lo que genera averías y retrasos en las vías de acceso.

Con la construcción de la carretera de concreto hidráulico de rotulo Salinas-Pinel se esperaba mitigar la demanda de una vía de transporte apropiada para un buen flujo vehicular debido a que esta es una vía de acceso central en esa ciudad, al deteriorarse el concreto de la carretera de un tiempo no esperado, surge la necesidad de un método de reparación y mantenimiento de esta vía, así como determinar los orígenes que llevaron al colapso de esta obra.

## **Justificación**

La densidad poblacional de nueva guinea en los últimos 15 años ha aumentado 0.13%, El incremento en el sector agropecuario y ganadero dio como resultado muchas fuentes de trabajo rentable para el sector rural y el sector urbano, todo esto dio origen al aumento del tránsito y por ende a la necesidad de construcción de carreteras pavimentadas que puedan cumplir con la demanda del flujo vehicular actual.

Para garantizar el desarrollo de la ciudad de Nueva Guinea, es necesario, construir y mantener una red vial en óptimas condiciones. Por esto debe ser una prioridad el conservar las vías en buen estado.

El tramo de carretera Rotulo Salinas-Pinel es la vía de acceso central a la ciudad, construida hace 8 años, es de concreto hidráulico debido a la vida útil extendida que este presenta y al bajo índice de mantenimiento que se requiere para mantener la vía en buenas condiciones, por lo tanto es de sorprender que esta vía con su poco tiempo de uso este dañada casi en su totalidad, para poder plantear el origen de los daños que presenta esta carretera fue necesario realizar múltiples estudios y así plantear cuál es el factor más influyente en el deterioro repentino de esta vía.

El estudio que se realizó deja como aporte un sistema de mantenimiento y reparación de la carretera Rotulo-Salinas Pinel, esto con el objetivo de preservar y aumentar la vida útil de la vía. Hasta que la ciudad cuente con los medios para la construcción de una nueva carretera.

## **Objetivo**

### **1) Objetivo General**

- Analizar el estado actual de 1 km de concreto hidráulico del tramo de carretera Rotulo-Salinas Pinel en la Ciudad de Nueva Guinea.

### **2) Objetivos Específicos**

- Realizar un inventario de los tipos de fallas que presenta el tramo de carretera Rótulo- Salinas Pinel.
- Realizar conteo vehicular para obtener el TPDA del tramo.
- Analizar el diseño de concreto hidráulico del tramo de carretera Rotulo-Salinas Pinel.
- Establecer el origen de las fallas que presente el tramo de carretera rotulo-Salinas Pinel.
- Proponer un plan de mantenimiento y reparación de los distintos tipos de fallas que se presentan en el concreto hidráulico.

# CAPÍTULO II

## INVENTARIO DE

### FALLAS

## **2) Clasificación de fallas y mantenimiento.**

Este presente capítulo está destinado a presentar la falla encontradas a lo largo del tramo estudiado. Con esta información se nos permitirá facilitar, uniformar criterios y procedimiento para la identificación y recolección de información relacionada al deterioro del pavimento concreto hidráulico sin refuerzo en las juntas.

Se fundamentará este capítulo para el respectivo mantenimiento por cada falla encontrada del pavimento rígido.

Para cada uno de los deterioros encontrados se detallarán los siguientes aspectos en este capítulo:

- Descripción de las características más relevantes para facilitar la identificación.
- Principales mecanismos que originan el deterioro.
- clasificación, en función de sus características y condiciones, de tres niveles de severidad del deterioro: baja, media y alta.
- Tipo de mantenimiento correspondido a cada deterioro encontrado.

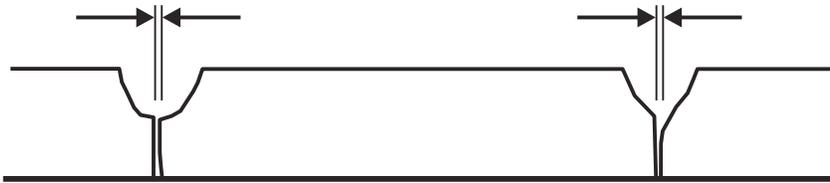
## 2.1) Fallas por juntas

### 2.1.1) Deficiencias del sellado

Se considera como deterioro del sello cualquiera de los siguientes defectos: endurecimiento, despegado de una o ambas paredes, fluencia fuera de la caja, carencia total, incrustación de materias raras.

Figura 3

CORTE ancho de la grieta



Fuente: Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica.

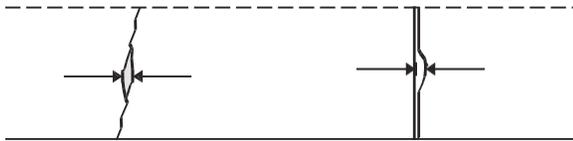
#### Niveles de Severidad:

- Baja: longitud con deficiencias de sellado < 5% de la longitud de la junta.
- Media: 5% longitud con deficiencias de sellado 25% de la longitud de la junta.
- Alta: longitud con deficiencias de sellado > 25% de la longitud de la junta

### 2.1.2) Juntas saltadas

Desintegración de las aristas de una junta, longitudinal o transversal o una grieta, con pérdida de trozos y que puede afectar hasta unos 500 mm dentro de la losa, medidos como se indica en la Figura.

Figura 4  
eje calzada



Fuente: Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica

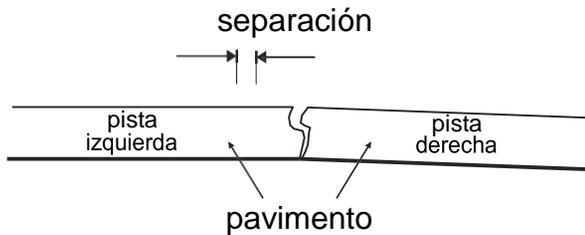
### Niveles de Severidad

- Baja: ancho saltaduras  $< 50$  mm, medido al centro de la junta o grieta, con pérdida de material o saltaduras, sin pérdidas de material y no parchadas.
- Media:  $50$  mm ancho saltaduras  $150$  mm, medido al centro de la junta o grieta y con pérdida de material.
- Alta: ancho saltadura  $> 150$  mm, medido al centro de la junta o grieta y con pérdida de material.

### 2.1.3) Separación de la junta longitudinal

Abertura en la junta longitudinal del pavimento.

Figura 5



Fuente: Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica

Niveles de Severidad:

- Baja: ancho separación  $< 3$  mm y sin deformación perceptible de la sección transversal.
- Media: 3 mm ancho separación 20 mm y la deformación de la sección transversal no implica riesgos para la seguridad de los usuarios.
- Alta: ancho separación  $> 20$  mm y/o la deformación de la sección transversal, cualquiera sea el ancho de la separación, conlleva

### 2.1.4) Mantenimiento (tipo 1) de fallas por juntas.

#### 2.1.4.1) Limpieza

Las juntas y grietas que contengan restos de sellos antiguos o materias extrañas, deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. Se usarán herramienta manual que permitan remover al concreto antiguo.

### 2.1.4.2) Procedimiento de mantenimiento

Remover la parte de mala calidad en la junta y sellar con mortero o sellador para proteger de incrustación de material asfáltico, el retiro de material debe ser con cautela si no provocaría otro daño en la losa que podría ser mayor.

Las partes removidas deberán estar completamente seca y la temperatura deba ser superior a las 5c° y menor a 30c°, la mezcla del material deberá asegurar una calidad homogénea y el vaciado de materia será sin vacíos de aires cualquier material que manche el sello deberá ser removido para que no contamine la mezcla.

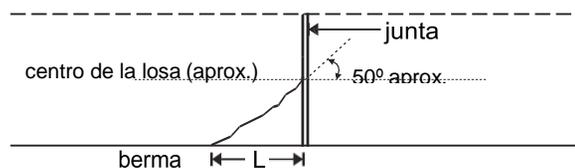
## 2.2) Fallas por Grietas.

### 2.2.1) Grietas de esquina

Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversal y longitudinal y que forma un ángulo de aproximadamente 50 grad. Con la dirección del tránsito.

Figura 6

Eje calzada



Fuente: Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica

### **Niveles de Severidad:**

- Baja: longitud con saltaduras < 10% de su longitud; escalonamiento imperceptible y el trozo de la esquina está completo.
- Media: saltaduras de severidad baja en más del 10% de la longitud o la saltadura de la grieta o junta < 15 mm y el trozo de la esquina está completo.
- Alta: saltaduras de severidad media o alta en más del 10% de longitud o la saltadura de la grieta o junta es 15 mm o  $\geq$  el trozo de la esquina está quebrado en dos o más pedazos.

### **2.2.2) Mantenimiento (tipo 2.A) de fallas por grietas.**

#### **2.2.2.1) Limpieza**

Las juntas y grietas que contengan restos de sellos antiguos o materias extrañas, deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. Se usarán herramienta manual que permitan remover al concreto antiguo.

#### **2.2.2.2) Proceso de mantenimiento.**

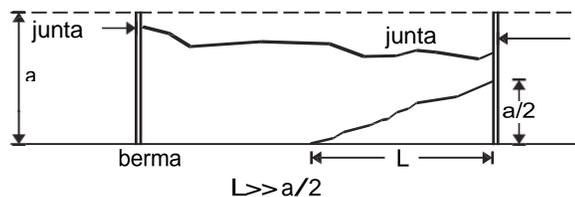
Como el desgaste es en la parte superior de la losa y el nivel de severidad de la fisura de esquina es Alto, es un indicativo de remover el área afectada por medio de reparaciones parciales.

### 2.2.3) Grietas longitudinales

Grietas que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia mucho mayor que la mitad del ancho de la losa.

Figura 7

eje calzada



**Fuente:** Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica

#### Niveles de Severidad.

- Baja: ancho < 3 mm, sin saltaduras y escalonamiento imperceptible
- Media: 3 ancho grieta 6 mm ó con saltaduras de ancho < 50 mm ó escalonamiento < 6 mm.
- Alta: ancho 6 mm ó saltadura de ancho 50 mm ó escalonamiento 6 mm.

### 2.2.4) Mantenimiento (tipo 2.B) de fallas.

#### 2.2.4.1) Limpieza

Las juntas y grietas que contengan restos de sellos antiguos o materias extrañas, deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. Se usarán herramienta manual que permitan remover al concreto antiguo.

#### 2.2.4.2) Proceso de reparación.

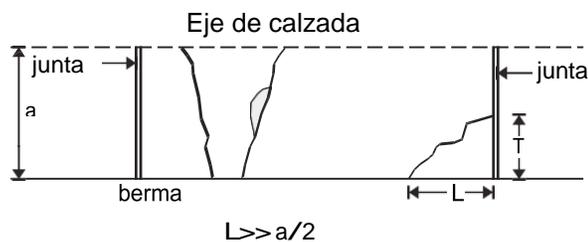
Si es catalogada su severidad como baja o media debido al ancho de la fisura, el proceso de reparación recomendado es el sellado de grietas con material de mortero y cal, pero antes debe de limpiarse el área afectada con herramientas manuales adecuadas que permitan la remoción de materiales ajenos a la estructura del pavimento; luego de haber removido todo el material se debe de barrer la fisura con una escobilla de acero para asegurar la eliminación de cualquier material extraño.

El espesor del material sellante será como mínimo de 15 mm, y deberá quedar entre 4 y 5 mm, por debajo de la superficie del pavimento.

#### 2.2.5) Grietas transversales

Grietas predominantemente perpendiculares al eje de la calzada. También pueden extenderse desde una junta transversal hasta el borde del pavimento, siempre que la intersección con la junta esté a una distancia del borde mayor que la mitad del ancho de la losa y la intersección con el borde se encuentre a una distancia inferior que la mitad del ancho de la losa.

Figura 8



Fuente: Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica

Niveles de Severidad:

- Baja: ancho < 3 mm, sin saltaduras y escalonamiento imperceptible
- Media: 3 mm ancho grieta 6 mm ó con saltaduras de ancho < 50 mm ó escalonamiento < 6 mm.
- Alta: ancho 6 mm ó saltadura de ancho 50 mm ó escalonamiento 6 mm

## **2.2.6) Mantenimiento (tipo 2.C) de fallas por grietas**

### **2.2.6.1) Limpieza.**

Grietas que contengan restos de sellos antiguos o materias extrañas, deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. Para ello se deberán que permitan remover el sello. No deberán utilizarse barretas, chuzos, equipos neumáticos de percusión u otras herramientas o elementos destinados a picar la junta o que puedan soltar o desprender trozos de hormigón

### **2.2.6.2) Procedimiento.**

Grietas de más de 30 mm de ancho se limpiarán de acuerdo con lo especificado, y se sellarán con una mezcla de arena-emulsión asfáltica o mezcla de concreto de alta resistencia siempre que el ancho promedio no exceda los 100 mm, en cuyo caso el sellado se hará con una mezcla en caliente.

## **2.3) Deterioro superficial.**

### **2.3.1) Fisuras por retracción tipo malla.**

Grietas capilares (fisuras) limitadas sólo a la superficie del pavimento. Frecuentemente, las grietas de mayores dimensiones se orientan en sentido longitudinal y se encuentran interconectadas por grietas más finas distribuidas en forma aleatoria.

#### **Niveles de Severidad:**

- Baja : fisura tipo malla, bien definido, pero sin descascaramiento.
- Media: fisura con descascaramiento que afecta menos del 10% de la superficie deteriorada.
- Alta: fisura con descascaramiento que afecta al 10% o más de la superficie deteriorada.

### **2.3.2) Mantenimiento (tipo 3.A) Deterioro superficial.**

#### **2.3.2.1) limpieza.**

Primeramente, se debe establecer toda la zona deteriorada, la que muchas veces es efectivamente algo mayor que lo que aparenta desde la superficie. Normalmente la profundidad que debe removerse varía entre 25 y 100 mm

### **2.3.2.2) Procedimiento de mantenimiento.**

La zona por remover debe demarcarse formando un cuadrado o un rectángulo, nunca una figura irregular. Enseguida, por las líneas demarcadas todo el contorno hasta una profundidad de unos 50 mm La zona central se debe remover empleando herramientas neumáticas liviana o taladro (de 15 lb es el peso adecuado, pudiendo utilizarse hasta una de 30 lb de peso), nunca se deben utilizar herramientas pesadas que puedan dañar el hormigón. El fondo de la zona removida debe quedar irregular y muy rugosa.

### **2.3.5) Desgastes.**

Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino, desprendimiento de arena, cemento del concreto, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.

#### **Nivel de severidad**

Bajo: Pequeñas peladuras muy superficiales, puntuales o concentradas en pequeñas áreas, como remiendos.

Mediano: Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una textura abierta, pero los desprendimientos se limitan a material fino, solo superficialmente.

Alto: Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una superficie muy rugosa, con desprendimiento de agregado grueso formando cavidades o pequeños baches superficiales.

Proceso de reparación.

### 2.3.6) Mantenimiento (tipo 3.B) Deterioro superficial.

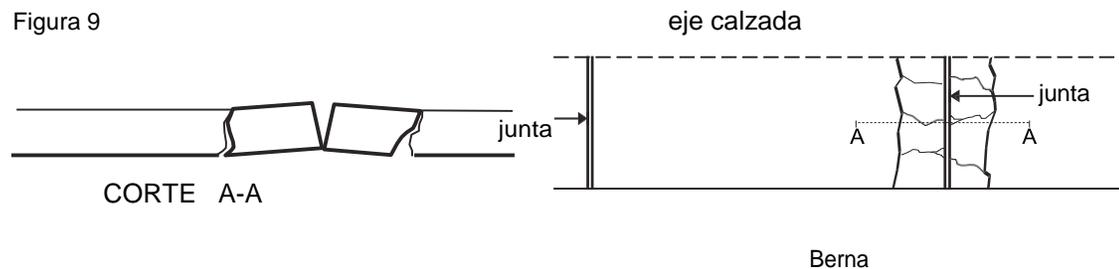
Como el nivel de severidad es bajo, y la incidencia es mayor la reparación más adecuada será colocar un parche en el área afectada.

