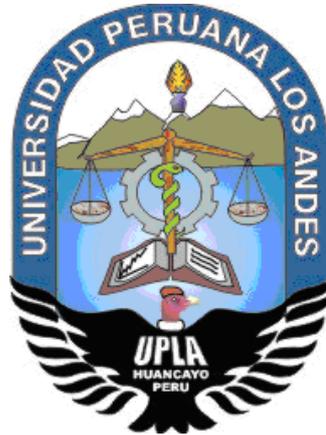


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE  
CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV.  
LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345  
KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ERVIN PEDRO LAUREANO ALMONACID**

**Bach. KELY TACORA DURAN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**TRANSPORTE Y URBANISMO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERU**

**2019**

**FALSA PORTADA**

**ASESOR:**

---

Ing. JEANNELLE SOFIA HERRERA MONTES

## **DEDICATORIA**

Esto va dedicado a Dios por la vida y fuerzas, voluntad para lograr esta meta, también a mis padres por darme el aliento de que es posible todo en la vida si te lo propones y por su apoyo incondicional que me otorgan. Gracias Señor por todo.

**Kely Tacora Duran**

Es el fruto, de vivir la vida con pasión y hacer las cosas que nos apasiona, dedico para toda mi familia, lo más sagrado que tengo y a mis colegas en bienestar de la educación, hoy es el mejor día para para triunfar.

**Ervin Pedro Laureano Almonacid**

## **AGRADECIMIENTO:**

A DIOS por darnos la vida y guardarnos en todo momento, por brindarnos la sabiduría y perseverancia para mantenernos firmes a lo largo del trayecto y permitirnos alcanzar esta meta.

A la Universidad por permitir crecer intelectualmente y moldearnos como profesionales con una verdadera visión social y de bien. "Hacia la libertad por la cultura".

A nuestros docentes directores.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ  
Presidente

---

ING. JULIO BUYU NAKANDAKARE SANTANA  
Jurado

---

ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS  
Jurado

---

ING. DIONISIO MILLA SIMON  
Jurado

---

Mg. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES  
Secretario Docente

# ÍNDICE

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| TESIS .....   | I                                    |
| FALSA PORTADA .....                                 | II                                   |
| ASESOR.....   | III                                  |
| DEDICATORIA .....                                   | IV                                   |
| AGRADECIMIENTO .....                                | V                                    |
| HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS.....             | VI                                   |
| RESUMEN.....  | XI                                   |
| ABSTRACT.....                                       | XII                                  |
| INTRODUCCIÓN.....                                   | XIII                                 |
| CAPÍTULO I.....                                     | 15                                   |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....                   | 15                                   |
| 1.1.Planteamiento del problema .....                | 15                                   |
| 1.2.Formulación y sistematización del problema..... | 16                                   |
| 1.2.1.Problema general .....                        | 16                                   |
| 1.2.2.Problemas específicos.....                    | 16                                   |
| 1.3.Justificación .....                             | 17                                   |
| 1.3.1.Practica o social .....                       | 17                                   |
| 1.3.2.Metodológica .....                            | 17                                   |
| 1.4.Delimitación .....                              | 18                                   |
| 1.4.1.Espacial.....                                 | 18                                   |
| 1.4.2.Temporal .....                                | 20                                   |
| 1.4.3.Económica.....                                | 20                                   |
| 1.5.Limitaciones.....                               | 20                                   |
| 1.5.1.Tecnológica .....                             | 20                                   |
| 1.5.2.Económica.....                                | 20                                   |
| 1.6.Objetivos.....                                  | 20                                   |
| 1.6.1.Objetivo general .....                        | 20                                   |
| 1.6.2.Objetivos específicos .....                   | 21                                   |
| CAPÍTULO II.....                                    | 22                                   |
| MARCO TEÓRICO .....                                 | 22                                   |
| 2.1.Antecedentes.....                               | 22                                   |
| 2.1.1.Internacionales .....                         | 22                                   |
| 2.1.2.Nacionales.....                               | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 2.1.3.Locales .....  | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.2.Marco Conceptual.....                                      | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.2.1.Teoría estructural .....                                 | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.2.2.Pavimentos.....  | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.2.3.Pavimento flexible .....                                 | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.2.4.Geosintéticos.....                                       | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.2.5.Geotextil .....  | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.2.6.Tipos de fallas y niveles de gravedad ..                 | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.2.7.Diseños de pavimentos .....                              | 62                            |
| 2.3.Definición de términos .....                               | 78                            |
| 2.3.1.Pavimentos.....  | 78                            |
| 2.3.2.Pavimentos flexibles.....                                | 79                            |
| 2.3.3.Cbr. ....  | 79                            |
| 2.3.4.Módulo resiliente. ....                                  | 79                            |
| 2.3.5.Serviciabilidad. ....                                    | 79                            |
| 2.3.6.Confiabilidad.....                                       | 79                            |
| 2.3.7.Drenaje.....   | 80                            |
| 2.3.8.Coefficientes estructurales. ....                        | 80                            |
| 2.3.9.El período de diseño.....                                | 80                            |
| 2.3.10.Subrasante. ....  | 80                            |
| 2.3.11.Subbase. ....   | 81                            |
| 2.3.12.Base. ....  | 81                            |
| 2.3.13.Superficie de rodadura. ....                            | 81                            |
| 2.3.14.Costuras en campo.....                                  | 82                            |
| 2.3.15.Condiciones ambientales para ensayo de geotextiles..... | 82                            |
| 2.3.16.Tamaño de abertura aparente (TAA). ....                 | 82                            |
| 2.3.17.Rehabilitación superficial. ....                        | 82                            |
| 2.3.18.Sistema de Membranas Antifisura S.A.M.I.....            | 83                            |
| 2.3.19.Geotextiles. ....                                       | 83                            |
| 2.3.20.Repav.....  | 83                            |
| 2.4.Hipótesis.....   | 84                            |
| 2.4.1.Hipótesis general.....                                   | 84                            |
| 2.4.2.Hipótesis específico. ....                               | 84                            |
| 2.5.Variables.....   | 85                            |

|   |     |
|---|-----|
| 2.5.1. Definición operacional de la variable .....                        | 85  |
| 2.5.2. Operacionalización de la variable .....                            | 90  |
| CAPÍTULO III .....  | 91  |
| METODOLOGÍA .....   | 91  |
| 3.1. Método de investigación .....  | 91  |
| 3.2. Tipo de investigación .....  | 91  |
| 3.3. Nivel de investigación .....   | 91  |
| 3.4. Diseño de investigación .....  | 92  |
| 3.5. Población y muestra .....  | 92  |
| 3.5.1. Población.....   | 92  |
| 3.5.2. Muestra .....  | 92  |
| 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....                 | 93  |
| 3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....                              | 93  |
| 3.6.2. Instrumentos de recolección de datos .....                         | 93  |
| 3.7. Procesamiento de la información .....                                | 94  |
| 3.8. Técnicas y análisis de datos .....                                   | 94  |
| CAPÍTULO IV .....   | 96  |
| RESULTADOS .....  | 96  |
| 4.1. Estudios específicos .....   | 97  |
| 4.1.1. Estudios topográficos .....  | 97  |
| 4.1.2. Ensayos de California Bearing Ratio (CBR).....                     | 101 |
| 4.1.3. Análisis del pavimento flexible .....                              | 102 |
| 4.1.4. Estudios de tráfico vehicular .....                                | 125 |
| 4.1.5. Diseño de pavimento flexible .....                                 | 146 |
| 4.1.6. Carpeta asfáltica del pavimento flexible con geotextil.....        | 150 |
| 4.1.7. Propiedades y funciones geotextil no tejido Pavco Repav 400 .....  | 157 |
| 4.1.8. Mantenimiento del pavimento flexible con geotextil no tejido ..... | 166 |
| CAPITULO V .....  | 177 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....   | 177 |
| CONCLUSIONES .....  | 181 |
| RECOMENDACIONES .....   | 182 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS .....   | 183 |
| PAGINAS WEB.....  | 186 |
| TESIS DE INVESTIGACIÓN:.....  | 187 |

|  |     |
|--|-----|
| ANEXO N° 01 Matriz de consistencia .....                         | 189 |
| ANEXO N° 02 Verificación del estado del pavimento flexible ..... | 201 |
| ANEXO N° 03 Estudio de tráfico .....                             | 200 |
| ANEXO N° 04 Estudios de suelo .....                              | 214 |
| ANEXO N° 05 Validación de instrumentos y fichas .....            | 226 |
| ANEXO N° 06 Presupuesto .....                                    | 235 |
| ANEXO N° 07 Datos generales .....                                | 246 |
| ANEXO N° 08 Planos .....   | 252 |