Se debe de proceder a la realización de un cincelado en toda la superficie dañada para garantizar la adherencia de la nueva mezcla de concreto con el concreto del sitio. Una vez que se ha cincelado se deberá retirar los escombros de concreto y utilizar un cepillo o escobilla de acero para desprender impurezas del concreto o materiales ajenos. Por último, se debe de verter el concreto para formar el parche y evitar el deterioro de la vía.

### 2.4) Fallas de deterioro avanzado.

#### 2.4.1) Levantamiento localizado

Levantamiento de parte de la losa, localizado a ambos lados de una junta transversal o grieta. Habitualmente el concreto hidráulico afectado se quiebra en varios trozos.



Fuente: Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica

## Niveles de severidad

el nivel de severidad en esta etapa es crítico la losa está en un estado degenerativo sin un punto de retorno de reparación lo que brinda inseguridad a los usuarios.

### 2.4.2) Procedimiento de mantenimiento (tipo 4.A) fallas de deterioro avanzado

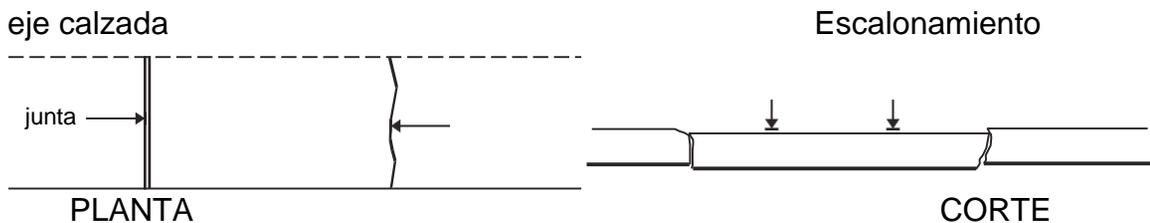
Remover la parte del levamiento y verificar posibles fracturas en el área, la extracción debe ser de forma cuadrada y uniforme, la zona afectada debe aliarse con la del pavimento adyacente y una vez completamente aislada se procederá a levantarla en vez de demolerla se hará un orificio que permita introducir cadenas para poder levantar el área delimitada.

Si la base se ve afecta en el removimiento del área afectada se deberá repararse de manera que la losa quede acoplada a la cota y compactada no menos a un proctor de 95%.

### 2.4.3) Escalonamiento de juntas y grietas.

Desnivel entre dos superficies del pavimento, separadas por una junta transversal o grieta.

Figura 10



Fuente: Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica.

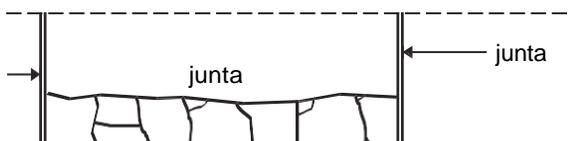
### Niveles de severidad

El nivel de severidad en esta etapa es crítico la losa está en un estado degenerativo sin un punto de retorno de reparación lo que brinda inseguridad a los usuarios es recomendable la extracción de la misma.

#### 2.4.4) Fragmentación múltiple

Área superior a 0,1 m<sup>2</sup> y hasta losas completas que presentan múltiples grietas abiertas que dan origen a numerosos trozos separados.

Figura 11  
eje calzada



Fuente: Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica.

Se debe considerar siempre como un deterioro de severidad alta.

#### 2.4.5) Mantenimiento tipo (4.B) fallas de deterioro avanzado.

Como este deterioro se encuentra dentro de un nivel de severidad alto y afecta varios tableros de la losa, se recomienda que se debe realizar una extracción de losa. Una vez que se haya realizado esto se deberá evaluar el material de la sub-base a través de pruebas de laboratorio y catalogar el tipo de suelo presente, para

identificar el mejor método de estabilización del mismo y evitar asentamiento una vez que se complete la etapa de vertido del concreto en el área a reparar.

El procedimiento de extracción se realizará por demolición debido al agrietamiento existente y porque en una gran área de la vía, no se recomienda el izado del tablero de losa porque al realizar esta operación se puede fracturar todo el concreto y dañar la estructura de pavimentos flexibles que se encuentran en la periferia.

La demolición en este caso es recomendada por el gran deterioro que presenta el pavimento. La demolición se puede realizar con la ayuda de un martillo neumático, un martillo de caída libre, o un ariete hidráulico, retirando luego el material mediante el uso de una retroexcavadora o de herramientas manuales.

Para no dañar el pavimento circundante se recomienda realizar cortes de sierra de profundidad total en los bordes, en ubicaciones predeterminadas, además se deben de hacer cortes secundarios.

#### **2.4.6) Fallas por Hundimiento**

Descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo, puede estar acompañado de fisuras significativas, debido al asentamiento del pavimento.

##### **Niveles de severidad**

el nivel de severidad en esta etapa es crítico la losa está en un estado degenerativo sin un punto de retorno de reparación lo que brinda inseguridad a los usuarios

#### **2.4.7) Mantenimiento (tipo 4.C) fallas de deterioro avanzado.**

Como los niveles de los deterioros son medios, y la altura es de 5 centímetros, se recomienda la reparación a profundidad total.

Todos los parches deben de tener mínimo las siguientes dimensiones: ancho igual al ancho de un carril en la dirección transversal y de 1.80 a 3.00 metros en la dirección longitudinal.

La ubicación de los lugares que deberán ser removidos se debe de marcar con pintura en la superficie del pavimento.

La demolición en este caso es recomendada por el gran deterioro que presenta el pavimento. La demolición se puede realizar con la ayuda de un martillo neumático, un martillo de caída libre, o un ariete hidráulico, retirando luego el material mediante el uso de una retroexcavadora o de herramientas manuales.

Para no dañar el pavimento circundante se recomienda realizar cortes de sierra de profundidad total en los bordes, en ubicaciones predeterminadas, además se deben de hacer cortes secundarios, de toda la profundidad dentro del área que se va a remover, en forma paralela y aproximadamente a una distancia de 300 mm de cada uno de los cortes periféricos. Esto incluye la junta longitudinal existente.

# **CAPÍTULO III**

## **CONTEO DEL TPDA**

### **VEHICULAR**

### **3) Análisis del flujo vehicular**

#### **Resumen**

Se escogió la cuadra Nª 06(Rótulo Nueva Guinea –Eclipse 2000) y una (1) estación de conteo (Frente a PETRONIC), este tramo es el más traficado, pues sirve de comunicación entre el sector de Rótulo Nueva Guinea-Rotonda Salinas Pinel, ya que este tramo representa una de las avenidas principales de la ciudad por donde pasa la mayoría de tráfico pesado salen y entran del municipio que a su vez conduce a la salida hacia El Almendro, La Curva, Rama, Santo Tomás, Juigalpa y Managua.

Por este tramo de calles es donde circulan la mayoría de camiones que transportan ganado, tubérculos y derivados lácteos, mercadería en general para abastecer al Mercado Municipal, así como buses que viajan a la capital y otros municipios, así como también parte de la flota vehicular que beneficia en el transporte urbano colectivo de toda la zona Sur –Este del Municipio de Nueva Guinea.

En este estudio de tránsito se realizaron cuatro etapas para su correcta elaboración:

- Estimación de datos.
- Procesamiento y análisis información.
- Percibir si el tráfico actual influye en el daño al tramo de carretera.
- Si el tramo de carretera satisface la demanda del flujo vehicular por día (TPD).

Conforme al resultado del tráfico actual se verificará, si el espesor de las losas de pavimento de concreto hidráulico es la indicada y si el tráfico influye en el daño a lo largo de tramo de carretera.

### **3.1) Estimación del Tráfico Base**

El Tráfico Base es el resultado de los factores de ajuste a la información obtenida de los conteos de campo levantados en las fechas indicadas para la estación seleccionada. Este tráfico ajustado es el que sirve de base para la estimación de las proyecciones del tráfico futuras. Los resultados procesados son los obtenidos en el conteo en campo, el que se realizó en durante 7 días de una misma semana, de lunes a domingo de 07:00 AM a 07:00 PM, estamos despreciando el tráfico nocturno.

### **3.2) Clasificación Vehicular del Tráfico**

Tomando en cuenta la publicación de la red vial para la clasificación de los vehículos, el ministerio de transporte e infraestructura (MTI) ha instituido los siguientes términos para cada uno de los vehículos que circulan a través de la infraestructura vial en el país.

#### **3.2.1) Vehículos de pasajeros.**

(Autos, camionetas, Motos, Jeep) Vehículo automotor diseñado y equipado para el transporte público o privado de más de nueve personas, de 6 ó más llantas (si el vehículo es una van con 4 llantas, se considera camión ligero), incluyen microbuses pequeños, microbuses medianos, buses medianos y grandes.

#### **3.2.2) Vehículos de carga.**

(Microbuses, Buses, vehículos de carga liviana) Vehículo con chasis de seis o más llantas destinado para el transporte de mercancías o para aplicaciones de la industria de la construcción, con peso bruto vehicular de más de 15 toneladas o carga máxima de más de 13 toneladas.

### **3.2.3) Equipo pesado.**

(C 2 Camión mediano de dos ejes, C 3 Camión pesado simple de tres ejes, Tx Sx Camión articulado, combinación de cabezal o tractor con tráiler, Cx Rx Combinación de camión (C 2, C 3) y remolque. Son los vehículos usados para la construcción y los agrícolas.

### **3.2.4) Otros**

Son remolques o tráiler pequeño halado por cualquier automotor o por tracción animal.

### **3.3) Clasificación del tipo de vehículo por la disposición de sus ejes.**

La diversidad en las características de los vehículos que circulan sobre un pavimento durante su vida de diseño, traen como consecuencia un amplio espectro de ejes de cargas, con diferentes espacios entre llantas y distintas presiones de inflado, lo que origina una amplia gama de esfuerzos y deformaciones aplicados a un determinado punto de la estructura.

Se ha clasificado el tipo de vehículos de acuerdo con el número y disposición de sus ejes de la forma que se muestra en el diagrama de cargas permisibles en este caso vigente.

### 3.4) Resumen del aforo vehicular.

Una vez obtenidos los datos recopilados en campo del aforo vehicular, se procedió al cálculo del tránsito promedio diario, realizando una tabla resumen para ambos sentidos, la cual reflejó el promedio para cada tipo de vehículo. Para nuestro caso se realizó una medición de 12 hr en un tiempo de una semana completa.

**Tabla N° 1: Aforo Vehicular y cálculo del Tránsito Promedio Diurno. Ambos sentidos.**

AFORO VEHICULAR Y CALCULO DE TRANSITO PROMEDIO (TPDI)																		
TIPO DE VEHICULO		FECHA														PROMEDIO		
		LUNES 15/10/2015		MARTES 16/10/2015		MIERCOLES 17/10/2015		JUEVES 18/10/2015		VIERNES 19/10/2015		SABADO 20/10/2015		DOMINGO 21/10/2015		TPDBASE		
		IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	IDA	VUELTA	TOTAL
PASAJERO	MOTO	120	75	100	79	150	69	130	84	140	68	60	35	25	10	104	60	164
	CARRO	240	175	280	139	320	141	304	146	222	128	150	60	40	18	222	115	337
	JEEP	60	44	70	35	80	35	76	37	56	32	15	8	2	0	51	27	78
	MICRO BUS	2	3	2	2	4	2	0	7	1	5	3	1	1	2	2	4	6
	BUS	8	2	10	4	4	6	2	8	3	8	4	1	3	4	4	5	9
	CAMIONETA	45	12	40	16	35	18	50	13	38	11	30	12	15	20	36	15	51
	<b>TOTAL</b>	<b>475</b>	<b>311</b>	<b>502</b>	<b>275</b>	<b>593</b>	<b>271</b>	<b>562</b>	<b>295</b>	<b>460</b>	<b>252</b>	<b>262</b>	<b>117</b>	<b>86</b>	<b>54</b>	<b>420</b>	<b>225</b>	<b>645</b>
CARGA	C2	15	6	14	8	10	7	13	6	11	5	0	1	0	1	9	5	14
	C3	12	2	8	4	10	0	3	14	8	3	2	3	0	0	6	4	10
	Tx Sx	0	2	1	1	3	4	1	5	0	0	1	2	2	1	1	2	3
	Cx Rx	0	2	1	3	4	1	3	4	1	5	3	1	1	0	2	2	4
	<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>31</b>
<b>TOTAL</b>	<b>502</b>	<b>323</b>	<b>526</b>	<b>291</b>	<b>620</b>	<b>283</b>	<b>582</b>	<b>324</b>	<b>480</b>	<b>265</b>	<b>268</b>	<b>124</b>	<b>89</b>	<b>56</b>	<b>438</b>	<b>238</b>	<b>676</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5) Procesamiento de la información.

Se procesaron los datos recolectados del aforo vehicular, para llevar el conteo de 12 hr a 24 hrs y posteriormente obtener el tránsito promedio diario anual (TPDA) empleando los factores de ajuste correspondientes a la estación el tramo N° 06 (Rótulo Nueva Guinea –Eclipse 2000) y una (1) estación de conteo (Frente a PETRONIC) anuario vehicular 2015. Actividad que corresponde a los trabajos de gabinete, los cuales se ingresaron en hojas de Excel. El conocimiento más exacto que se pueda obtener de este estudio es indispensable para la correcta elaboración de cálculos de espesores de pavimento de este tramo de vía.

### **3.5.1) Proyección del tránsito.**

La práctica normal de las proyecciones de tráfico indica que, para un proyecto de rehabilitación y mejoramiento, estas deben ser desarrolladas en base a estimaciones de viajes basadas en el uso futuro del suelo, así como de factores socioeconómico tales como PIB (Producto Interno Bruto), el historial de tránsito de la zona y el crecimiento poblacional.

Para calcular el tráfico promedio diario en 12 hr (TPDi) se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{TPDi} = \frac{\text{Acumulado de conteo Vehicular por tipo de vehículo en 12 hrs}}{\text{Cantidad de días del aforo}}$$

**TPDi = Tránsito promedio diario.**

### **3.5.2) Determinación del TPDA.**

En vista que los datos recolectados son una muestra representativa de un periodo de doce horas durante una semana, se hace necesario estimar el Tránsito Promedio Diario y el Tránsito Promedio Diario Anual. Para este propósito se utilizaron factores de ajuste diario y de expansión de la estación de corta duración. Estación de mayor cobertura 300 Sébaco-Quebrada Honda, proporcionados por el anuario de tráfico del año 2015 de la Dirección General de Vialidad del MTI.

Estos factores permiten expandir el volumen del tránsito de la muestra del tramo de vía en estudio, los factores obtenidos para el cálculo son TPDA histórico por tipo de vehículo y la estación de mayor cobertura.

**Tabla N° 2 Factores de Ajuste de la Estación de mayor cobertura Sabaco-Quebrada Honda 2015.**

ESTACION DE MAYOR COBERTURA 300 SEBACO-QUEBRADA HONDA				
DESCRIPCION	FACTORES DEL TERCER CUATRIMESTRE DEL AÑO SEPTIMBRE- DICIEMBRE			
	Factor Dia	Factor Semana	Factor Fin de Semana	Factor a TPDA
<b>MOTO</b>	1.25	0.96	1.12	0.99
<b>CARRO</b>	1.3	1	0.99	0.95
<b>JEEP</b>	1.32	0.97	1.07	0.93
<b>CAMIONETA</b>	1.28	0.93	1.25	0.99
<b>MICRO BUS</b>	1.3	0.9	1.38	1.01
<b>MINI BUS</b>	1.07	0.92	1.27	0.93
<b>BUS</b>	1.21	0.99	1.2	1.01
<b>LIV 2.5-5 T</b>	1.31	0.87	1.58	0.91
<b>C2</b>	1.51	0.9	1.36	1.01
<b>C3</b>	1.47	0.9	1.37	0.89
<b>Tx Sx&lt;=4</b>	1	1	1	1
<b>Tx Sx&gt;=4</b>	1.64	0.88	1.55	0.98
<b>Cx Rx&lt;=4</b>	1.71	1	1	1
<b>Cx Rx&gt;=4</b>	1	1	1	1
<b>V.A</b>	1	1	1	0.76
<b>V.C</b>	1	1	1	1
<b>OTRO</b>	1.4	1.21	0.7	0.97

Fuente: División general de planificación, división de a ministración vial oficina de diagnóstico y evaluación de pavimento

### 3.5.3) Cálculo la Tránsito Promedio Diario (TPD) y Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA):

Para la determinación del TPD se toma el conteo del tránsito promedio diurno (TPDi) y se multiplica por el factor diario del tipo de vehículo correspondiente y para la determinación del TPDA se multiplica el TPD por el factor de expansión, ejemplo:

$$TPD_{(autos)} = TPDi (autos) \times \text{Factor día (autos)}.$$

$$TPD_{(autos)} = 337 \times 1.25 = 438 \text{ Vehículos por día.}$$

$$TPDA_{(autos)} = TPD (autos) \times \text{Factor expansión (autos)}.$$

$$TPDA_{(autos)} = 438 \times 0.99 = 416 \text{ Vehículos por día.}$$

**Tabla N° 3: Cálculo de Tránsito Promedio Diario (TPD) y Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).**

ESTACION DE MAYOR COBERTURA 300 SEBACO-QUEBRADA HONDA FACTORES 2015							
TIPO DE VEHICULO		TPDI	FACTOR DIA	TPD	FACTOR EXPANSIÓN	TPDA	%TPDA
PASAJERO	MOTO	164	1.25	205	0.99	203	24.02
	CARRO	337	1.3	438.1	0.95	416	49.23
	JEEP	78	1.32	102.96	0.93	96	11.36
	MICRO BUS	6	1.3	7.8	1.01	8	0.95
	BUS	9	1.21	10.89	1.01	11	1.30
	CAMIONETA	51	1.28	65.28	0.99	65	7.69
CARGA	C2	14	1.52	21.28	1.01	21	2.49
	C3	10	1.47	14.7	0.89	13	1.54
	Tx Sx	3	1.64	4.92	0.98	5	0.59
	Cx Rx	4	1.71	6.84	1	7	0.83
	TOTAL	676		878		845	100

Fuente: Propia

En la tabla N° se presentan los factores de ajuste para obtener el TPDA obtenidos del registro histórico de la estación de corta duración Las miradas-Nueva Guinea. Es notorio que dentro de los vehículos livianos los autos representan el más alto porcentaje en el TPDA (49.23%), seguido por las motos (24.02%), los Jeep (11.36%) y las camionetas (7.69%), en menor proporción se encuentran los Micro bus < de 15 pasajeros (0.95%) y los Buses de pasajeros (1.30%). los camiones C2 5+ton (2.49%) y el C3 (0.1.54%) con menos presencia están el Tx–Sx ≥ 5e (0.59%) y el Cx–Rx ≥ 5e (0.83%).

En cuanto a la composición vehicular global se obtuvo que los vehículos livianos representan un 95% del TPDA y los vehículos pesados un 5%.

Lo anterior indica que el porcentaje de vehículos pesados es considerablemente bajo con respecto a la cantidad de vehículos livianos, a pesar de esto no se subestima los valores generados por vehículos livianos ya que, aunque sus pesos no muestran ser altos han contribuido en menor escala a la destrucción de la vía debido a las constantes repeticiones.

### 3.6) Tasa de Crecimiento.

Para estimar la tasa de crecimiento y realizar las proyecciones de tránsito de la vía en estudio se analizarán las siguientes variables: PIB (Producto Interno Bruto), tasa de crecimiento poblacional y el historial del tránsito en la zona según datos del MTI.

#### 3.6.1) Producto Interno Bruto.

El producto interno bruto, es una medida agregada que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios finales de un país durante un período que normalmente es de un año.

Se realizó un análisis del comportamiento del producto interno bruto de los años 2010 al 2015, el cual reflejó una tasa promedio del 4.83%. El PIB de los últimos 5 años en Nicaragua, nos resulta una tasa menos elevada que la TPDA histórico por tipo de vehículo, para utilizarla en las proyecciones del tránsito.

**Tabla N° 4 de crecimiento producto interno bruto**

NICARGUA TASA DE CRECIMIENTO PIB	
2010	3.20%
2011	6.20%
2012	5.60%
2013	4.50%
2014	4.60%
2015	4.90%
PROMEDIO	4.83%

Fuente: Anuario de estadísticas macroeconómicas 2015 BCN pag1.

### 3.6.2) Tasa de Crecimiento Poblacional.

Es el cambio en la población en un cierto plazo y puede ser cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población usando tiempo por unidad para su medición.

El Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010 realizó el VIII censo poblacional de Nicaragua, en el cual se obtuvieron los siguientes registros en el departamento de Nueva Segovia.

**Tabla N° 5 crecimiento poblacional de Nueva Guinea**

TASA DE CRECIMIENTO	AÑO
0.07%	2005-2010
0.04%	2010-2015
0.02%	2015-2020
0.04%	PROMEDIO

Fuente: Estimaciones y proyecciones de población. INIDE. Año 2005 - 2020.

### 3.6.3) Historial de Tránsito de la Zona.

La tasa de crecimiento vehicular varía dependiendo del tipo de vehículo, la determinación de las mismas se realiza a partir de series históricas de tráfico, en base a estudios anteriores del tramo en estudio u otras vías de naturaleza similar.

Para el presente tramo se utilizó otra vía similar que conecta con entrada y salida al tramo de carretera llamada las Miradas- Nueva Guinea.

Se presenta los registros históricos del tránsito de la estación de control Las Miradas-Nueva Guinea en el período (2001 – 2014), durante éste ha presentado un comportamiento variable que va de 422 vpd en el año 2001, a 894 vpd en el año 2014.

Este comportamiento irregular del flujo vehicular se debe o se considera que al incrementó de exportaciones tanto agrícolas como ganaderas

**Tabla N°6 Historial del Tránsito. Estación Las Miradas-Nueva Guinea.**

NICARAGUA TASA DE CRECIMIENTO DE HISTORIAL DE TRANSITO.		
AÑO	TPDA	%CRECIMEINTO
2001	422	3.20%
2004	475	5.20%
2007	592	10.20%
2010	592	0.00%
2014	894	31.50%
2015	942	5.35%
PROMEDIO		9.24%

Fuente: División general de planificación, división de a ministración vial oficina de diagnóstico y evaluación de pavimento.

Al realizar una comparación de los históricos del TPDA de esta estación, que es la más próxima a la vía en estudio, se refleja una tasa de crecimiento promedio del 9.24%, desde el año 2001 al año 2015, la del PBI la tasa promedio es de 4.83 y la tasa crecimiento poblacional 0.43%.

En vista de que esta tasa de crecimiento del historial de tránsito (las Miradas-Nueva Guinea es demasiado elevada y la tasa de crecimiento poblacional es muy baja, tomaremos la tasa de crecimiento del 4.83% del producto interno bruto(PBI).

### 3.7) Período de Diseño.

Es el tiempo durante el cual la estructura que se diseña deberá operar con un nivel de serviciabilidad superior al mínimo sin requerir de acciones de conservación diferente a la del mantenimiento rutinario.

Basándonos en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, el período de diseño recomendado para esta vía en estudio, clasificado como colectora Sub urbana, es de 10 a 20 años.

Para efecto de diseño el período a utilizar en el presente proyecto es de 15 años.

**Tabla N°7 de periodo de diseño**

TABLA DE PERIODO DE DISEÑO	
TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
AUTPISTA REGIONAL	20-40 AÑOS
TRONCALES SUBURBANAS	15-30 AÑOS
TRONCALES RURALES	
COLECTORA SUBURBANA	10-20 AÑOS
COLECTORAS RURALES	

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales. SIECA 2001. Pág.10

### 3.8) Tránsito de Diseño

En vista que el diseño del pavimento de la vía, se basa tanto en el tráfico actual así como en los incrementos de tránsito que se espera utilicen la carretera, durante su vida útil, resulta necesario realizar las proyecciones de tránsito futuro.

En primer lugar resulta necesario determinar el periodo de proyección del tráfico, el cual está en función de la vida útil del pavimento, así como las tasas de crecimiento que se han determinado con anterioridad. El tránsito proyectado se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$TD = T_0 * FC * FD * fc$$

(Ecuación N° 2)

- TD = Tránsito de diseño
- $T_0$  = Tránsito Inicial en el año 0
- FC = Factor de Crecimiento
- FD = Factor de Distribución Direccional
- $fc$  = Factor Carril

### 3.8.1) Tránsito Inicial en el año 0 ( $T_0$ )

Es el TPDA inicial determinado a partir del conteo vehicular que se realiza en el tramo a diseñar (Ver Tabla N° 1)

### 3.8.2) Factor de Crecimiento

Esta dado en función por el periodo de diseño y la tasa de crecimiento vehicular, el cual puede variar en dependencia del tipo de vehículo. Su ecuación es:

$$\text{Dónde: } FC = 365 \times \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad (\text{Ecuación N° 3})$$

- FC = Factor de Crecimiento
- $i$  = Tasa de Crecimiento
- $n$  = Período de Diseño

$$FC = 365 \times \left[ \frac{(1 + 0.0483)^{15} - 1}{0.0483} \right] \quad \mathbf{FC = 7776.12}$$

### 3.8.3) Factor de Distribución Direccional (Fd)

Se expresa con la relación que existe entre el tráfico y el sentido de circulación, su valor es generalmente es 0.5 para el flujo vehicular en ambas direcciones y 1 si poseen un solo sentido. La característica más general es que el tránsito se divide 50% en un sentido y 50% en el otro

**Tabla N° 8 Factor Distribución.**

Factor distribución	
FACTOR POR DISTRIBUCION	LD
NUMERO DE CARRILES EN AMBAS DIRECCIONES	
2	50%
4	45%
6 O MAS	40%

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales. SIECA 2001

### 3.8.4) Factor Carril (fc.)

Es el número de carriles por sentido para los cuales se está diseñando. El factor carril utilizado para este tramo será del 1, ya que hay solo un carril en cada dirección.

**Tabla N° 9 : Factores de distribución según el número de carriles.**

numero de carriles en cada direcion	%Esal en el carril de diseño
1	1
2	0.8-1.00
3	0.6-0.8
4	0.5-0.75

Fuente: Libro de diseño de pavimentos AASHTO 93. Tercera edición. Año 2006. Pág. 58.

### 3.9) Cálculo de Tránsito de Diseño:

Para la determinación del tránsito de diseño (TD) se toma el conteo del tránsito promedio diario anual (TPDA) y se multiplica por el factor crecimiento (FC), por el factor carril (fc) y por el factor dirección (Fd). La sumatoria de todos los tipos de vehículos nos dará nuestro TD total. Ejemplo:

$$TD_{\text{(autos)}} = TPDA_{\text{(autos)}} \times \text{Factor crecimiento} \times \text{Factor carril} \times \text{Factor dirección.}$$

$$TD_{\text{(autos)}} = 416 \times 7776.14542 \times 0.5 \times 1 = 1,617,437.12 \text{ vpd}$$

**Tabla N° 10: Cálculo de Tránsito de Diseño**

TIPO DE VEHICULO		TPDA	FACTOR CRECIMIENTO FC	FACTOR CARRIL FC	FACTOR DIRECCION POR CARRIL	TRANSITO DE DISEÑO
PASAJERO	CARRO	416	7778.095417	0.5	1	1617844
	JEEP	96	7778.095417	0.5	1	373349
	MICRO BUS	8	7778.095417	0.5	1	31112
	BUS	11	7778.095417	0.5	1	42780
	CAMIONETA	65	7778.095417	0.5	1	252788
CARGA	C2	21	7778.095417	0.5	1	81670
	C3	13	7778.095417	0.5	1	50558
	Tx Sx	5	7778.095417	0.5	1	19445
	Cx Rx	7	7778.095417	0.5	1	27223
	<b>TOTAL</b>					<b>2496769</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 11: Espesores de pavimento.**

Pavimento rígido			
	Espesores de capa cm		
ESAL	Sub Rasante	base	Carpeta
1*10 <sup>6</sup>	30	12	16
10*10 <sup>6</sup>	30	12	25
50*10 <sup>6</sup>	30	12	30

Fuente: Guía de diseño de pavimento rígido AASHTO y PCA

El resultado obtenido del esal total del análisis de tránsito 506,191.69. El espesor requerido para este resultado es 16 cm, lo comparamos con la información proporcionada por la alcaldía municipal de las notas generales del proyecto que es de 18 cm. (ver anexo)

Con esta comparación nos indica que el espesor del proyecto es el indicado para el tráfico actual como para el tráfico proyectado para 15 años

### **3.10) Conclusión**

El tránsito de diseño total es de 2,496,769 vehículo por día cabe señalar que la cantidad mayor de tráfico que transita en el tramo de carretera es tráfico liviano.

Con el resultado encontrado del tráfico (92.84% tráfico liviano, 7.16% tráfico pesado) se verificó que éste tiene un menor impacto en el daño hacia la carretera. Con esta información obtenida se pudo descartar como principal causante del deterioro a lo largo del tramo de carretera.

# CAPÍTULO IV

## ANÁLISIS DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO

#### **4) Análisis del diseño de concreto hidráulico del tramo de carretera Rotulo-Salinas Pinel.**

##### **Resumen**

La ejecución de este análisis al tramo de carretera Rotulo- Salinas fue para proporcionar información sustancial, se realizaron la extracción de seis muestras de cilindro de concreto una por cada cuadra del tramo de carretera que es una arteria vital importancia en el flujo vehicular de Nueva Guinea donde nos demostró el estado actual del tramo de carretera.

El tipo de diseño del tramo de carretera es un concreto simple sin juntas ni refuerzos en parrilla, los tamaños de las losas varían de entre 2.70 m a 3.60 m de ancho y 4 m de largo no tiene un orden específico las medidas están intercaladas. La medida de las cunetas es de 33 cm de altura 30 cm de ancho y el bordillo de 15 cm su bombeo varía de (2 a 3) %.

Los cilindros de concreto fueron extraídos por el método normalizado de ensayo ASTM C42/C42M - 13 de extracción de núcleo este procedimiento es estandarizado.

Los resultados de los ensayos fueron grabados en video y fotos como prueba comparativa entre la resistencia de compresión de la losa del diseño con los resultados de los ensayos de concreto, para así verificar el motivo del daño encontrados de las losas del tramo de carretera

#### **4.1) Componente que conforman losa de pavimento concreto hidráulico.**

##### **1) Cemento.**

El cemento que conforma el diseño de la losa es cemento canal, tipo Gu de uso general en construcciones de vivienda y losas de concreto que no requieren propiedades especiales.

##### **2) Arenas.**

Las arenas son importadas de Managua hacia Nueva Guinea en camiones ganaderos o de uso personal por las boqueras locales del municipio de Nueva Guinea y vendidas a la alcaldía municipal.

##### **3) Agua.**

El agua procedente de ríos y tratada por la planta de tratamiento de agua sanitaria, transportada por pipa hasta el área del proyecto.

##### **4) Grava.**

El agregado grueso es una grava triturada totalmente con tamaño máximo de treinta y ocho (38) milímetros, resistencia superior a la resistencia de la concreta señalada en el proyecto, y con la secuencia granulométrica.