### **INDICE DE TABLAS**

|   |
|---|
| Tabla N° 1: Propiedades de geotextiles no tejidos           |
| Tabla N° 2: Propiedades de geotextiles tejidos              |
| Tabla N° 3: Deterioro o fallas de los pavimentos asfálticos |
| Tabla N° 4: Relación de cargas por eje                      |
| Tabla N° 5: Clasificación de suelos                         |
| Tabla N° 6: Categorías de sub rasante                       |

### **INDICE DE FIGURAS**

|  |
|--|
| Figura 1: Ubicación a nivel macro y micro localización |
| Figura 2: Pavimento flexible                           |
| Figura 3: Función de Separación                        |
| Figura 4: Función de Refuerzo                          |
| Figura 5: Función de Drenaje planar                    |
| Figura 6: Geotextiles                                  |
| Figura 7: Diferencia de pavimento flexibles            |

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cómo contribuye la utilización del geotextil en el mantenimiento de un pavimento flexible en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km en la Provincia de Huancayo?, el objetivo general fue : Establecer como contribuye la utilización del geotextil en el mantenimiento de un pavimento flexible en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km en la Provincia de Huancayo y la hipótesis general que se verificó fue: La utilización del geotextil contribuye técnica y económicamente en el mantenimiento del pavimento flexible en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km.

El método general de investigación fue método científico, el tipo de investigación fue aplicada de nivel descriptivo-explicativo y de diseño pre – experimental, La población estuvo conformada por el pavimento flexible de la Av. Calmell del Solar (10km), el tipo de muestreo fue el no aleatorio o dirigido, la muestra seleccionada fue el tramo entre la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km.

La principal conclusión de este estudio fue, que con la utilización del geotextil Repav 400, se contribuye tanto técnica como económicamente en el mantenimiento del pavimento flexible en la Av. Calmell del Solar.

**Palabras claves:** Geotextiles, Repav 400, Pavimento Flexible

## **ABSTRACT**

The present investigation had as a general problem: How does the use of geotextile contribute to the maintenance of a flexible pavement in Av. Leandra Torres - Jr. San Roque log. 1 + 345 Km in the Province of Huancayo?, the general objective was : Establish how the use of geotextile contributes to the maintenance of a flexible pavement on Av. Leandra Torres - Jr. San Roque log. 1 + 345 Km in the Province of Huancayo and the general hypothesis that was verified was: The use of geotextile Contributes technically and economically in the maintenance of flexible pavement in Av. Leandra Torres - Jr. San Roque log. 1 + 345 Km.

The general research method was scientific method, the type of research was applied descriptive-explanatory level and pre-experimental design, The population was made up of the flexible pavement of Calmell del Solar Av (10km), the type of sampling It was non-random or directed, the selected sample was the section between Av. Leandra Torres - Jr. San Roque log. 1 + 345 Km.

The main conclusion of this study was that, with the use of the geotextile repav 400, both technically and economically contribute to the maintenance of the flexible pavement on Av. Calmell del Solar.

**Keywords:** Geotextiles, Repav 400, Flexible Pavement

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la construcción de carreteras ha demandado la utilización de nuevas tecnologías, que proporcionen mejoras en el desempeño estructural del pavimento flexible, que permitan prolongar la vida útil de los mismos a nivel de funcionalidad, que sean amigables con el ambiente y además resulten rentables económicamente.

Comparar el porcentaje de proyectos de pavimentación en el mundo en los cuales se encuentra el uso de geotextil es una labor verdaderamente compleja. En todos los países en donde se encuentra difundido su uso, una cantidad cercana al 90% de las obras viales emplea algún tipo de geotextil para mejorar las condiciones de obra; ya sea reduciendo costos, mejorando especificaciones técnicas o solucionando inconvenientes presentados por los materiales naturales

La aplicación de los geotextil en la ingeniería vial, surge como una alternativa viable ya que cumple con todas las características, adicionalmente se obtiene con estos otras ventajas entre las que se pueden mencionar: facilidad de colocación, ahorro en los tiempos de ejecución, impermeabilización, utilización de mano de obra no calificada para su instalación, etc.

Los geotextil son elaborados a partir de materiales poliméricos termoplásticos tales como el polietileno, polipropileno, poliéster y PVC (policloruro de vinilo), también pueden ser utilizadas otros tipos de fibras como la fibra de vidrio y algunas fibras naturales. Los geotextil han sido utilizados desde hace varios años en diferentes de obras de ingeniería civil cumpliendo las funciones de refuerzo, filtración, drenaje, separación y barrera de fluidos.

En esta investigación se plantea una serie de alternativas de solución y colocación del mismo como la alternativa principal, al nivel de operabilidad se funcional optimizando en su totalidad la vida útil de los proyectos viales en la ciudad de Huancayo y establecer las bases para futuras investigaciones del uso de los geotextil en otras áreas de construcción en el país.

Esta investigación está estructurado en 5 capítulos que a continuación se detalla:

**CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:** En este capítulo se desarrolla el planteamiento del problema, formulación, sistematización del problema, Justificación, delimitación, limitación y objetivos

**CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO:** se desarrolló los antecedentes (internacionales, nacionales y locales), el Marco conceptual, definición de términos, hipótesis, variables, definición conceptual y operacionalización de variables.

**CAPÍTULO III METODOLOGÍA:** Se desarrolló el método de investigación, tipo de investigación, nivel, diseño, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

**CAPÍTULO IV RESULTADOS:** Se desarrolló los estudios específicos, estudios topográficos, ensayos de California Bearing Ratio, análisis del pavimento flexible, estudio de tráfico vehicular, diseño de pavimento flexible, determinación del espesor de la carpeta asfáltica, propiedades y función del geotextil repav 400 y el mantenimiento del pavimento flexible con geotextil no tejido.

**CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS:** Aquí se contrasto las hipótesis de la investigación.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la presente investigación

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

La situación o estado actual de los pavimentos flexibles en la Región de Junín, cuenta con uno de los principales problemas de todas las obras de infraestructura vial, que son las diferentes fallas o deterioros que se presentan después de su construcción es decir; a lo largo de la vida útil del proyecto. La prolongación de la vida útil de las vías ha sido una permanente preocupación por parte de las entidades públicas a nivel nacional, las cuales se encargan de la construcción y del posterior mantenimiento de las mismas. Por esta razón, es de gran importancia la utilización de materiales que refuercen y mejoren las características de los pavimentos.

No obstante, con la mala rehabilitación y el inadecuado uso de materiales, las vías de los distritos de Huancayo solo llegan a durar en buen estado hasta tres años. Asimismo, dijo que por la falta de un sistema de drenaje en la ciudad, y en época de lluvias, el agua acumulada termina socavando el pavimento.