#### **4.2) Extracción de núcleos cilíndrico de concreto hidráulico.**

Este método de ensayo brinda procedimientos estandarizados para obtener y ensayar especímenes para determinar la resistencia a la compresión, a la tracción indirecta y a la flexión de concreto colocado.

Generalmente, los especímenes de ensayo se obtienen cuando existen dudas sobre la calidad del concreto colocado debido a resultados bajos de la construcción o bien a signos que evidencien que la estructura está sobre exigida. Otro uso de este método es brindar información sobre la resistencia en estructuras más antiguas.

En este caso se destinó este proceso de ensayos de pequeños cilindros de concreto por el daño severo que permanece en la carretera estudiada, los signos de daños severo presente en cada losa designa un sobre exigencia en la resistencia del concreto poniendo a duda anteriormente su calidad y eficiencia para el uso cotidiano del tráfico vehicular diario.

La resistencia del concreto es afectada por la ubicación del concreto en un elemento estructural, así el concreto en la parte inferior tiende a ser más fuerte que el concreto en la parte superior. En la siguiente imagen se muestra la máquina y los núcleos que se extraen de la losa de concreto hidráulico.

Se efectuó una fecha para proceder a la extracción de los núcleos de cilindro de concreto donde el tráfico vehicular estuviera en su más bajo movimiento.

- 1) La fecha efectuada para la extracción fue 28/11/15.
- 2) Hora de extracción de las muestras de núcleos 10 am a 1 pm.

En el lapso de las tres horas de operación por el maquinista capacitado se recolectaron seis muestras de cilindro de concreto hidráulico efectuado en dos grupos.

- 1) Primer grupo fue extraído en la zona más afectada donde presentaba los daños críticos.
- 2) Segundo grupo fue extraído en la zona donde presentaba un daño mínimo en las losas de concreto.

Después de recolectar la muestra de núcleo se precisó a guardarla en bolsas de plástico a las 1:30 pm para ser debidamente transportada al laboratorio de la Universidad Nacional Ingeniera donde se guardará por siete días hasta el día de sus pruebas de ensayos.

- 1) Las muestras de núcleo se guardarán debidamente en un lugar fresco a una temperatura no mayor de 25 °C ni menor a 20°C.
- 2) El día del ensaye a compresión las muestras se dejarán al sol para la evaporación de la humedad superficial por tiempo determinado 30 minutos.
- 3) Si se usa agua en el corte esmeril o encabezado entonces se dejará por una hora.

**4.2.1) Tabla N°12 Longitud obtenida por el procedimiento estandarizado método de ensayo extracción de núcleo Norma ASTM C 174/C 174M.**

Muestras	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6
Medidas	15 cm	12 cm	23 cm	15 cm	17.5 cm	17 cm
N° cuadra	0+ 300	0+ 400	0+ 500	0+ 600	0+ 700	0+ 800

Fuente: Elaboración propia

En la imagen que se presenta a continuación se puede apreciar el tamaño original de los núcleos y la extracción del núcleo. Al no tener un tamaño uniforme se puede deducir que la losa de concreto no presenta un grosor uniforme a como se expresa en el diseño. Esto es debido a una mala supervisión de la construcción de dicha losa.

Máquina de extracción de núcleo.

Imagen N° 2



Fuente: Elaboración propia

Tamaño original de los núcleos de concreto hidráulico.

Imagen N° 3



Fuente: Elaboración propia

#### **4.3) Manipulación de núcleos de concreto.**

- 1) La resistencia medida por ensayos de núcleos depende de la cantidad y distribución de humedad en el espécimen en el momento del ensayo. No hay procedimiento estandarizado para acondicionar un espécimen que asegure que en el momento del ensayo tendrá la misma condición de humedad que el concreto en la estructura.
- 2) Los procedimientos de acondicionamiento de humedad en este método de ensayo están destinados a brindar condiciones de humedad reproducibles que minimicen las variaciones dentro de un laboratorio y que reduzcan los efectos de la humedad introducida durante la preparación del espécimen.
- 3) Lo recomendable en estas situaciones cuando la humedad varía por el traslado de los especímenes de cilindro de concreto es almacenarlos en un lugar a temperatura de 23° no menos de 20° C esto perdurara la humedad obtenida durante la extracción del cilindro.

#### **4.4) Factores que contribuyen al deterioro del concreto en el momento de extracción.**

La relación se ve afectada por varios factores tal como el nivel de resistencia del concreto:

- 1) Los historiales de temperatura y humedad en el lugar, el grado de consolidación.
- 2) La variabilidad de lote a lote.
- 3) Las características de ganancia de resistencia del concreto.
- 4) La condición del aparato de extracción de muestras, y el cuidado puesto en la extracción de núcleos.

#### 4.5) Medición de la longitud de los núcleos perforados

Cuando el tamaño de los moldes cilíndrico de concreto no concuerda uniformemente al diseño establecido por dicho proyecto o estructura, esto refleja un problema común y así una calidad no deseada se recurre a un pequeño procedimiento para, asimismo un resultado concreto:

- 1) Se extraen los especímenes en el orden designado por la extracción.
- 2) Procede a revisión y se mide cada uno de los especímenes esto dará un reflejo de la calidad del trabajo del proyecto.
- 3) Con la medida establecida se procede a córtalo a todos de igual tamaño si es posible.
- 4) Si hay especímenes más pequeños del promedio establecido para el corte, entonces se establecerá la siguiente ecuación.

Tamaño del molde para ensayar en resistencia a la compresión.

Relación longitud-diámetro (L/D)

H= Altura o longitud del cilindro

D= Diámetro del cilindro

La  $H= 2D$

Volumen del cilindro

$$V_m = \left(\frac{\pi}{4} * D^2\right) * H$$

#### 4.5.1) Tabla N° 13 y 14 longitudes del núcleo antes y después del esmerilado.

Núcleos	Medidas extraída natural cm
(N°1) 0+ 300 m	15 cm
(N°2) 0+400 m	12 cm
(N°3) 0+ 500 m	23 cm
(N°4) 0+ 600 m	15 cm
(N°5) 0+ 700 m	17.5 cm
(N°6) 0+ 800 m	17 cm

Fuente: Elaboración propia

Núcleos	Medidas de corte esmeril o encabezado cm
(N°1) 0+ 300 m	14.30 cm
(N°2) 0+400 m	11.70 cm
(N°3) 0+ 500 m	14.55 cm
(N°4) 0+ 600 m	14.70 cm
(N°5) 0+ 700 m	14.45 cm
(N°6) 0+ 800 m	14.60 cm

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se puede apreciar las medidas de los núcleos luego del esmerilado.

Imagen N° 3



Fuente: Elaboración propia

#### **4.6) Acondicionamiento de la Humedad**

Los núcleos deben ser acondicionados en cuanto a la humedad según se especifica en este método de ensayo, se debe procurar mantener la humedad natural obtenida durante la extracción. Los procedimientos de acondicionamiento de la humedad, especificados en este método de ensayo:

- Se guardaron en bolsas plásticas en un ambiente frío para preservar la húmeda del espécimen.
- El aserradero o corte trasversal del cilindro se usará el mínimo de agua indicada luego dejar evaporar la humedad superficial sin alterar la humedad natural del espécimen.
- Se guardarán en bolsa plástica no absorbente por cinco días

#### **4.7) Aserrado de los Extremos**

Los extremos de los núcleos que serán ensayados en compresión deben ser planos y perpendiculares al eje longitudinal de acuerdo con el método de ensayo. Si fuera necesario, se deben aserrar los extremos de los núcleos que serán encabezados, de manera que cumplan los siguientes requisitos.

- Las protuberancias, si las hay, no deben extenderse más de 5 mm (0.2 pulgadas) por sobre las superficies terminadas.
- Las superficies terminadas no deben desviarse de la perpendicular al eje longitudinal en una pendiente mayor de  $(1/8d)$  o  $(1/0.3d)$  donde  $d$  es el diámetro promedio del núcleo en mm (o pulgadas).
- Ensayar los especímenes dentro de los 7 días siguientes a su extracción a menos que se especifique de otro modo. Según el ACI 318.5.6.5.3 no se

deben ensayar antes de 48 horas y no después de 7 días, si se usa agua durante el aserrado o esmerilado de los extremos de los núcleos.

- Calcular la resistencia a la compresión de cada espécimen usando el área de la sección transversal calculada en base a su diámetro promedio.

Imagen N°4



Fuente: Elaboración propia

**4.7.1) Tabla N° 15 de comparación de las medidas de la extracción Norma ASTM C 174/C 174M y práctica para el encabezado de especímenes cilíndricos de concreto Normas ASTM C 617.**

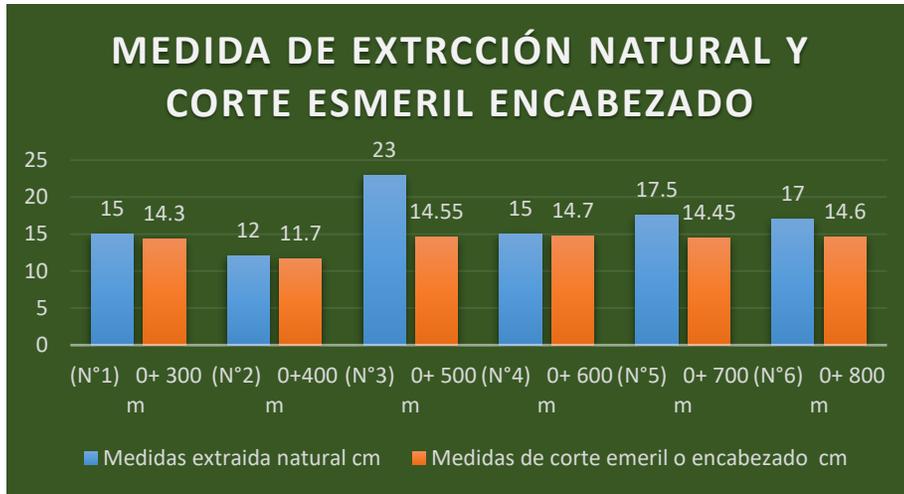
Núcleos	Medidas extraída natural cm	Medidas de corte esmeril o encabezado cm
(N°1) 0+ 300 m	15 cm	14.30 cm
(N°2) 0+400 m	12 cm	11.70 cm
(N°3) 0+ 500 m	23 cm	14.55 cm
(N°4) 0+ 600 m	15 cm	14.70 cm
(N°5) 0+ 700 m	17.5 cm	14.45 cm
(N°6) 0+ 800 m	17 cm	14.60 cm

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior las medidas de origen de los núcleos no son homogéneas por lo que el esmerilado es de gran ayuda para tener unas medidas más semejantes dado que en la prueba de compresión se necesita un estándar en lo que respecta a las medidas del cilindro el cual es que la altura del mismo se igual al doble de la medida del diámetro esto con el objetivo de que al momento de la prueba de compresión las medidas antes dichas generan una mejor distribución de cargas y con esto se obtienen datos más exactos de las fuerzas que pueda resistir el concreto que se está ensayando.

#### 4.7.2) Representación gráfica de extracción natural y corte esmeril.

Imagen N° 5



Fuente: Elaboración propia

#### 4.8) El Método núcleos para ensayo de resistencia a la compresión.

Este método de ensayo trata sobre la obtención, preparación y ensayo de núcleos perforados a partir de concreto para determinaciones de longitud o resistencia a la compresión o resistencia a la tracción indirecta. Este método de prueba no se aplica a núcleos de concreto lanzado.

El método de prueba ASTM C1604/C1604M se aplica para obtener, preparar y probar núcleos de concreto lanzado. Los valores se indican en unidades pulgada-libra para ser considerados separadamente como los estándares.

**4.8.1) Tabla N°16 resultados obtenidos por el procedimiento estandarizado método de ensayo para el cálculo de resistencia a compresión Norma ASTM C 39/C 39M.**

Núcleos	Medidas	$\sigma =$ Esfuerzo psi
(N°1) 0+ 300 m	14.3 cm	2366.50 psi
(N°2) 0+400 m	11.70 cm	2198.76 psi
(N°3) 0+ 500 m	14.55 cm	4526.76 psi
(N°4) 0+ 600 m	14.70 cm	1781.56 psi
(N°5) 0+ 700 m	14.45 cm	2560.00 psi
(N°6) 0+ 800 m	14.6 cm	3978.87 psi

Fuente: Elaboración propia

**4.8.1) Representación gráfica de los resultados de la prueba de ensayos a la compresión.**

Imagen N°6



Fuente: Elaboración propia

#### 4.9) Informe final de los resultados

Reporte los resultados como lo requiere el Método de Ensayo adjuntando la información siguiente.

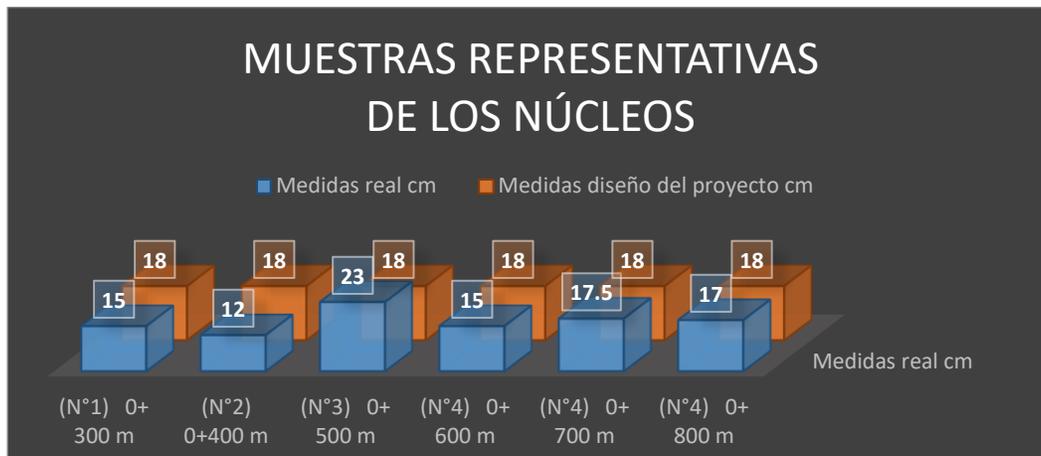
#### 4.9.1) Tabla N°17 Comparación de la Longitud del núcleo al extraerse Norma ASTM C 174/C 174M y la longitud propuesta del espesor de la losa del diseño.