Actualmente el ingeniero se ve obligado a tratar, la alternativa de identificación y solución que debe ir acompañado de la necesidad de establecer metodologías, sistemas y diseños apropiados de mantenimiento, esta variedad de fallas superficiales, permite un estudio

apropiado del proyecto, motivo por cual se vuelve indispensable el evaluación, diseño y la aplicación del Geotextil de nuevas formas de mantenimiento, para su aplicación a los problemas de deterioro. El mantenimiento de vías busca la conservación efectiva de los pavimentos considerando que con un adecuado mantenimiento vial, el pavimento debe ser capaz de soportar el alto índice de tráfico en un periodo de diseño apropiado de su vida útil y otros factores sin que se ve afectado el pavimento.

El Geotextil no tejido se ha utilizado desde hace varios años en obras de ingeniería civil como protección de taludes, obras de drenaje, rellenos sanitarios, etc. Sin embargo, en el país, su uso en carreteras ha sido escaso, debido a la falta de información de las aplicaciones de los Geotextiles no tejido en esta área.

El trabajo consistirá en realizar una evaluación superficial, un diseño y una investigación de la aplicación del Geotextil no tejido para así mejorar la vida útil del pavimento flexible. Así como identificar las propiedades adecuadas a las funciones requeridas, intentando de esta forma buscar una alternativa de solución.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo contribuye la utilización del geotextil en el mantenimiento de un pavimento flexible en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km en la Provincia de Huancayo?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Qué tipos de fallas existen en el pavimento flexible en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km?
- b) ¿Cuáles son los parámetros para diseñar el pavimento flexible?

- c) ¿Qué propiedades y funciones tiene el geotextil no tejido que es utilizado en el mantenimiento de un pavimento flexible?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Practica o social**

La razón fundamental de plantear un mantenimiento de un pavimento flexible con la utilización de Geotextil y del análisis superficial es de disminuir el número de fallas que se presentan en las vías, algunas se pueden visualizar y otras se ponen en manifiesto al momento de transitar en un vehículo a una velocidad media. La necesidad de una infraestructura vial es indispensable por ello debemos tomar la previsiones y correcciones necesarias en el mantenimiento de los pavimentos flexibles. El presente proyecto está dirigido a plantear, diseñar e incentivar el mantenimiento de los pavimentos flexibles. A su vez ha sido preparado con la finalidad de ofrecer a los ingenieros viales, en especial a los que se dedican al mantenimiento, un apoyo para la planificación, diseño, ejecución, seguimiento y control de sus labores.

Socialmente esta investigación formula una alternativa óptima y económica referente al mantenimiento de un pavimento flexible con la utilización de Geotextil, contribuyendo de esta forma a una solución viable para problemas similares en materia de transporte.

#### **1.3.2. Metodológica**

La investigación realizada servirá como referente para otras investigaciones similares. Los resultados de la comparativa de un mantenimiento de pavimento flexible con la utilización del geotextil y el mantenimiento de un pavimento flexible convencionalmente, donde se analizará el refuerzo ya que provee soporte estructural a las cargas de tráfico durante la vida útil del pavimento y actúa

como barrera Impermeabilizadora que impide el paso de agua que se infiltra por la carpeta hacia las capas inferiores evitando que estas se saturen y se ablanden afectando su resistencia y aumentando su deformabilidad.

## **1.4. Delimitación**

### **1.4.1. Espacial**

Esta referido a la Área geográfica en donde se va a desarrollar la investigación: Av. Calmell del Solar en una extensión de aproximadamente 10 km.

#### **Ubicación**

El terreno para el proyecto del estudio se encuentra Ubicado en:

|           |            |
|-----------|------------|
| Distrito  | : Huancayo |
| Provincia | : Huancayo |
| Región    | : Junín    |

#### **Límites del Distrito:**

|              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| Por el Norte | : Con la Provincia de Satipo.     |
| Por el Sur   | : Con la Provincia de Chupaca.    |
| Por el Este  | : Con la Región de Huancavelica.  |
| Por el Oeste | : Con la Provincia de concepción. |

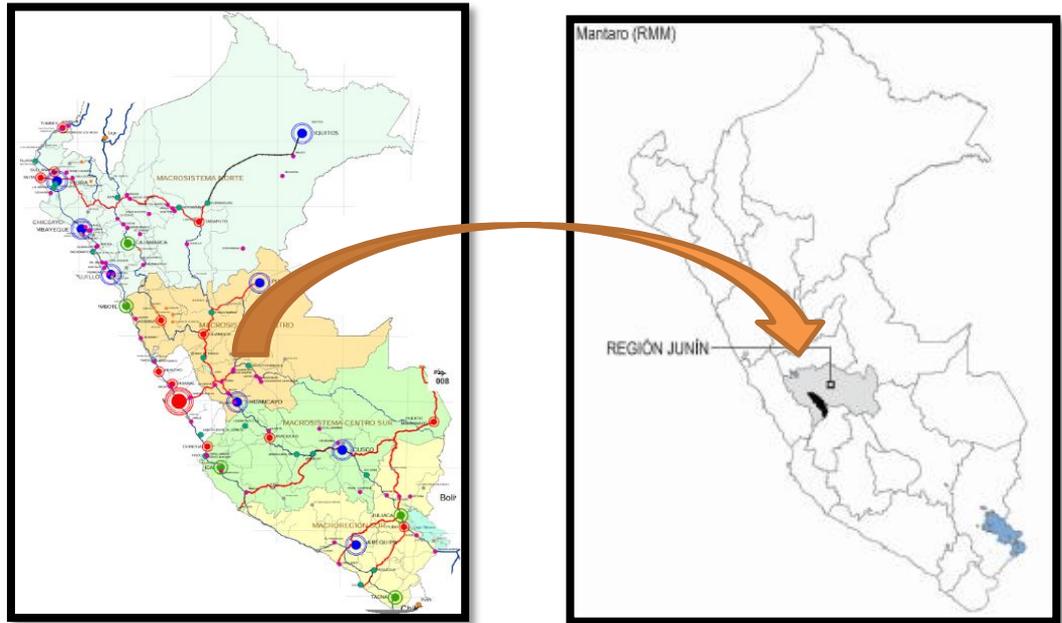
#### **Clima**

Debido a su latitud (12° LS), Huancayo debería tener un clima cálido. Sin embargo, la presencia de la Cordillera de los Andes y la altitud de la ciudad (3250 msnm) causan grandes variaciones en el clima. Huancayo tiene un clima templado pero inestable durante todo el año, variando entre

29° en los días más cálidos y -5° grados centígrados en las noches más frías.

Altitud : 3,283 m.s.n.m.  
Latitud Sur : 12° 3'17.93"S  
Longitud Oeste : 75°12'6.09"O

Figura 1: Ubicación a nivel macro y micro localización



Fuente: Plan de desarrollo urbano de Huancayo 2016

#### **1.4.2. Temporal**

El estudio se desarrolló entre los meses de enero hasta octubre del año 2017. Luego los datos y algunos estudios se complementaron en el 2018.

#### **1.4.3. Económica**

Esta investigación se desarrolló con recursos propios, no se tuvo financiamiento externo.

### **1.5. Limitaciones**

#### **1.5.1. Tecnológica**

- Básicamente las limitaciones de la investigación se centran que existe estudios de evaluación superficial y estructural muy costosos, además no hay laboratorios certificados en la ciudad de Huancayo para dichos estudios.

#### **1.5.2. Económica**

- La utilización del geotextil para su aplicación en un pavimento flexible se tendría que contar con un presupuesto financiado ya que los costos en la ejecución son muy elevados y no se podría llevar a cabo por parte nuestra. Por ello se evalúa, diseña y plantea un mantenimiento a nivel de propuesta.

### **1.6. Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo general**

Establecer como contribuye la utilización del geotextil en el mantenimiento de un pavimento flexible en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km en la Provincia de Huancayo.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Analizar las fallas que existen en el pavimento flexible.
- b) Determinar los parámetros para diseñar el pavimento flexible.
- c) Identificar las propiedades y funciones del geotextil no tejido que es utilizado en el mantenimiento de un pavimento flexible.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Internacionales**

Forero (2012) realizo la tesis: **“REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FISURADOS POR FLEXIÓN IMPLEMENTADO SISTEMAS DE MEMBRANA ANTIFISURA S.A.M.I”** en la facultad de ingeniería de la Pontifica Universidad Javeriana.

El pavimento se degrada por efecto del tránsito y de aspectos ambientales, por lo que deben recibir una atención adecuada. Esto se logra a través de una evaluación eficiente del pavimento, lo que permite detectar las condiciones adversas a las que estará sometido y, de esta manera, modificar el diseño, procesos constructivos, seleccionar los materiales, que nos permitan tener mayor posibilidad de durabilidad Según el Instituto de Desarrollo Urbano IDU (2008), el procedimiento más utilizado en la rehabilitación de pavimentos flexibles y rígidos ha sido la colocación de sobre-carpetas de concreto asfáltico; sin embargo,

no ha sido una alternativa totalmente eficiente puesto que en muchas ocasiones no se ha considerado adecuadamente el estado y la capacidad estructural del pavimento fisurado y la calidad de la mezcla asfáltica a utilizarse como sobre-carpeta de rehabilitación, lo que conlleva a la aparición de fallas prematuras, afectando el desempeño y vida útil del pavimento restaurado.

Debido a los daños de fatiga por reflexión que puede sufrir la estructura de un pavimento, en esta investigación se analizó el comportamiento en laboratorio de diferentes membranas antifisura S.A.M.I. combinadas con dos tipos de mezcla asfáltica como sobre-carpeta. La resistencia a la fatiga se evaluó utilizando el equipo Overlay Tester que permite simular los daños por oclusión y apertura de las losas de concreto debido a los movimientos de las losas. En este trabajo se comprobó la eficiencia que tiene el uso de los sistemas antifisura S.A.M.I. en la rehabilitación de pavimentos fisurados por reflexión.

Zuluaga (2014) realizó la tesis: **“DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DE LOS MÉTODOS INVIAS, AASHTO 93 E INSTITUTO DEL ASFALTO PARA LA VÍA LA YE- SANTA LUCIA BARRANCA LEBRIJA ENTRE LOS ABSCISAS K19+250 A K25+750 UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR”** en la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Colombia.

Hoy en día el país se encuentra en una etapa de desarrollo muy importante teniendo en cuenta los tratados de libre comercio TLC firmados con varios países y el proceso de paz que se adelanta en la Habana, Cuba. Por lo tanto, Colombia debe invertir en la infraestructura vial de cada uno de los departamentos que la conforman, como estrategia de movilidad, comunicación, competitividad y desarrollo, con el fin de cumplir con los

Compromisos adquiridos ante estos países y ser reconocido como un país en vía de desarrollo.

Esta inversión en infraestructura vial permitirá la reactivación económica de los departamentos, permitiendo un óptimo flujo de la producción agropecuaria reduciendo los costos de transporte, tiempos de desplazamiento y facilidad de acceso para la obtención de alimentos. De los 7.152 kilómetros de vías que tiene el Departamento del Cesar, más del 88% está sin pavimentar y en mal estado. La cifra se desprende de un diagnóstico que sirvió como punto de partida para estructurar un plan de recuperación presentado por la administración seccional, el cual permitirá un mayor dinamismo de la economía campesina, teniendo en cuenta que las carreteras y caminos a intervenir pertenecen a la red terciaria del país.

Por lo anterior, se plantea la elaboración del diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS para medios y altos volúmenes de tránsito, AASHTO 93 EL INSTITUTO DEL ASFALTO para la vía la YE - SANTA LUCIA BARRANCA LEBRIJA entre los abscisas K19+250 A K25+750 ubicadas en el Departamento del Cesar.

### **2.1.2. Nacionales**

Humpiri (2015) realizó la tesis: **"ANÁLISIS SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN DE PUNO"** en la escuela post grado de la Universidad Andina de Juliaca, Puno. Tuvo como objetivo Analizar las fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles, en las vías principales de la región de Puno, presentes en el momento de la evaluación y monitoreo in situ. Conclusiones: Las fallas superficiales encontradas en la zona de estudio de mayor incidencia son las fisuras longitudinales y transversales,

Seguidas de ahuellamientos, desgaste superficial y otras; estas se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto. Por ello realizar una adecuada evaluación de la vía es indispensable para determinar el tipo de mantenimiento a emplear, factor que nos ayuda a la conservación vial de manera adecuada. De las fallas superficiales de la zona de estudio se puede concluir que generalmente presentan un nivel de severidad bajo, la primordial causa de deterioro es el insuficiente mantenimiento de las vías. Con los tratamientos de conservación vial sugeridos en el presente estudio se logra reparar el daño de forma puntual y precisa mejorando el nivel de serviciabilidad. Si en un determinado tipo de falla no se realiza la actividad de conservación adecuada no se logrará disminuir de manera óptima el daño.

Sicha (2018) realizó la tesis: **“DISEÑO CON GEOSINTÉTICOS PARA LA FUNCIÓN DE SEPARACIÓN, FILTRACIÓN Y REFUERZO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES”** en la facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Tuvo como objetivo brindar una idea global acerca del diseño con geotextil como separación y filtración y geomalla como refuerzo. Para esto, se aplicaron distintos métodos de diseño y se evaluó el impacto técnico y económico de estos materiales. Se desarrolló una aplicación en Visual Studio tanto el diseño, como el análisis técnico y económico y se aplicó para un caso de estudio en particular. De esta forma, el usuario podrá entender de forma interactiva los conceptos presentados en esta tesis. Así mismo, podrá aplicarla para diversos casos de estudio brindando una idea más sólida de los puntos tratados. Conclusiones que el uso del geotextil separador es fundamental para un correcto desempeño

Del pavimento. Sin embargo, no basta con una correcta elección del material. Para obtener buenos resultados en campo, la instalación del geotextil deberá ser realizada siguiendo ciertos lineamientos ya que influye directamente durabilidad del geotextil. Se ha demostrado que una de las principales fallas del material se debe a un inadecuado proceso de colocación (Koerner, 1997). En cuanto al análisis económico, se concluyó, que habría mayor rentabilidad al emplear un geotextil separador en lugar de espesores de sacrificio mayores a 1 pulgada. Este análisis se realizó para un precio referencial del geotextil de 1 \$/m<sup>2</sup>. El costo empleado podría incluso ser menor, para el cual, se observaría aún mayor rentabilidad al emplear un geotextil separador respecto a espesores de sacrificio. Del punto de vista técnico, se asumió que el uso de geotextil de filtración ayudaría a drenar toda el agua filtrada manteniendo el coeficiente de filtración de diseño del pavimento. A partir de esto, se determinó que al reducir sólo 0.1 de este coeficiente, el pavimento sin subdrenaje perdería más del 30% de su serviciabilidad. De esta forma, se justificaría el uso del subdrén envuelto en un geotextil. Para esta aplicación, también es de suma importancia la correcta colocación del material para la obtener resultados satisfactorios. Por su parte, el análisis económico consistió en comparar el costo anual neto del pavimento sin subdrenaje para un tiempo de vida real respecto al pavimento con subdrenes. Se asumió que el pavimento con subdrenaje aseguraba la totalidad del tiempo de vida de este (10 años). Del análisis, se determinó que si el diseño sin subdrenaje aseguraba un tiempo de vida mayor a 6 años entonces el costo neto sería menor a otro pavimento. De lo contrario, el uso del sistema de drenaje sería más económico a largo plazo.