Núcleos	Medidas real cm	Medidas diseño del proyecto cm
(N°1) 0+ 300 m	15 cm	18 cm
(N°2) 0+400 m	12 cm	18 cm
(N°3) 0+ 500 m	23 cm	18 cm
(N°4) 0+ 600 m	15 cm	18 cm
(N°5) 0+ 700 m	17.5 cm	18 cm
(N°6) 0+ 800 m	17 cm	18 cm

Fuente: Elaboración propia

#### 4.9.2) Representación gráfica con el cilindro de concreto obtenido vs el espesor propuesto.

Imagen N° 7



Fuente: Elaboración propia

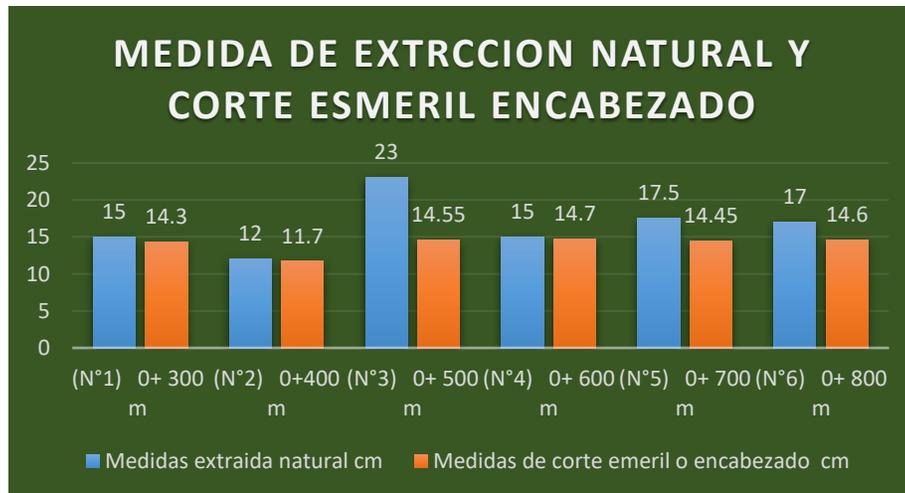
**4.9.3) Tabla N° 18 de comparación de las medidas de la extracción Norma ASTM C 174/C 174M y práctica para el encabezado de especímenes cilíndricos de concreto Normas ASTM C 617.**

Núcleos	Medidas extraída natural cm	Medidas de corte esmeril o encabezado cm
(N°1) 0+ 300 m	15 cm	14.30 cm
(N°2) 0+400 m	12 cm	11.70 cm
(N°3) 0+ 500 m	23 cm	14.55 cm
(N°4) 0+ 600 m	15 cm	14.70 cm
(N°5) 0+ 700 m	17.5 cm	14.45 cm
(N°6) 0+ 800 m	17 cm	14.60 cm

Fuente: Elaboración propia

**4.9.4) Representación gráfica de extracción natural y corte esmeril.**

Imagen N° 8



Fuente: Elaboración propia

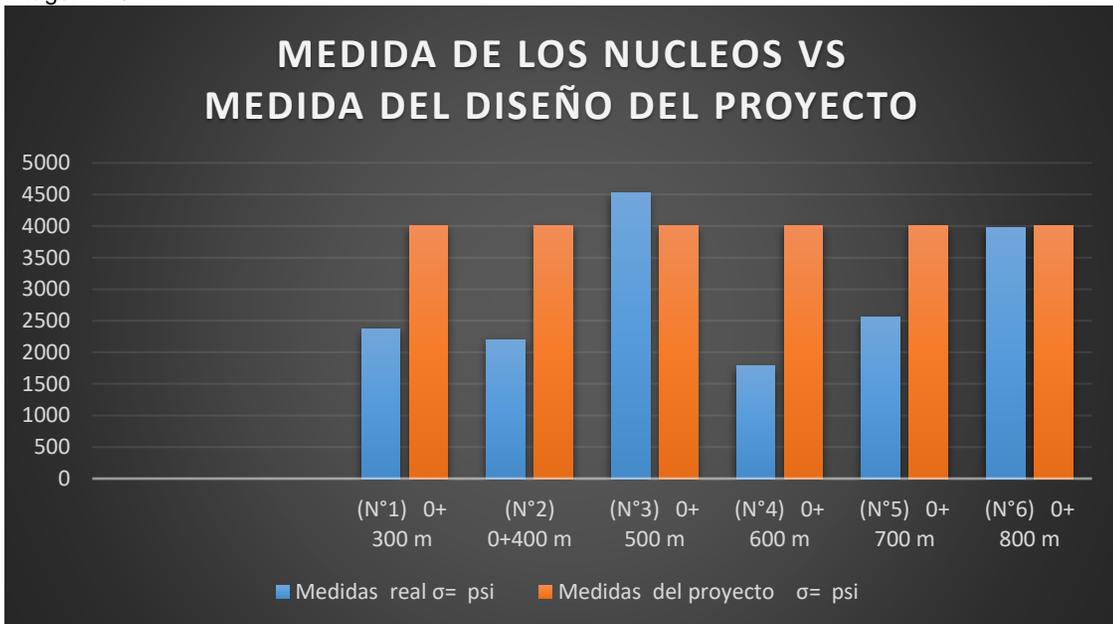
**4.9.5) Tabla N° 19 comparativa entre la resistencia de la losa (in situ) y el núcleo de extracción por el procedimiento estandarizado método de ensayo para el cálculo de resistencia a compresión Norma ASTM C 39/C 39M.**

Núcleos	Medidas reales $\sigma=$ psi	Medidas del proyecto $\sigma=$ psi
(N°1) 0+ 300 m	2366.5 psi	4000 psi
(N°2) 0+400 m	2198.76 psi	4000 psi
(N°3) 0+ 500 m	4526.76 psi	4000 psi
(N°4) 0+ 600 m	1781.56 psi	4000 psi
(N°5) 0+ 700 m	2560 psi	4000 psi
(N°6) 0+ 800 m	3978.87 psi	4000 psi

Fuente: Elaboración propia

**4.9.6) Representación gráfica de los resultados de la prueba de ensayos a la compresión**

Imagen N°9



Fuente: Elaboración propia

**4.9.7) Tabla N° 20 resultados finales por el procedimiento estandarizado método de ensayo para el cálculo de resistencia a compresión Norma ASTM C 39/C 39M.**

TABLA DE RESULTADOS FINALES						
Nucleos	(N°1)	(N°2)	(N°3)	(N°4)	(N°5)	(N°6)
Numero de tramo	0+ 300 m	0+400 m	0+ 500 m	0+ 600 m	0+ 700 m	0+ 800 m
Medidas extraida natural cm	15	12	23	15	17.5	17
Medidas de corte emeril cm	14.3	11.7	14.55	14.7	14.45	14.6
Medidas diseño del proyecto cm	18	18	18	18	18	18
Medidas real $\sigma$ = psi	2366.50 psi	2198.76 psi	4526.76 psi	1781.56 psi	2560.00 psi	3978.87 psi
Medidas del proyecto $\sigma$ = psi	4000	4000	4000	4000	4000	4000

Fuente: Elaboración propia

#### 4.10) Observaciones en los núcleos de concreto.

**Primer caso:** durante el periodo de manipulación de los núcleos de concreto hidráulico se pudo observar que estos presentaban ciertos inconvenientes en este caso la imagen nos muestra contaminación del concreto por suelo de tipo arcilloso lo cual genera que el concreto presente pérdida de resistencia y se produzcan fracturas en el mismo.

Imagen N°10



Fuente: elaboración propia.

La contaminación fue encontrada en todos los núcleos de concreto lo cual indica que el problema afecta en general al tramo, esto es de lamentarse dado que esto solo puede ser producto de una ejecución del proyecto con poca responsabilidad y sin medidas de seguridad para evitar la contaminación del concreto en el momento de la elaboración de las losas.

Imagen N° 11



Fuente: elaboración propia.

imagen N°12



Fuente: elaboración propia.

**Segundo caso:** el siguiente problema que se detectó en el momento en que los núcleos fueron ensayados, se debe a que estos estaban constituidos por grava de diversos tamaños siendo 3/8 de pulgada el tamaño que indica el diseño, por otro lado la grava observada en los núcleos presentaba porosidad abundante, todo esto debilita el concreto y se evidencia en el momento del ensayo de compresión puesto que las rupturas se generaron a partir de estas partículas de concreto poroso.

Imagen N°13



Fuente: elaboración propia.

En la imagen que se presenta a continuación se puede notar la porosidad que presenta la grava usada para la realización del concreto de la losa de donde procede este núcleo, es evidente que la grieta generada por la fuerza de compresión tiene su origen en donde el vacío entre partículas es más pronunciado.

Imagen N° 14



Fuente: elaboración propia.

imagen N°15



Fuente: elaboración propia

#### **4.11) Conclusión**

La tabla N°20 refleja los datos recopilados por cada tramo de carretera evaluado y los resultados obtenidos por los tramos nos muestran datos que no coinciden con el diseño proporcionado por la alcaldía de Nueva Guinea. (ver anexo nota general).

En el estudio se pudo comprobar que la losa de concreto hidráulico presentaba diversas variaciones que influyeron a que este fallara los cuales son: la losa no presenta el espesor requerido en el diseño de estudio, la losa presenta contaminación por materiales tales como arcilla y el concreto de la losa esta constituido por grava que no presta las condiciones adecuadas para cumplir con los requerimientos del diseño, la grava en su mayoría presenta porosidad abundante y el tamaño es menor que el requerido.

# CAPÍTULO V

## RECOPILOCIÓN DE LAS FALLAS POR CADA TRAMO

## **5) Fallas del concreto hidráulico en el tramo de carretera Rotulo Salinas-Pinel.**

El método de mantenimientos se basa en los resultados obtenidos a partir de los estudios realizados en los pavimentos observados. Los resultados que se obtengan darán una mayor visualización y entendimiento del comportamiento y los orígenes de las fallas.

Como en el capítulo uno se visualizará los deterioros encontrados y se detallarán los siguientes aspectos en este capítulo:

- Procedimiento de medición y cuantificación.
- Esquemas explicativos y fotografías que ayudan a la identificación.
- clasificación, en función de sus características y condiciones, de tres niveles de severidad del deterioro: baja, media y alta.

La medición de las fallas señalará el porcentaje de rango de daño, número de fallas presentadas, nivel de severidad, el número del tramo estudiado. El daño acumulado por cada falla obtenida se evaluará individualmente del número de losa dañada en el tramo estudiado de pavimento de concreto hidráulico.

Todas las imágenes presentadas en la recopilación de las fallas acumulada por cada tramo son de elaboración propia.

## 5.1) Clasificación y Recopilación de daños por cada tramo.

### Tramo 0+000 – 0+100

Se presenta peladura 50% y 10% de grieta longitudinal

#### **Peladura y Deficiencias del sellado**

Nivel de severidad: Mediano

Imagen N°16



Peladura y deficiencia de sellado

#### **Grieta longitudinal**

Se presenta en ambos carriles.

Nivel de severidad: Mediano

Imagen N°17



Fisura longitudinal 8mt

Ancho 6mm

Se presenta en ambos carriles.

Nivel de severidad: Mediano

Imagen N°18



### Tramo 0+100 – 0+200

Presenta Grieta longitudinal 30%, peladura 80% del tramo, hundimiento 5%.

#### Grieta longitudinal

Se presenta en ambos carriles.

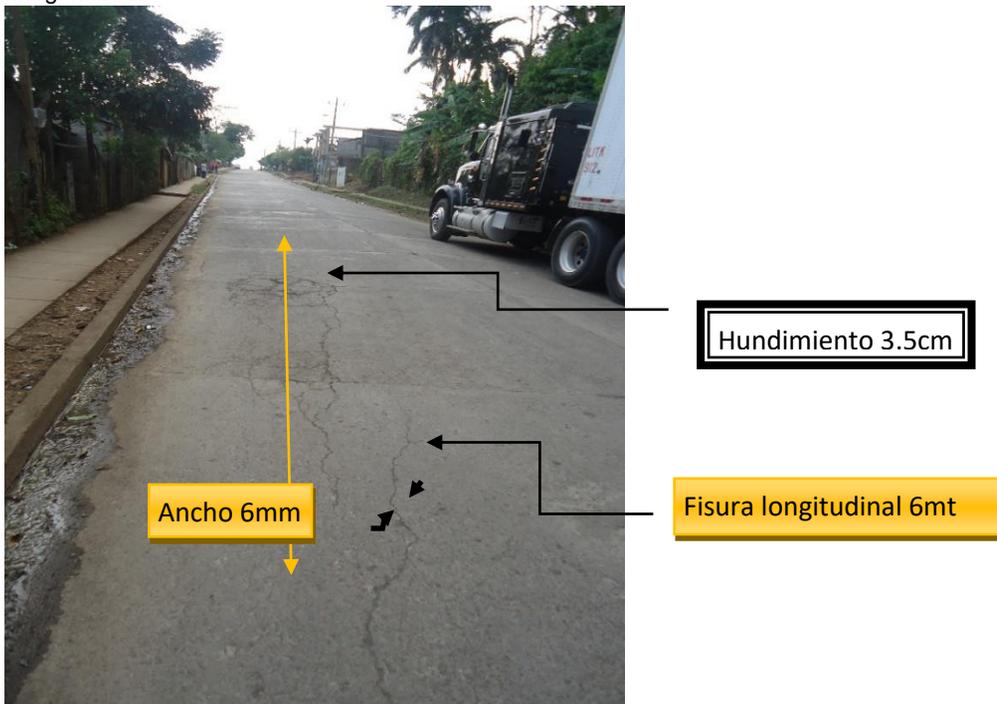
Nivel de severidad: Mediano

Imagen N° 19

#### Hundimiento

Se presenta carril izquierdo

Nivel de severidad: Alto



## Peladura

Se presenta en ambos carriles.  
Nivel de severidad: Mediano

Imagen N°20



Peladura y deficiencia de sellado

## Grieta longitudinal

Se presenta en ambos carriles  
Nivel de severidad: Mediano

Imagen N° 21



Ancho 6mm

Fisura longitudinal 16mt

### Junta saltada

Se presenta en ambos carriles

Nivel de severidad: Mediano

Imagen N° 22



### Tramo 0+200 – 0+300

Se presenta Hundimiento de 3.5cm y 7cm, grieta longitudinal 50% en las losas.

### Hundimiento

Se presenta carril derecho

Nivel de severidad: Alto

Imagen N° 23



## Grieta longitudinal

Se presenta en ambos carriles

Nivel de severidad: Mediano

Imagen N° 24 y 25



### Fragmentación múltiple

Se presenta en carril derecho.

Nivel de severidad: alto

Imagen N° 26

### Hundimiento

Se presenta carril derecho.

Nivel de severidad: Alto



Hundimiento 3.5cm

Fragmentación múltiple

### Tramo 0+300 – 0+400

Se presenta junta saltada, grieta longitudinal, peladura 60% en el tramo

### Peladura y Deficiencias del sellado

Nivel de severidad: Alto

Imagen N° 27



Peladura y deficiencia de sellado

Se presenta en ambos carriles.  
Nivel de severidad: Mediano  
Imagen N° 28



Peladura y deficiencia de sellado

### Junta saltada

Se presenta en ambos carriles  
Nivel de severidad: Mediano  
Imagen N° 29



Junta saltada 150mm

### Tramo 0+400 – 0+500

Se presenta el 80% de peladura en el tramo, grieta longitudinal y separación de junta.

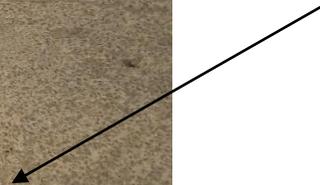
### Peladura y Deficiencias del sellado

Nivel de severidad: Alto

Imagen N° 30 y 31



Peladura y deficiencia de



Peladura y deficiencia de sellado



## Separación de la junta longitudinal

Niveles de Severidad: baja

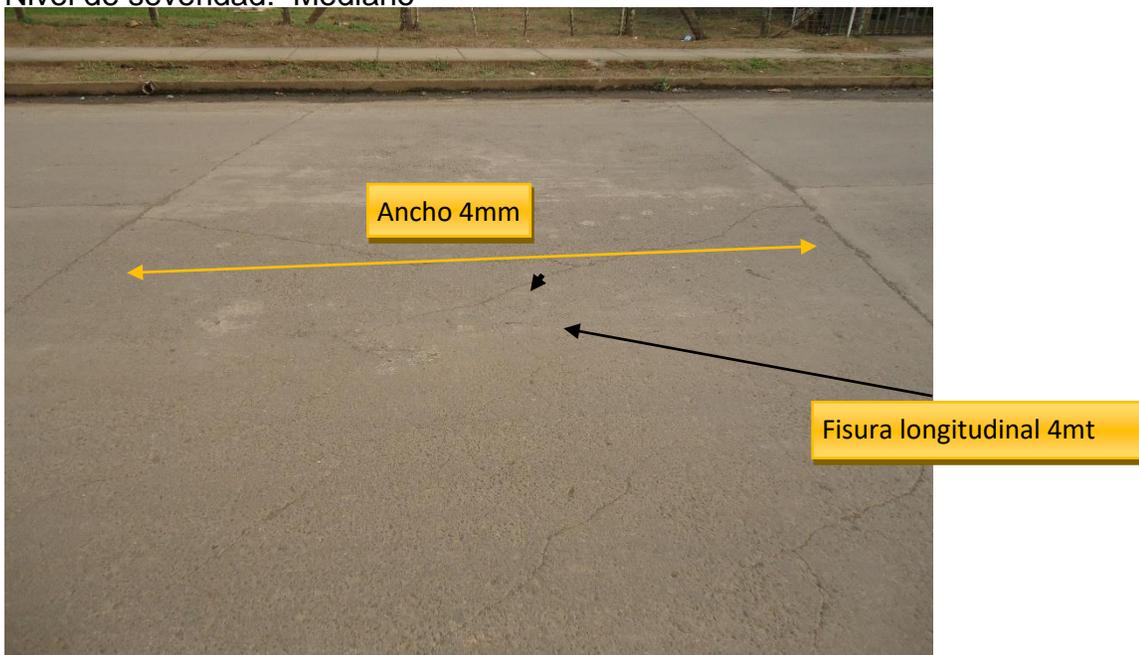
Imagen N° 32



## Grieta longitudinal

Se presenta en ambos carriles.