### 2.1.3. Locales

Carhuamaca (2012) realizó la tesis: **“EL ASFALTO, EN LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTO FLEXIBLES”** en la facultad de ingeniería de la Universidad peruana los andes. Es dar a conocer la gran importancia y variedad de usos que tiene el asfalto en conservación y mantenimiento de los pavimentos flexibles.

Que una vez la infraestructura vial es abierto al tránsito, empieza a deteriorarse gradualmente, debido a cargas vehiculares y a defectos del clima, por esta razón es muy importante los trabajos de conservación y mantenimiento de los pavimentos flexibles para así preservar su inversión y prolongar la vida útil de su infraestructura.

Implementar un programa de control y monitoreo personalizado por medio de padrones base de datos para identificar controlar la vida útil de la infraestructura.

El asfalto tiene gran variedad de usos en la conservación y mantenimiento de pavimentos flexibles, desde el día en que un pavimento flexible nuevo es abierto al tránsito, comienza a deteriorarse gradualmente debido a las cargas vehiculares y defectos del clima; por este razón es importante un correcto trabajo de conservación y manteniendo para así prolongar la vida útil del pavimento flexible. Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, estos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos flexibles continúan deteriorándose día a día produciéndose una conducción peligrosa.

De la Cruz (2013) realizó la tesis: **“EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CARRETERA 3 DE DICIEMBRE - LOG1+433.40 KM PROVINCIA DE CHUPACA-2013”** en la facultad de ingeniería de la Universidad peruana los andes. La evolución de la condición física de la estructura de pavimento tanto superficial y estructural permite evaluar el comportamiento del servicio de pavimento en su conjunto de capas de la estructura, reflejando las propiedades de cada una de ellas y la interacción entre las mismas, además de evaluarlas con sus propiedades en terreno. Este trabajo de investigación se buscó una metodología de nivel aplicativo observacional comparativo y un diseño experimental demostrativa, teniendo como problema general ¿Cuáles son las causas que ocasionaron el deterioro prematuro de la estructura del pavimento flexible carretera tres de diciembre? Con la hipótesis general que: la falla en el terreno ocasiono el deterioro prematuro en la estructura de pavimento flexible; el propósito de la investigación es que en base a los resultados obtenidos se propondrá medidas correctivas para mejorar la problemática encontrada en la unidad del análisis.

La valuación de la estructura de la vía nos permitió establecer los deterioros de fallas observables del pavimento tomando en consideraciones el catálogo de degradaciones estudiando en el capítulo correspondiente. La evaluación superficial gravitan en la calidad y performance del pavimento en referente a su medición de su magnitud sea explicado el procedimiento del trabajo y el procesamiento de la información de gabinete la importancia radica en hecho de saber realmente el porcentaje de la misma se encuentra en estado de falla fuerte por lo que podemos concluir que se encuentra en pésimo estado presentando con frecuencia agrietamientos y deformaciones la misma que denota su bajo aporte estructural.

## **2.1. Marco Conceptual**

### **2.1.3. Teoría estructural**

Requiere conocimientos científicos, además de la organización, planificación y diseño en el modelado para ello la aplicación de la física, la ciencia de los materiales y de la carga para predecir cómo soportan y resisten las estructuras. El conocimiento teórico práctico y funcional de las matemáticas es esencial en la aplicación de los códigos de diseño para diversas estructuras compuestas de materiales, tales como el diseño estructural.

Según Chiavenato (2004, p. 249) "El estructuralismo está enfocado hacia el todo y para la relación de las partes en la constitución del todo. La totalidad, la interdependencia de las partes y el hecho de que el todo es más grande que la sencilla suma de las partes son las características básicas del estructuralismo". De modo que... "la sociedad moderna e industrializada es una sociedad de organizaciones de las cuales el hombre depende para nacer, vivir y morir".

El planteamiento central de la teoría Estructuralista es similar a la teoría de Sistemas. Pues se entiende la organización como un sistema abierto. Razón por la que a partir del estructuralismo muchos conceptos de las teorías organizacionales desarrolladas fueron replanteados y contextualizados en un ambiente que influye en las organizaciones. Como entendemos la teoría estructural, que implica globalidad o totalidad, porque la estructura es la que mantiene unidas las partes de un todo, entiéndase a un todo como la unidad. El estructuralismo es una teoría de transición y cambio, enfocado al todo y para integrar las partes, que trató de sintetizar los postulados válidos de las corrientes administrativas existentes hasta entonces.

La finalidad de la presente investigación es determinar de qué manera el mantenimiento de un navimento flexible es influenciado

Con la utilización de Geotextil de la ciudad de Huancayo, mediante la teoría estructural, el cual considera el inicio, planeamiento, diseño seguimiento y control de la propuesta de la vida útil del pavimento flexible, para obtener un resultado del todo, de modo que esta sea funcional, segura, cómoda, estética para los usuarios y compatible con el medio ambiente, así como darle proporciones de confort, correctas, y normadas

### **2.1.3. Pavimentos**

**Rico, A., Y Del Castillo, H. (1999) La ingeniería de suelos en las vías terrestres. Volumen 2. México D.F.: Limusa. Pág. 99.**

Un pavimento es una estructura cuya finalidad es permitir el tránsito de vehículos y puede estar conformada por una o varias capas superpuestas. Las principales funciones que debe cumplir un pavimento son "proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito"

**Montejo, A. (2006) Ingeniería de pavimentos (Tercera ed.) Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Pág. 2.**

Además debe ser resistente al desgaste debido a la abrasión producida por las llantas y tener buenas condiciones de drenaje. En cuanto a la seguridad vial debe presentar una textura apropiada de acuerdo a la velocidad de circulación de los vehículos para mejorar la fricción, debe tener un color adecuado de tal manera que se eviten los reflejos y deslumbramientos. Con el fin de brindar comodidad a los usuarios, debe procurar tener regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal. También se debería tener en cuenta en el diseño medidas para

disminuir el ruido de la rodadura. Como toda obra de infraestructura los factores de costo y de vida útil son muy importantes por lo que el pavimento debe ser durable y económico. Existen varios tipos de pavimento; sin embargo, sólo se profundizará en dos por el alcance del presente trabajo: flexible

### **2.1.3. Pavimento flexible**

Cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento rutinario y periódico para cumplir con su vida útil. (Olivera, 2000).

Este tipo se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular, las cuales generalmente van disminuyendo su calidad conforme se acercan más a la subrasante. Esto se debe a que los esfuerzos que se producen por el tránsito van disminuyendo con la profundidad y por razones económicas. La teoría que se utiliza para analizar su comportamiento es la teoría de capas de Burmister. Huang, Y. **(2004) Pavement analysis and design (Segunda ed.) New Jersey: Pearson Prentice Hall. Pág. 8.**

En otras palabras, el pavimento es la súper estructura de una obra vial que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos en el proyecto. Los pavimentos se dividen en pavimentos rígidos y pavimentos flexibles, pero en este proyecto analizaremos los pavimentos flexibles. (Rico, 2005).

El pavimento flexible es una estructura conformada por una o varias capas de materiales apoyados íntegramente sobre el terreno, se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados preparadas para soportar las cargas repetidas del tránsito, en diferentes condiciones climáticas, sin agrietarse o deformarse excesivamente y con capacidad de transmitir las a los suelos de subrasante y de fundación, sin provocar hundimientos o asentamientos excesivos, dentro de un rango de serviciabilidad y durante el periodo de tiempo para el cual fue diseñado la estructura del pavimento. BENDEZU. (2014, Pg 6).

**Huang, Y. (2004) Pavement analysis and design (Segunda Ed.) New Jersey: Pearson Prentice Hall. Pág. 8.**

Este tipo se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular, las cuales generalmente van disminuyendo su calidad conforme se acercan más a la subrasante. Esto se debe a que los esfuerzos que se producen por el tránsito van disminuyendo con la profundidad y por razones económicas. La teoría que se utiliza para analizar su comportamiento es la teoría de capas de Burmister.

**Rico, A., Y Del Castillo, H. (1999) La ingeniería de suelos en las vías terrestres. Volumen 2. México D.F.: Limusa. Pág. 102-106.**

Las características fundamentales que debe cumplir un pavimento flexible son:

Resistencia estructural: el pavimento debe ser capaz de soportar las cargas debidas al tránsito de tal manera que el deterioro sea paulatino y que se cumpla el ciclo de vida definido en el proyecto.

La causa de falla en este tipo de pavimentos con mayor aceptación es los esfuerzos cortantes. Sin embargo, también se producen esfuerzos adicionales por la aceleración y frenado de los vehículos así como esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la

estructura al deformarse esta verticalmente debido a la carga que soporta. Asimismo, el pavimento se encuentra sometido a cargas actuantes repetitivas. Éstas afectan a largo plazo la resistencia de las capas de relativa rigidez, que en los pavimentos flexibles serían sobre todo las carpetas y bases estabilizadas, donde podrían ocurrir fenómenos de fatiga. Además, la repetición de cargas puede causar la rotura de los granos del material granular modificando la resistencia de estas capas.

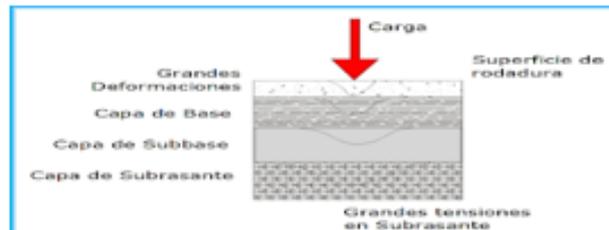
- **Deformabilidad:** el nivel de deformación del pavimento se debe controlar debido a que es una de las principales causas de falla en la estructura y si la deformación es permanentemente, el pavimento deja de cumplir las funciones para las cuales fue construido. Se presentan dos clases de deformaciones en una vía: elásticas (recuperación instantánea) y plásticas (permanentes).
- **Durabilidad:** una carretera que tenga un ciclo de vida prolongado en condiciones aceptables no sólo evita la necesidad de construcción nueva, sino también la molestia de los usuarios de la vía al interrumpir el tránsito.
- **Costo:** se debe hallar un equilibrio entre el costo de construcción inicial y el mantenimiento al que tendrá que ser sometida la vía. Asimismo influye la calidad y la disponibilidad de los materiales para la estructura.
- **Requerimientos de la conservación:** las condiciones de drenaje y subdrenaje juegan un rol decisivo en el ciclo de vida del pavimento.
- **Comodidad:** una carretera tiene que resultar cómoda para los usuarios.

**Montejo, A. (2006) Ingeniería de pavimentos (Tercera ed.) Bogotá: Universidad Católica de Colombia.**

Las capas que generalmente componen la estructura de un pavimento flexible son las siguientes:

- Carpeta asfáltica: es la capa superficial de la estructura. Tiene tres funciones principales: servir como superficie de rodamiento uniforme y estable para permitir el tránsito, impermeabilizar la estructura para evitar en lo posible la percolación del agua al interior del pavimento y ser resistente a los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas.
- Base: sirve como apoyo a la carpeta asfáltica y transmite los esfuerzos producidos por el tránsito a las capas inferiores en un nivel adecuado.
- Sub-base: principalmente cumple con una función económica ya que permite la utilización de materiales de menor calidad en un porcentaje del espesor del pavimento. Entonces, dependiendo de la calidad y el costo del material disponible, se puede utilizar sólo base o sub-base y base. Con la construcción de la sub-base, puede ser que el espesor final de la capa sea mayor pero aun así resultar en un diseño más económico.

Figura N°2: pavimento Flexible



#### 2.1.4. Geosintéticos

**Robert Koemer (1998) design with geosynthetics (Cuarta ed.) Estados Unidos; Overview of Geosynthetics.**

Geo: prefijo que significa tierra, suelo

Sintético: productos obtenidos por procesos industriales o síntesis química.

Son productos fabricados a partir de fibras industriales tales con los textiles, cauchos, materiales plásticos, membranas bituminosas,

polímeros entre otros, transformadas en polímeros básicos (polietileno, polipropileno, nylon, otros) que a su vez son procesados para poder ser utilizados en el mejoramiento del comportamiento de los diferentes suelos.

Los geosintéticos son productos de última tecnología, que ayudan en el mejoramiento de la capacidad portante de las capas de la estructura del pavimento, control de erosión, tratamientos de aluviales, drenaje y filtración, relleno sanitario, entre otros.

IGS (sociedad internacional de los Geotextil), entidad responsable de impulsar el desarrollo científico y técnico de los Geotextil para aplicaciones en el campo de la ingeniería y geotecnia.

La tipología, clasificación y aplicación son:

- Geotextiles (GT): Los geotextiles son los más usados tradicionalmente, están compuestas por fibras sintéticas naturales, la gran mayoría de estos se fabrican con poliéster o con polipropileno.
- Geomallas o georedes (GN): Las geomallas son geotextiles formados con aberturas grandes, regulares y constantes entre 10 y 60 mm, parecía a una rejilla, sus fibras son colocadas en ambas direcciones con el propósito de mejorar las propiedades de la geomalla, la soldadura de las dos series de hilos es obtenida por la penetración parcial en los puntos de contacto, con el polímero en estado semifluido fabricadas en polipropileno y se utilizan solamente para refuerzo.
- Geomembrana (GM): Son membranas muy delgadas de polímero, son impermeables, y pueden ser de plastómeros y elastómeros sintéticos o bituminosos.
- Geogrillas (GG): Son estructuras planas formadas por una red rectangular de elementos conectados integralmente, que pueden ser fijados por extrusión, adhesión, o entrelazarse de funcionamiento es la fricción, pudiendo contar para algunos

tipos de geogrillas con el confinamiento de las partículas de suelo.

- Geomantas (GA): Estructuras constituidas por fibras de materiales sintéticos formando una malla no regular deformable con un espesor de 10 a 20 mm, caracterizadas también por un alto número de vacíos.
- Geoceldas (GL): Constituidas por células yuxtapuestas por costuras o soldadura a partir de tiras de polipropileno, con una altura de 100mm, formando una estructura en forma de colmena
- Geocompuestos (GC): Formados por la unión de dos o más Geotextil, de espesor entre 5 y 30mm.
- BIOMANTAS (BA): Constituidas por fibras naturales generalmente contenidas por redes de materiales sintéticos

### **2.1.5. Geotextil**

Son un tipo de geosintético permeable compuesto por textiles. Son usados usualmente en rocas, tierra u otros. Se pueden clasificar por su proceso de fabricación. Entre ellos se encuentran: El tipo de polímetro empleado, el tipo de fibra empleada y el estilo de tela fabrica. En cuanto al tipo de polímero empleado, se puede comentar que la mayoría de geotextiles son manufacturados de polipropileno (en 95% de los casos aproximadamente). (Koerner, 2012)

Otra forma de clasificar los geotextiles es por el estilo de tela usado. Entre ellos se encuentra el geotextil tejido y no tejido. El geotextil tejido posee una estructura plana y regular y contiene uno o varios juegos de hilos en dos direcciones usualmente formando ángulos rectos. El geotextil no tejido posee fibras orientadas aleatoriamente en una banda suelta unida por fundición parcial, punzonado o

agentes químicos como gomas, látex, celulosa entre otros (Shukla, 2016).