Nivel de severidad: Mediano



**Tramo 0+500 – 0+600**

Se presenta peladura 50% del tramo, grieta longitudinal 60%, junta saltadas y fragmentación múltiple,

**Peladura y Deficiencias del sellado**

Nivel de severidad: Alto

Imagen N° 34 y 35



Peladura y deficiencia de sellado



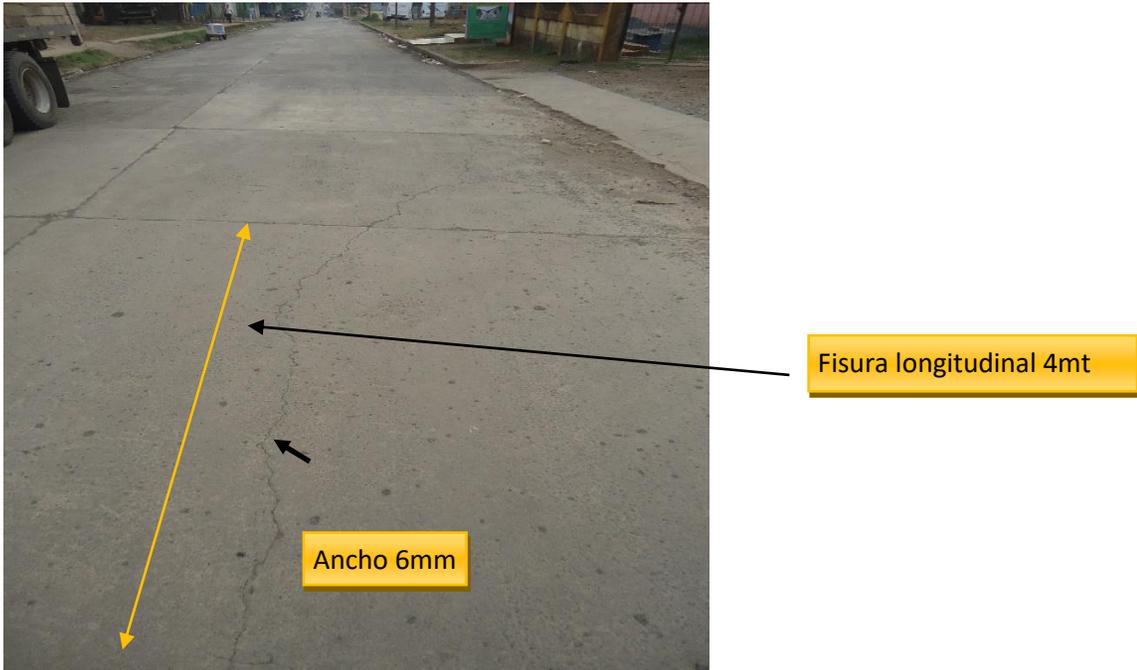
Peladura y deficiencia de sellado

## Grieta longitudinal

Se presenta en ambos carriles.

Nivel de severidad: Mediano

Imagen N° 36y 37



## Fragmentación múltiple

Se presenta en carril izquierdo.

Nivel de severidad: alto

Imagen N° 38



Fragmentaciones múltiples

### Tramo 0+600 – 0+700

Se presenta fragmentación múltiple 80%, hundimiento 4cm, juntas saltadas, gireita de esquina

#### Fragmentación múltiple

Se presenta en carril derecho  
Nivel de severidad: alto  
Imagen N° 39 y 40

#### Hundimiento

Se presenta lado derecho  
Nivel de severidad: alto

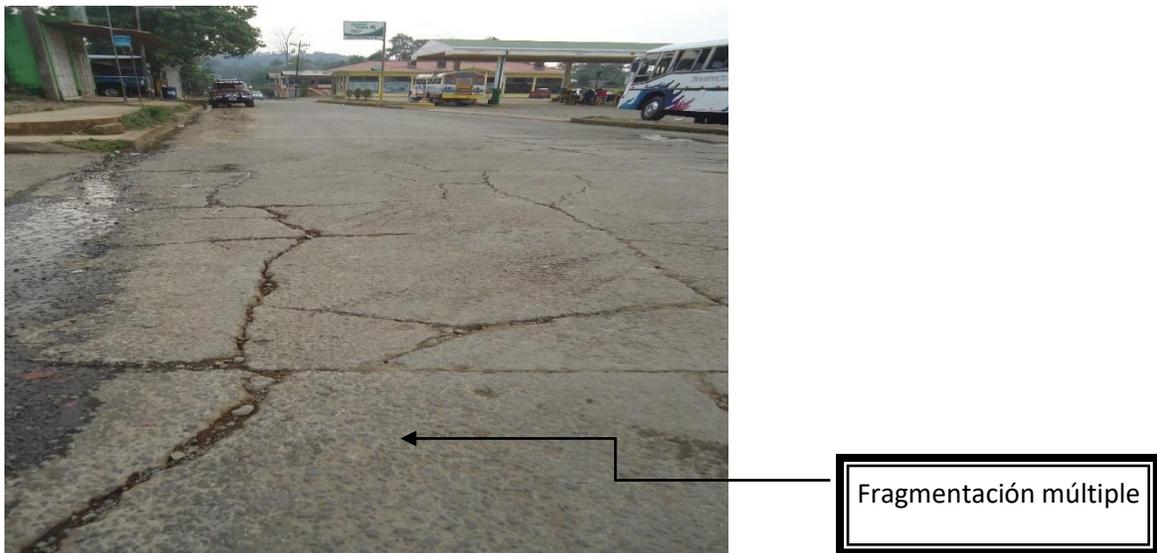
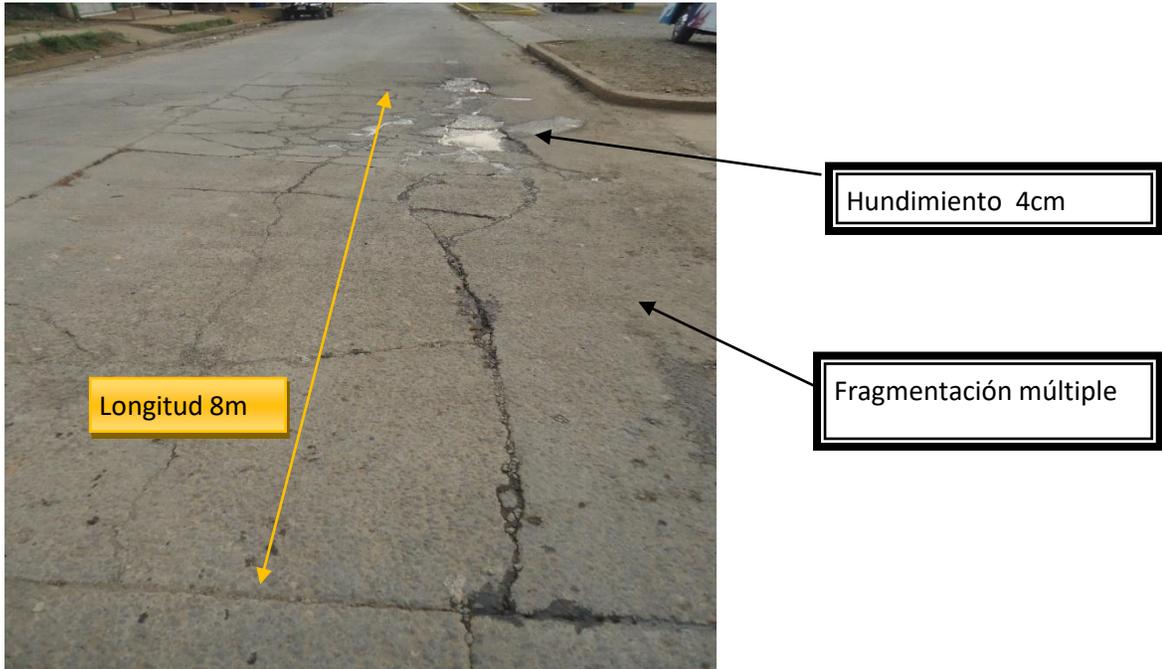


Imagen N° 41



### Grieta longitudinal

Se presenta en ambos carriles.

Nivel de severidad: Mediano

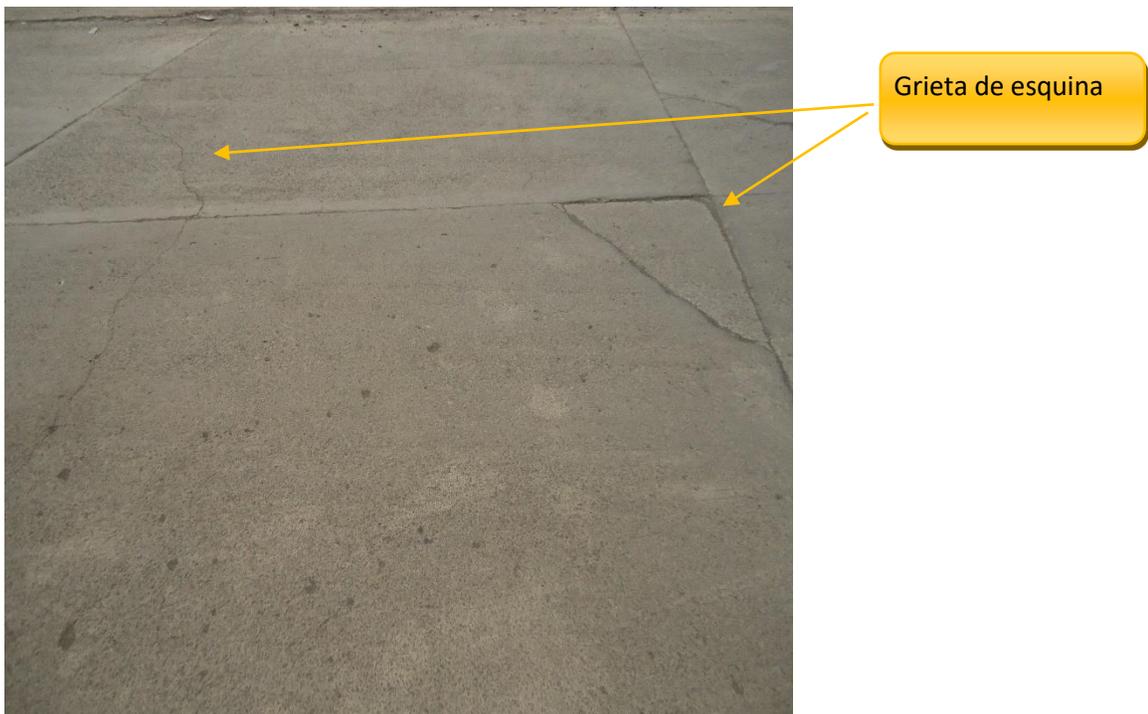
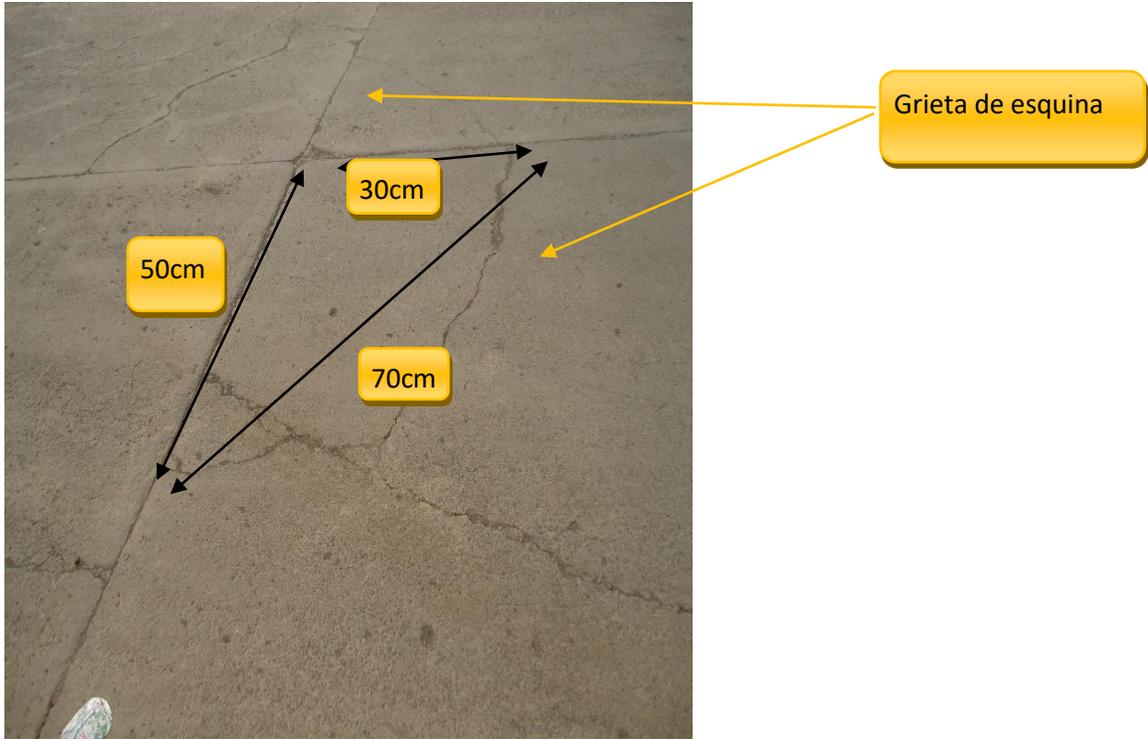
Imagen N° 42



## Grietas de esquina

Nivel de severidad: Alto

Imagen N° 43 y 44



**Tramo 0+700 – 0+800**

Se presenta fragmentación múltiple 30%, hundimiento 5cm, grieta de esquina, grieta longitudinal

**Fragmentación múltiple**

Se presenta en carril izquierdo

Nivel de severidad: alto

Imagen N° 45 y 46

**Hundimiento**

Se presenta lado derecho

Nivel de severidad: alto



Hundimiento 5cm

Fragmentaciones múltiples



Fragmentaciones múltiples

Imagen N° 46



Fragmentaciones  
múltiples

### Grietas de esquina

Nivel de severidad: Alto

Imagen N° 47



## 5.2) Resultado final de las fallas que se presentan.

En las tablas que se presentan a continuación, se explica detalladamente los tipos de fallas que afectan a la carretera en cada tramo, todo esto es referente al inciso 1) clasificación de fallas y mantenimiento en el CAPITULO I, en donde se puede apreciar todos los aspectos teóricos y se profundiza en el mantenimiento sabiendo que cada falla posee un mantenimiento diferente.

Las tablas presentan:

- Falla: es la clasificación de la falla principal.
- Nivel de severidad: nivel de daño que presenta.
- Tipo de falla: Nombre de la falla principal.
- Porcentaje de daño: el rango de daño que presenta en el tramo (nota: la medida del rango de daño es individual y no acumulativo).
- Mantenimiento: proceso de reparación de la falla identificada.