Los usos principales dados a los geotextiles son:

- Control de erosión
- Filtración
- Separación de capas
- Refuerzo de tierra y taludes
- Muros de contención
- Protección de geomembranas.

Hay reportes del uso de geotextiles que datan de 1926, se considera que realmente estos productos se incorporan a los diseños de ingeniería a partir de 1970. De ese momento a la fecha, su desarrollo ha sido impresionante, aunque todavía son vistos por los profesionales en 2 formas diametralmente opuestas. Hay quienes dicen que los geotextiles son sólo un truco de la industria textil y quienes creen que estos productos son la panacea para todo problema geotécnico. La información y entendimiento sobre el tema es la verdadera clave para una aplicación exitosa de cualquier tecnología nueva y los geosintéticos no son una excepción.

#### **2.1.5.1. Funciones básicas de los geotextiles**

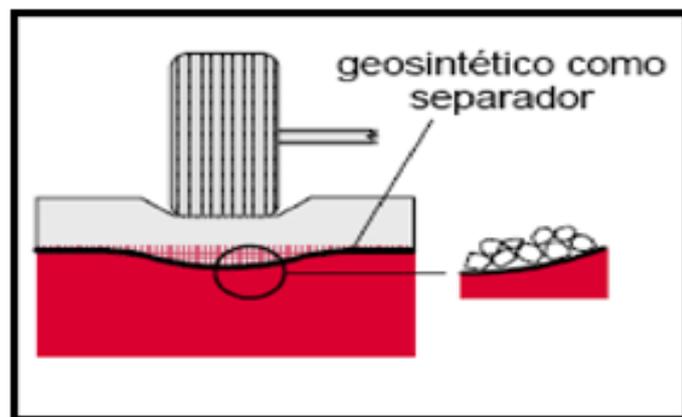
Las 5 funciones básicas de los geotextiles son:

- a) Separación
- b) Refuerzo
- c) Filtración
- d) Drenaje planar (o transmisión de fluidos)
- e) Barrera impermeable

**a) Separación:** Se puede usar los (geotextiles), para separar las capas de la estructura de soporte de la vía, con diferentes propiedades y tamaños de

agregados (Ver Fig. 3). El paso de los vehículos sobre la capa de rodamiento, causa el movimiento de las partículas de las capas inferiores, como resultado de esto, los finos de la subrasante pueden ser bombeados hacia arriba, dentro de las capas granulares, reduciendo la resistencia y la capacidad de drenaje de esas capas. Además, los geosintéticos pueden reducir la penetración de las partículas granulares dentro de una subrasante blanda, manteniendo de esta manera el espesor y la integridad de las capas granulares, incrementando además la vida de servicio de la vía. Para cumplir con esta función, el geosintético debe ser resistente a los esfuerzos concentrados (tracción y punzonamiento) y tener aberturas compatibles con los tamaños de las partículas del material a ser retenido.

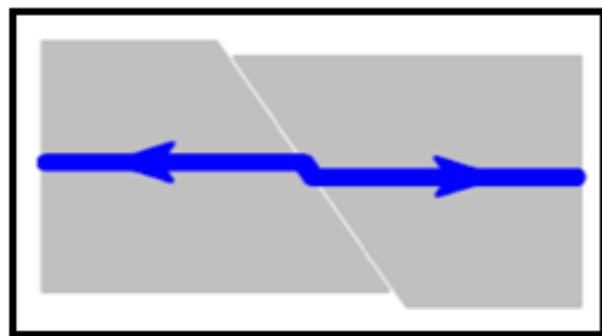
Figura N°3: Función y Separación



- b) **Refuerzo:** Los geotextiles están instalados sobre subrasantes inestables, pueden eliminar la necesidad de reemplazar estos suelos, incrementando la capacidad de carga del sistema, debido a una mejor distribución de esfuerzos (Ver Fig. 4). Cuando se instalan dentro de las capas de

base o sub base, los geotextiles pueden ayudar a reducir los asentamientos asociados con la dispersión lateral de los materiales de base y sub base. Las características principales que deben considerarse para esta función son la interacción entre geotextil -suelo, resistencia al daño mecánico, módulo de rigidez tensional y resistencia tensional.(Shukla, 2016).

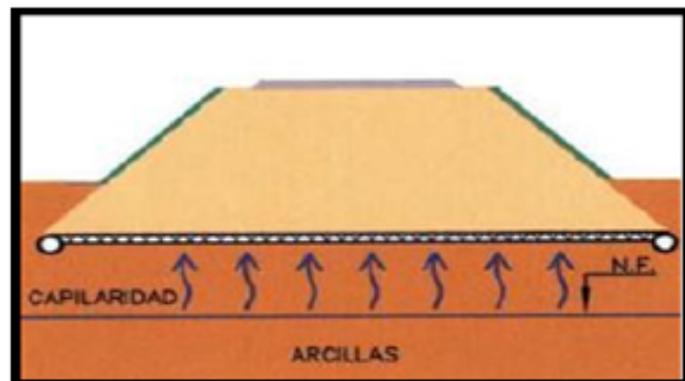
**Figura N°4: Función de refuerzo – el geo sintético absorbe y distribuye los refuerzos cortantes.**



- c) Filtración:** El flujo de agua de la subrasante hacia las capas granulares superiores puede transportar los finos de la misma. Esto puede ocurrir debido al incremento en los niveles de esfuerzos en la subrasante debido al tráfico. En este caso, un geotextil puede actuar como un filtro, permitiendo el paso libre del agua al mismo tiempo que retiene las partículas sólidas de la subrasante. Para cumplir este rol, el geotextil debe tener propiedades de retención y permeabilidad adecuadas y ser resistente a la colmatación (reducción de permeabilidad debido a la acumulación de finos).
- d) Drenaje Planar:** El drenaje es de importancia crítica para evitar el deterioro de la vía debido a la

acción de las aguas pluviales que caen sobre la vía o que son bombeadas desde la subrasante hacia las capas de la estructura del pavimento (Ver Fig. 5). Un geocompuesto de drenaje instalado en puntos relevantes en la estructura de la vía puede proveer de drenaje transversal a la vía, previniendo la acumulación de agua. En esta aplicación el geocompuesto debe tener una capacidad adecuada de descarga y ser resistente al daño mecánico.

Figura N°5: Función de drenaje planar



- e) **Barrera Impermeable:** Los geotextiles actúan como una barrera impermeable para fluidos entre las capas de los pavimentos y/o encapsulación de suelos expansivos entre otros. Por ejemplo, geomembranas, películas finas de geotextil y geotextiles impregnados con asfalto, elastómeros u otro tipo de mezclas poliméricas son usados como barreras que impiden el flujo de líquidos.

En muchas aplicaciones es posible identificar una función dominante, pero generalmente las otras funciones del geotextil realizan un papel esencial aunque secundario. Un ejemplo de esto

se puede apreciar en la construcción de un camino no pavimentado, donde la función primaria del geotextil es de separación pero, si se utiliza un geotextil delgado y liso, con poca permeabilidad, la estructura entera fallaría por deslizamiento planar, puesto que el agua no drenaría.

La comprensión total de cada función es vital en el uso de los geotextiles y la selección del material adecuado para cada diseño en particular se debe basar en unificar la habilidad del geotextil para realizar cada una de las funciones básicas, con la importancia o papel relativo a ocupar en una aplicación o diseño. Un ejemplo de esto lo constituye la construcción de un relleno sanitario, donde aparentemente el geotextil se aplica para refuerzo. En este caso la función primordial es la de separación y la de refuerzo, aunque muy importante, es una función secundaria.