TABLA N°21 -RESULTADOS FINALES			
Numero de Tramo	Tramo 0+000 – 0+100		
<b>Falla</b>	Desgaste (peladura)	Grieta longitudinal	Junta saltada
<b>Nivel de severidad</b>	Mediano	Mediano	Mediano
<b>Porcentaje de daño</b>	50%	10%	40%
<b>Tipo de Falla</b>	Falla deterioro superficial	Fallas por Grietas.	Fallas por juntas
<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Mantenimiento tipo 3 B	Mantenimiento tipo 2.B	Mantenimiento tipo 1

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 22-RESULTADOS FINALES				
Numero de Tramo	Tramo 0+100 – 0+200			
<b>Tipo Falla</b>	Desgaste (peladura)	Grieta longitudinal	Hundimiento	Junta saltada
<b>Nivel de severidad</b>	Mediano	Mediano	Alto	Mediano
<b>Porcentaje de daño</b>	80%	30%	40%	40%
<b>Falla</b>	Falla deterioro superficial	fallas por Grietas.	Falla al deterioro	Fallas por juntas
<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Mantenimiento tipo 3. B	Mantenimient o tipo 2. B	Mantenimient o tipo 4.C	Mantenimient o tipo 1

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 23-RESULTADOS FINALES			
Numero de Tramo	Tramo 0+200 – 0+300		
<b>Tipo de Falla</b>	Grieta longitudinal	Hundimiento	Fragmentación múltiple
<b>Nivel de severidad</b>	Mediano	Alto	Alto
<b>Porcentaje de Daño</b>	50%	40%	40%
<b>Falla</b>	Falla por Grietas.	Falla al deterioro	Falla al deterioro
<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Mantenimiento tipo 2.B	Mantenimiento tipo 4.C	Mantenimiento tipo 4.B

Fuente: Elaboración propia

TABLA DE RESULTADOS FINALES			
Numero de Tramo	Tramo 0+200 – 0+300		
<b>Tipo de Falla</b>	Grieta longitudinal	Hundimiento	Fragmentacion multiple
<b>Nivel de severidad</b>	Mediano	Alto	Alto
<b>Porcentaje de daño</b>	50%	40%	40%
<b>Tipo de Falla</b>	Falla por Grietas.	Falla por juntas	Fallas por juntas
<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Mantenimiento tipo 2.B	Mantenimiento tipo 4.C	Mantenimiento tipo 4.B

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 25-RESULTADOS FINALES			
Numero de Tramo	Tramo 0+200 – 0+300		
<b>Tipo de Falla</b>	Grieta longitudinal	Hundimiento	Fragmentación múltiple
<b>Nivel de severidad</b>	Mediano	Alto	Alto
<b>Porcentaje de daño</b>	50%	40%	40%
<b>Falla</b>	Falla por Grietas.	Falla al deterioro	Falla al deterioro
<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Mantenimiento tipo 2. B	Mantenimiento tipo 4.C	Mantenimiento tipo 4. B

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°26-RESULTADOS FINALES			
Numero de Tramo	Tramo 0+400 – 0+500		
<b>Tipo de Falla</b>	Deterioro superficial (peladura)	Separación de la junta longitudinal	Grieta longitudinal
<b>Nivel de severidad</b>	Alto	Baja	Mediano
<b>Porcentaje de daño</b>	80%	40%	50%
<b>Falla</b>	Falla deterioro superficial	Falla por juntas	Falla por Grietas.
<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Mantenimiento tipo 3.B	Mantenimiento tipo 1	Mantenimiento tipo 2.B

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 27-RESULTADOS FINALES			
Numero de Tramo	Tramo 0+500 – 0+600		
<b>Tipo de Falla</b>	Deterioro superficial (peladura)	Fragmentación múltiple	Grieta longitudinal
<b>Nivel de severidad</b>	Alto	Alto	Mediano
<b>Porcentaje de daño</b>	80%	30%	35%
<b>Falla</b>	Falla de deterioro superficial	Falla al deterioro	Falla por Grietas.
<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Mantenimiento tipo 3. B	Mantenimiento tipo 4. B	Mantenimiento tipo 2. B

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°28-RESULTADOS FINALES				
Numero de Tramo	Tramo 0+600 – 0+700			
<b>Tipo de Falla</b>	Hundimiento	Fragmentación múltiple	Grieta longitudinal	Grieta de esquina
<b>Nivel de severidad</b>	Alto	Alto	Mediano	Alto
<b>Porcentaje de daño</b>	30%	80%	35%	35%
<b>Falla</b>	Falla al deterioro	Falla al deterioro	Fallas por Grietas.	Fallas por Grietas.
<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Mantenimiento tipo 4.C	Mantenimiento tipo 4. B	Mantenimiento tipo 2. B	Mantenimiento tipo 2. A

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 29-RESULTADOS FINALES			
Numero de Tramo	Tramo 0+700 – 0+800		
<b>Tipo de Falla</b>	Hundimiento	Fragmentación múltiple	Grieta de esquina
<b>Nivel de severidad</b>	Alto	Alto	Alto
<b>Porcentaje de daño</b>	40%	30%	35%
<b>Falla</b>	Fallas al deterioro	Fallas al deterioro	fallas por Grietas.
<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Mantenimiento tipo 4.C	Mantenimiento tipo 4.B	Mantenimiento tipo 2.A

Fuente: Elaboración propia

## **5.2) Conclusión**

En este caso el estudio realizado al tramo de carretera se pudo descubrir que a lo largo de tramo presentaba dos características en los tipos de fallas la primer es la falla más encontradas fueron (junta saltada, peladura, grieta longitudinal o transversal) que son daños superficiales debido a un mal curado de la losa la segunda característica que presenta (hundimiento, fragmentación múltiple) un daño mayor y avanzado la cual nos asegura que la resistencia de la subbase y base no presentan la indicada a la del diseño del proyectó un factor muy influyente al daño actual que presenta las losas.

# CAPÍTULO VI

## CONCLUSIÓN Y

## RECOMENDACIONES

## 6) Conclusión

Luego de recopilar, procesar y analizar la información requerida para el desarrollo de los objetivos propuestos en este trabajo se concluye que:

- 1) Con el resultado encontrado del tráfico (95% tráfico liviano, 5% tráfico pesado) se pudo concluir que el tráfico no es el agente más influyente en el daño que presenta la carretera Rótulo salinas-Pinel.

El ESAL encontrado y proyectado a 15 años nos plantea que el espesor del diseño de estudio el cual es 18 cm cumple con las exigencias del tramo de carretera.

- 2) El concreto hidráulico presentaba diversas variaciones que influyeron a que este fallara y no cumpliera con la resistencia establecida en el diseño de estudio la cual es 4000psi, entre las variaciones encontramos que el espesor de losa no era constante en el tramo, esto quedo en evidencia al extraer los núcleos de concreto hidráulico cuyo espesor variaba desde los 12cm a los 23cm siendo el espesor de diseño 18cm, otro aspecto que afecto la resistencia del concreto fue la variación en el tamaño de la grava y su abundante porosidad.

- 3) A lo largo del tramo de concreto hidráulico se observó diversos tipos de fallas las cuales se clasifican en fallas por juntas, por grietas, deterioro superficial y al deterioro.

Cada tramo presenta tres tipos fallas (juntas saltadas, peladuras y grieta longitudinal) estas son fallas de daño menor, cabe destacar que a diferencia de estas tres existentes se presentan otras de mayor rango de daño (escalonamiento, fragmentación múltiple y hundimiento).

En general concluimos que la carretera Rotulo Salinas-Pinel se encuentra en un estado de deterioro avanzado, debido al factor más influyente de daño el cual mediante los diversos estudios realizados determinamos que es la resistencia del concreto, esta no cumple con lo establecido en el diseño (4000psi) cabe destacar que no se le ha dado mantenimiento desde su construcción.

## **6.2) Recomendaciones**

Con el objetivo de aumentar la vida útil de la infraestructura vial, se recomiendan las siguientes especificaciones técnicas.

- 1) Establecer medidas de control para la circulación vehicular sobre la vía (señalización vial y crear historial crecimiento del TPDA) esto con base para futuros proyectos.
- 2) construir un buen sistema de drenaje pluvial además de realizar mantenimientos periódicos de manera preventiva.
- 3) procurar que los materiales a utilizarse sean adquiridos en fábricas certificadas, como una forma de asegurarse de que cumplan con la calidad requerida.
- 4) Dar un buen seguimiento al proceso de ejecución para asegurar que los materiales colocados y las características de los mismos sean los propuestos en el diseño.



### 6.3) Bibliografía

- Alcaldía de Nueva Guinea, (área de planificación de proyectos).
- Catálogo de fallas de concreto hidráulico, consejo de directores de carreteras iberia e Iberoamérica. (Consejo con la coordinación de la Dirección Nacional de Vialidad de la República de Chile)
- Manual AASTHO 93.
- Manual de ingeniería de tránsito, ing. Moisés Suarez.
- Manual de pavimentos rígidos, ICPA.
- Metodología de medición, posibles causas de deterioro de concreto hidráulico, Ing. Luis Altamirano kauffman.
- Norma (ASTM C 136 Y AASHTO T127)
- Norma (ASTM C 97-47)
- Norma (ASTM D-422; AASHTO T-27-88), (ASTM D4318, AASHTOT89-90 y T 90-87)
- Norma (ASTM D698-91 y ASSHTO T99-90), (AASHTO T193-63 y ASTM D1883-73)

# **CAPÍTULO VII**

## **ANEXO**

---

## ANEXO A: GLOSARIO

### A

**ABRASIÓN:** Desgaste mecánico de agregados y rocas resultante de la fricción y/o impacto.

**ABSORCIÓN:** Fluido que es retenido en cualquier material después de un cierto tiempo de exposición (suelo, rocas, maderas, etc.).

**ACARREO:** Transporte de materiales a diferentes distancias en el área de la obra.

**ACCESO:** Ingreso y/o salida a una instalación u obra de infraestructura vial.

**ACERA:** Parte de una vía urbana o de un puente destinada exclusivamente al tránsito de peatones. También se denomina vereda.

**AGLOMERANTE:** Material capaz de unir partículas de material inerte por efectos físicos o transformaciones químicas o ambas.

**AGREGADO:** Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

**AGREGADO BIEN GRADUADO:** Agregado cuya gradación va desde el tamaño máximo hasta el de un relleno mineral y que se encuentra centrado a una curva granulométrica especificada.

**AGREGADO FINO:** Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos.

---

**AGREGADO GRUESO:** Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).

**ALTITUD:** Altura o distancia vertical de un punto superficial del terreno respecto al nivel del mar. Generalmente se identifica con la sigla “msnm” (metros sobre el nivel del mar)..

**ARENA:** Partículas de roca que pasan la malla N° 4 (4,75 mm.) y son retenidas por la malla N° 200.

**ASENTAMIENTO:** Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

## **B**

**BACHE:** Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.

**BACHEO:** Actividad de mantenimiento rutinario que consiste en rellenar y compactar los baches o depresiones que pudieran presentarse en la superficie de rodadura.

**BASE:** Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

**BERMA:** Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

---

**BOMBEO:** Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.

## *c*

**CAMINO:** Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

**CARRETERA:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes e Infraestructura.

**CARRETERA PAVIMENTADA:** Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por mezcla bituminosa (flexible), de concreto Pórtland (rígida) o de adoquín (semiflexible).

**CARRIL:** Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

**CEMENTO PORTLAND:** Es un producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de yeso natural.

**CEMENTO PORTLAND TIPOS:** a) Tipo I: Para usos generales en la construcción, donde no se requiere tenga propiedades especiales; b) Tipo II: Para uso general y donde se requiere resistencia moderada a la acción de los sulfatos y un moderado calor de hidratación; c) Tipo III: Para uso en obras donde se requiera una alta resistencia inicial; d) Tipo IV: Para uso en obras donde se requiere un bajo calor de hidratación; y e) Tipo V: Para uso en obras donde se requiere una alta resistencia a los sulfatos.

---

**CÓDIGO DE RUTA:** Identificación simplificada de una vía del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

**COHESIÓN:** La resistencia al corte de un suelo, a una tensión normal.

**CONCRETO:** Mezcla de material aglomerante y agregados fino y grueso. En algunos casos se agrega aditivos para proporcionarle cualidades que no poseen y en otros para mejorar los que poseen.

**CONCRETO CICLÓPEO:** Concreto Pórtland al que se adiciona piedra grande o mediana en porcentajes según diseño. Por lo general se utiliza en estructuras de gran volumen.

**CONCRETO PORTLAND:** Mezcla de material aglomerante (cemento Pórtland y agua) y agregados fino y grueso. Pueden contener aditivos para darle cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen.

**CONSTRUCCIÓN:** Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

**COORDENADAS DE REFERENCIA:** Referencias ortogonales Norte-Sur adoptadas para elaborar los planos de topografía y de diseño del proyecto.

**CURVA HORIZONTAL:** Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal.

**CURVA HORIZONTAL DE TRANSICIÓN:** Trazo de una línea curva de radio variable en planta, que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular o entre dos curvas circulares de radio diferente.

**CURVA VERTICAL:** Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente

---

## D

**DERECHO DE VÍA:** Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

**DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO:** Proceso de medición por peso o por volumen de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto y mortero.

## E

**EJE DE LA CARRETERA:** Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

**ELEMENTOS VIALES:** Conjunto de componentes físicos de la vía, tales como superficie de rodadura, bermas, cunetas, obras de drenaje, elementos de seguridad vial.

**EMPALME:** Conexión de una carretera con otras, acondicionada para el tránsito vehicular.

**ENSAYO DE COMPRESIÓN:** Ensayo para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión.

**ESCORRENTÍA:** Agua de lluvia que discurre por la superficie del terreno.

---

**ESPECIFICACIONES ESPECIALES:** Adiciones, revisiones y complementos a las Especificaciones Generales, que se generan para una obra específica individual y son aplicables solo a ella. El Proyectista es el autor y responsable de la emisión de estas Especificaciones Especiales.

**ESPECIFICACIONES GENERALES:** Definen las diferentes partidas susceptibles a considerar en un proyecto de infraestructura vial, incluyendo aspectos tales como descripción de las actividades, procedimientos o métodos de construcción, recursos de personal, equipo y materiales a emplear, requisitos técnicos, control de calidad, métodos de medición y forma de pago.

## **f**

**FATIGA:** Reducción gradual de la resistencia de un material debido a sollicitaciones repetidas.

**FINOS:** Porción del agregado fino o suelo que pasa la malla N° 200 (0,074 mm).

**FISURA:** Fractura fina, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 3 milímetros.

**FLUJO DE TRÁNSITO:** Movimiento de vehículos que se desplazan por una sección dada de una vía, en un tiempo determinado.

**FRAGUADO:** Proceso de una mezcla de concreto o mortero para alcanzar progresivamente la resistencia de diseño.

---

## G.

**GRAVA:** Agregado grueso, obtenido mediante proceso natural o artificial de los materiales pétreos.

**GRIETA:** Fractura, de variados orígenes, con un ancho mayor a 3 milímetros, pudiendo ser en forma transversal o longitudinal al eje de la vía.

## I

**IMPERMEABILIDAD:** Capacidad de un pavimento asfáltico de resistir el paso de aire y agua dentro o a través del mismo.

**INESTABILIDAD:** Pérdida de resistencia a las fuerzas que tienden a ocasionar movimiento o distorsión de una estructura del pavimento.

**INFRAESTRUCTURA VIAL DE CARRETERAS:** Toda carretera que conforma o no el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

**INFRAESTRUCTURA VIAL PÚBLICA:** Todo camino, arteria, calle o vía férrea, incluidas sus obras complementarias, de carácter rural o urbano de dominio y uso público.

**INTEMPERISMO:** Efectos producidos por la intemperie (a cielo descubierto, sin techo).

**INTERSECCIÓN:** Caso en que dos o más vías se interceptan a nivel o desnivel.

## J

---

**JUNTA:** Separación establecida entre dos partes contiguas de una obra, para permitir su expansión o retracción por causa de las temperaturas ambientes.

## L

**LADERA:** Terreno de mediana o fuerte inclinación donde se asienta la carretera.

## M

**MALLA:** Abertura cuadrada de un tamiz.

**MANTENIMIENTO VIAL:** Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

**MATERIA ORGÁNICA:** Son compuestos carbonáceos existentes en el suelo, tales como turba, lodos orgánicos y suelos que contengan materia vegetal.

**MORTERO:** Conglomerado o masa constituida por arena, conglomerante (bituminoso o cemento Pórtland), agua y puede contener aditivos.

## N

**NIVELES DE SERVICIO:** Indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad. Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario

---

(comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles.

**O**

**OBRA:** Infraestructura vial ejecutada en un ÁREA DE TRABAJO, teniendo como base un Expediente Técnico aprobado, empleando generalmente recursos: mano de obra, materiales y equipo.

**P**

**PASO DE PEATONES:** Zona transversal al eje de una vía, destinada al cruce de peatones mediante regulación de la prioridad de paso.

**PAVIMENTO:** Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: sub.base, base y rodadura.

**PAVIMENTO RÍGIDO:** Constituido por cemento Pórtland como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos.

**PENDIENTE DE LA CARRETERA:** Inclinación del eje de la carretera, en el sentido de avance.

**PERALTE:** Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

**PERMEABILIDAD:** Capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna.

---

**POROSIDAD:** Propiedad de un cuerpo que se caracteriza por la presencia de vacíos en su estructura.

**PRESIÓN ADMISIBLE:** Máxima presión que la cimentación puede transmitir al terreno sin que ocurran asentamientos mayores a lo admisible, según lo especifique la norma del diseño respectiva.

## R

**RASANTE:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

**RED VIAL:** Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional (Nacional, Departamental o Regional y Vecinal o Rural)

**REHABILITACIÓN:** Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN:** Ensayo de resistencia a la compresión que se realiza colocando una muestra cilíndrica en una prensa al que se le aplica una fuerza hasta la rotura de la muestra o testigo.

**RUTA:** Carretera definido entre dos puntos determinados, con origen, itinerario y destino debidamente identificados.

---

## §

**SECCIÓN TRANSVERSAL:** Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas.

**SECTOR:** Parte continúa de un tramo.

**SEPARADOR:** Espacio o dispositivo estrecho y ligeramente saliente, distinto de una franja o línea pintada, situado longitudinalmente para separar el tránsito de la misma o distinta dirección y dispuesto de tal forma que intimide e impida el paso de vehículos entre calzadas o carriles.

**SOCAVAR:** Erosión de la cimentación de una estructura u otro elemento de la vía por la acción del agua.

**SUBBASE:** Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

**SUBRASANTE:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

**SUELO ARENOSO:** Conformado por arena o con predominancia de ésta. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular.

**SUELOS EXPANSIVOS:** Suelos que al ser humedecidos sufren una expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

**SUPERFICIE DE RODADURA:** Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

---

## T

**TRAMO:** Parte continúa de una carretera.

**TRÁNSITO:** Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía

## U

**USUARIO:** Persona natural o jurídica, pública o privada que utiliza la vía pública.

## V

**VEHÍCULO:** Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles.

**VEHÍCULO LIVIANO DE USO PRIVADO (Ligero):** Vehículo automotor de peso bruto hasta 1,5 t.

**VEHÍCULO LIVIANO:** Vehículo automotor de peso bruto mayor a 1,5t hasta 3,5t.

**VEHÍCULO PESADO:** Vehículo automotor de peso bruto mayor a 3,5 t

**VELOCIDAD DE DISEÑO:** Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto.

**VELOCIDAD DE OPERACIÓN:** Máxima velocidad autorizada para la circulación vehicular en un tramo o sector de la carretera.

**VÍA:** Camino, arteria o calle.

---

**VÍA URBANA:** Arterias o calles conformantes de un centro poblado.

**VIDA ÚTIL:** Lapso de tiempo previsto en la etapa de diseño de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas bajo un programa de mantenimiento establecido.

## **ANEXO 2: ABREVIATURAS**

**AASHTO:** Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportación.

**ASTM:** Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (Ing. American Society For Testing and Materials).

**CREC:** Crecimiento.

**ESAL:** Ejes de Cargas Estándar Equivalentes.

**FC=** Factor de Crecimiento

**FD=** Factor de Distribución Direccional

**fc=** Factor Carril

**MTI:** Ministerio de Transporte e Infraestructura.

**N°:** Número.

**PIB:** Producto Interno Bruto.

**PSI=** Libras por pulgada cuadrada.

**SN=** Coeficiente estructural.

---

**SIECA:** Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos)

**TAC:** Tasa Anual de Crecimiento.

**TPD:** Tránsito Promedio Diario.

**TPDA:** Tránsito Promedio Diario Anual.

**Ton=** Toneladas.

**VA=** Vehículos agrícolas.

**VPD:** Vehículos por día

---

# CAPÍTULO B

## ANEXO

---

# ANEXO: TRANSITO

## Anexo B-1

### Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Tráfico del Sistema de Administración de Pavimentos.

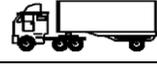
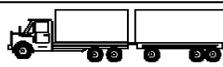
CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimoto, Cuadrados, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas,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

Fuente: Anuario de aforos de tráfico. MTI, DGP-DAV. Año 2010. Página 24

## Anexo B - 2

### Diagrama de cargas permisibles aplicados en los puntos de control.

#### PESOS MAXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHICULOS

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

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

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

Fuente: División de Administración Vial MTI.

**Anexo B – 3**  
**Pesos por eje.**

Tipo de Vehículo	Peso por eje en TON	Peso por eje en Lbs.
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: Dirección de administración Vial MTI.

**Anexo B – 4.**  
**Aforo vehicular sentido Este - Oeste.**

TIPO DE VEHICULO	FECHA							
	LUNES 15/10/2015	MARTES 16/10/2015	MIERCOLES 17/10/2015	JUEVES 18/10/2015	VIERNES 19/10/2015	SABADO 20/10/2015	DOMINGO 21/10/2015	
	IDA	IDA	IDA	IDA	IDA	IDA	IDA	
PASAJERO	MOTO	120	100	150	130	140	60	25
	CARRO	240	280	320	304	222	150	40
	JEEP	60	70	80	76	56	15	2
	MICRO BUS	2	2	4	0	1	3	1
	BUS	8	10	4	2	3	4	3
	CAMIONETA	45	40	35	50	38	30	15
	<b>TOTAL</b>	<b>475</b>	<b>502</b>	<b>593</b>	<b>562</b>	<b>460</b>	<b>262</b>	<b>86</b>
CARGA	C2	15	14	10	13	11	0	0
	C3	12	8	10	3	8	2	0
	Tx Sx	0	1	3	1	0	1	2
	Cx Rx	0	1	4	3	1	3	1
	<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>3</b>
<b>TOTAL</b>	<b>502</b>	<b>526</b>	<b>620</b>	<b>582</b>	<b>480</b>	<b>268</b>	<b>89</b>	

Fuente: Aforo realizado por los sustentantes

**Anexo B – 5**  
**Aforo vehicular sentido Oeste - Este.**

TIPO DE VEHICULO		FECHA						
		LUNES 15/10/2015	MARTES 16/10/2015	MIERCOLES 17/10/2015	JUEVES 18/10/2015	VIERNES 19/10/2015	SABADO 20/10/2015	DOMINGO 21/10/2015
		VUELTA	VUELTA	VUELTA	VUELTA	VUELTA	VUELTA	VUELTA
PASAJERO	MOTO	75	79	69	84	68	35	10
	CARRO	175	139	141	146	128	60	18
	JEEP	44	35	35	37	32	8	0
	MICRO BUS	3	2	2	7	5	1	2
	BUS	2	4	6	8	8	1	4
	CAMIONETA	12	16	18	13	11	12	20
	<b>TOTAL</b>	<b>311</b>	<b>275</b>	<b>271</b>	<b>295</b>	<b>252</b>	<b>117</b>	<b>54</b>
CARGA	C2	6	8	7	6	5	1	1
	C3	2	4	0	14	3	3	0
	Tx Sx	2	1	4	5	0	2	1
	Cx Rx	2	3	1	4	5	1	0
	<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>323</b>	<b>291</b>	<b>283</b>	<b>324</b>	<b>265</b>	<b>124</b>	<b>56</b>	

Fuente: Aforo realizado por los sustentantes.

## Anexo B – 5.

### Tabla de resultado del esal de diseño

TIPO DE VEHICULO	PESO X EJE EN LBS	TIPO DE EJE	FACTOR ESAL	TRANSITO DISEÑO	ESAL DE DISEÑO
CARRO	2200	SIMPLE	0.00038	1617844	1229.56144
	2200		0.00038	1617844	
JEEP	2200	SIMPLE	0.00038	373349	283.74524
	2200		0.00038	373349	
MICRO BUS	4400	SIMPLE	0.0038	31112	1680.048
	8800		0.0502	31112	
BUS	8800	SIMPLE	0.12	42780	105666.6
	17600		2.35	42780	
CAMIONETA	2200	SIMPLE	0.00038	252788	955.53864
	4400		0.0034	252788	
C2	11000	SIMPLE	0.48	81670	231126.1
	22000		2.35	81670	
C3	11000	SIMPLE	0.0025	50558	72474.893
	36000		1.431	50558	
Tx Sx	11000	SIMPLE	0.1265	19445	30314.755
	35200	EJE DOBLE	1.4325	19445	
Cx Rx	9040	SIMPLE	0.77	27223	62460.4512
	19840		1.5244	27223	
<b>TOTAL</b>					<b>506191.6925</b>

**Fuente: Elaboración propia**

**Interpolación para cálculo de factor Esal's para eje sencillo de 2200 lbs.**

Peso x eje lbs	Tabla 3.1 SIECA eje simple	Resultado 1	Resultado 2	Resultado final x =
2000	0.0002			
2200	x	2000	0.0018	0.00038
4000	0.002	200	x	

**Ejemplo de cálculo de Esal's de diseño para eje sencillo de 2200 lbs.**

$$\text{Esal's} = 1,617,844 \times 0.00038 = 614.78072$$

Para el diseño del tramo de vía en estudio se obtuvo un valor total ESAL de:

**ESAL o W18 = 506,691.6925 ejes equivalentes por carril de diseño.**

# CAPÍTULO C

## ANEXO

---

# **ANEXO: ESTUDIO DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO**

## **Anexo C-1**

**Partes de la maquina extracción de núcleo para el ensayo de la resistencia a la compresión.**

El Taladro de Núcleos, para obtener núcleos cilíndricos mediante una broca hueca con el borde diamantado.

Imagen



Tipo de motor para la extracción de núcleo de tres velocidades 110V,14Ay sistema de enfriador por inyección de agua.

Imagen



Sierra, para cortar especímenes en forma de vigas del tamaño adecuado para ser sometidas a ensayos de resistencia a la flexión, y para esmerilar los extremos de los núcleos. La sierra debe tener una hoja de diamante o carburo de silicio capaz de cortar las muestras de manera que se ajusten a las dimensiones necesarias, sin provocar calentamiento excesivo o impactos.

Imagen



Prensa eléctrica digital versátil con marco para flexión, alcance de medición 120,000 y 10,000 kgf, bomba con válvula regulable de aplicación de carga, placas de carga para ensaye de blocks, 4 calzas metálicas; manómetro ADR, resolución desde 1 kgf, unidades de medición lbf.

Imagen



## Anexo C-2

### Normas del Código AC del procedimiento de ensaye resistencia a la compresión:

ACI 318

Documento solicitado:

Normas ASTM

- ❖ Método de ensayo. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto C 39/C 39M.
  
- ❖ Método de ensayo. Determinación del espesor de elementos de concreto, utilizando núcleos perforados de concreto C 174/C 174M

Práctica para el encabezado de especímenes cilíndricos de concreto C 617.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural.

1 Para averiguar sobre las Normas ASTM referidas, visite la página Web de ASTM, [www.astm.org](http://www.astm.org), o contacte el Departamento de Clientes de [service@astm.org](mailto:service@astm.org). Para información sobre el volumen del anuario de Normas a ASTM, (Annual Book of ASTM Standards) refiérase a la sección normas (Standards) en la página Web de ASTM

---

## Anexo C-3

### Tabla de cálculo de espesores para pavimento rígido y flexible por el método AASTHO Y PCA.



INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

#### Diseño de las Estructuras de los pavimentos

Los métodos empleados, AASTHO, Instituto de Ingeniería UNAM e Instituto del Asfalto para el caso de pavimentos flexibles y para Pavimentos rígidos, AASTHO y PCA.

Se tienen las estructuras siguientes:

#### Pavimento Flexible

ESAL	Espesor de capa, cm		
	Sub rasante	Base	Carpeta
1x 10 <sup>6</sup>	30	20	11
10x10 <sup>6</sup>	30	22	18
50x10 <sup>6</sup>	50	25	25

#### Pavimento Rígido

ESAL	Espesor de capa, cm		
	Sub rasante	base	Carpeta
1x 10 <sup>6</sup>	30	12	16
10x10 <sup>6</sup>	30	12	25
50x10 <sup>6</sup>	50	12	30



# CAPÍTULO D

DATOS DEL

PROYECTO

ESTUDIADO

---

# **ANEXO: DETALLES DEL PROYECTO**

## **Anexo D-1**

### **Notas generales del diseño de carretera Rotulo-Salinas Pinel.**

#### **Alcance trabajo**

En términos generales comprende en movimiento de tierra que abarcar el corte y relleno en la forma especificada, la colocación de sub-base de suelo cemento es 15 cm de espesor, la construcción de la losa del pavimento.

#### **Movimiento de Tierra**

El trabajo de movimiento de tierra sobre el trazado de diseño de la carretera si es necesario hacer excavación es adicionales por materiales indeseable, la supervisión podrá autorizar las sub-excavaciones que se requieran.

En la sección de la rasante proyectada con el terreno natural coincide las sub excavaciones deberá ser de 33cm.

Por otra parte, en la sección donde hay rellenos debe escarificar 15 cm de la materia existente y compactarlo nuevamente al 95% de proctor standard y sobre este material colocar el relleno requerido. Tomando en cuenta que los ultimo 33 cm estarán conformando por el pavimento.

El banco de material usado será la finca de los Hidalgo la pedrera.

Como material de sub-base se utilizará el banco de material la pedrera y cemento con una proporción de 2.5 bolsas de cemento por metro cubico de material compactado la resistencia a la compresión deberá ser 17 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo a lo siete días.

### **Procedimiento constructivo en general.**

- Colocar el material del banco La pedrera con cultivadora y moto-conformadora.
- Eliminar las partículas mayores a 2 plg.
- Pre-humedecer el material y mezclarlo para uniformar la humedad.
- Distribuir el cemento y mezclarlo con cultivadoras o moto-conformadoras.
- Compactar al 98% como mínimo el pavimento.

### **Espesores del pavimento**

- Losa de concreto de 4000 psi de 18 cm.
- Sub base del suelo o suelo cemento de 15cm.
- Longitud de la losa de 4 mts.
- Ancho de la losa de 2.7 a 3.6 mts.

### **Diseño geométrico**

El proyecto de pavimento rígido mostrado en estos planos básicamente se adoptó las condiciones actuales y las obras como en casa como en cunetas, aceras y casas el ancho de rodamiento es de 4 mts en cada carril con un bombeo de 3% en cada carril.

# PLANOS DE PROYECTO

---