Los geotextiles se pueden dividir en base a la materia prima utilizada para su fabricación. A pesar de que la mayoría de los geotextiles se hacen a partir de polímeros sintéticos, algunos geotextiles especializados pueden incorporar alambre de acero, fibras naturales biodegradables o fibra de vidrio, como lo es el caso de geotextiles utilizados para controlar la fracturación reflectiva de pavimentos. Cuando se incorpora acero al geotextil, la intención es proveer al material con una resistencia tensil alta durante un período de tiempo corto (debido a la fatiga del metal). Los geotextiles que incorporan fibras vegetales se utilizan casi que exclusivamente para control de erosión, sobre todo en sitios de bajos flujos de agua.

#### **2.1.5.2. Clasificación de los geotextiles**

Los geotextiles se clasifican en dos grandes grupos: tejidos y no tejidos; los primeros están formados por dos o más conjuntos de hilos, fibras, filamentos u otros elementos entrecruzados

perpendicularmente entre sí, formando estructuras bidimensionales; los segundos están constituidos por filamentos repartidos aleatoriamente cuya cohesión, está asegurada por procedimientos mecánicos, térmicos o químicos.

En la mayoría de los casos los geotextiles cumplen con varias funciones, aunque siempre hay alguna de ellas que es la principal. Entre las funciones hidráulicas están la de filtración y drenaje. Entre las funciones mecánicas se pueden destacar la de separación, la de refuerzo y la de protección.

Figura N°6: Geotextil



#### 2.2.5.2.1. Geotextil no - tejido

Consiste en un Geotextil en forma de lámina plana, con fibras, filamentos u otros elementos orientados regular o aleatoriamente, unidos químicamente, mecánicamente o por medio de calor, o por combinación de ellos. Pueden ser de fibra cortada o de filamento continuo. Dependiendo de la técnica empleada en la unión de sus filamentos, pueden ser:

- **Geotextiles no tejidos, unidos mecánicamente.:** La unión es mecánica, y en ella un gran número de agujas provistas de espigas atraviesan la estructura en un movimiento alterno rápido.

- **Geotextiles no tejidos, unidos químicamente:** La unión entre sus filamentos se consigue mediante una resina.
- **Geotextiles no tejidos, unidos térmicamente:** La unión entre los filamentos se consigue por calandrado (acción conjugada de calor y presión).

**TABLA N°1. Propiedades de geotextiles no tejidos**

| PROPIEDADES/<br>CARACTERISTICAS  | UNIDADES           | TIPO            |                 |                 |                |                | NORMA       |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|
|  |                    | I               | II              | III             | IV             | V              |             |
| <b>MECANICAS</b>   |                    |                 |                 |                 |                |                |             |
| Resistencia mínima a la tracción en sentido longitudinal Carga distribuida | kN/m               | 8               | 10              | 16              | 21             | 31             | ASTM D 4595 |
| Alargamiento a rotura en cualquier sentido comprendido entre               | %                  | 45 - 55         |                 |                 |                |                | ASTM D 4595 |
| Resistencia mínima al desgarre trapezoidal en sentido longitudinal         | N                  | 220             | 300             | 440             | 540            | 800            | ASTM D 4533 |
| Resist. mínima al punzonado (Pisón CBR)                                    | kN                 | 1,30            | 2,00            | 3,10            | 4,10           | 6,00           | ISO 12236   |
| Resist. mínima al estallido (Mullen Burst)                                 | MPa                | 1,20            | 1,70            | 2,60            | 3,40           | 5,00           | ASTM D 3786 |
| <b>HIDRAULICAS</b>   |                    |                 |                 |                 |                |                |             |
| Abertura de filtración comprendida entre                                   | micrones           | 250<br>y<br>150 | 230<br>y<br>130 | 190<br>y<br>110 | 160<br>y<br>90 | 130<br>y<br>60 | ASTM D 4751 |
| Permeabilidad normal mínima  | cm/s               | 0,40            |                 |                 |                |                | ASTM D 4491 |
| Permeabilidad planar mínima (Presión 20 kPa)                               | cm/s               | 0,60            |                 |                 |                |                | ASTM D 4716 |
| Transmisividad (Presión 20 kPa)  | cm <sup>2</sup> /s | 0,07            | 0,09            | 0,12            | 0,15           | 0,21           | ASTM D 4716 |
| <b>FISICAS</b>   |                    |                 |                 |                 |                |                |             |

#### 2.2.5.2.2. Geotextil tejido

Geotextil fabricado al entrelazar, generalmente en ángulo recto, dos o más conjuntos. Se fabrican con

resinas poliméricas biológicas y químicamente inertes, resistentes a las diversas condiciones de los suelos, formando mallas cuyas funciones principales se basan en su capacidad drenante y en su resistencia mecánica a la perforación y tracción. Además de ser empleados en la preparación y sellado de vertederos, son de aplicación en la construcción de subbases de carreteras, repavimentaciones y líneas férreas, en encauzamientos, canales y presas tiende de igual modo entre distintas evitando erosiones, en conducciones y drenajes como protección, en muros de contención, balsas, canales y túneles como refuerzo y drenaje del terreno, etc.

**TABLA N°2. Propiedades de geotextil tejido**

| PROPIEDADES/CARACTERÍSTICAS   | UNIDADES  | TIPO |     |     |     |     | NORMA               |
|---|---|------|-----|-----|-----|-----|---------------------|
|   |   | I    | II  | III | IV  | V   |                     |
| <b>MECÁNICAS</b>  |   |      |     |     |     |     |                     |
| Resistencia mínima a la tracción en la dirección longitudinal Carga distribuida | kN/m  | 25   | 35  | 55  | 75  | 100 | ASTM D 4595         |
| Alargamiento a rotura máximo en cualquier sentido                               | %   | 25   |     |     |     |     | ASTM D 4595         |
| Resist. mínima al punzonado (Pisón CBR)   | kN  | 3,5  | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | ASTM - D 6241- 99.  |
| <b>HIDRÁULICAS</b>  |   |      |     |     |     |     |                     |
| Abertura de filtración máxima   | micrones  | 300  | 300 | 300 | 300 | 300 | ASTM D 4751         |
| Permeabilidad mínima para un gradiente de 0,10 m                                | litros/m <sup>2</sup> /seg  | 10   |     |     |     |     | ASTM D 4491         |
| <b>DURABILIDAD</b>  |   |      |     |     |     |     |                     |
| Resistencia mínima a la degradación   | Pérdida inferior al 50% de la resistencia a la tracción inicial luego de una exposición de 3.400 hs |      |     |     |     |     | ASTM D - 4355 - 92. |

### **2.1.3. Tipos de fallas y niveles de gravedad**

Existen varios métodos utilizados para el análisis superficial de los pavimentos, estos métodos son sencillos de aplicar y no requieren equipos experimentados.

La inspección visual es una de las herramientas más importantes en la aplicación y evaluación de estos métodos, y forma parte esencial de toda la investigación.

La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas, una inicial y otra detallada.

Con la inspección visual inicial se pretende obtener una inspección general del proyecto.

Esta tarea se realiza sobre un vehículo conduciendo a baja velocidad abarcando toda la longitud de la vía.

Por otro lado la inspección visual detallada consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella y tomando notas detalladas de las fallas encontradas en la superficie, en esta etapa de la inspección se realizarán también anotaciones de otras observaciones adicionales que se consideran necesarias, que puedan afectar a la superficie.

Los diferentes modos y tipos de falla se describen en función de su severidad, frecuencia y ubicación, de esta forma se tendrá una herramienta importante a la hora de fijar la estrategia de rehabilitación. (Gutiérrez, 2006).

Los deterioros/fallas de los pavimentos flexibles pueden clasificarse en dos grandes categorías: los deterioros / fallas estructurales y los deterioros/fallas superficiales. Los deterioros de la primera categoría se asocian generalmente con obras de rehabilitación de costo alto. Los deterioros de la segunda categoría se relacionan generalmente con obras de mantenimiento periódico (por ejemplo, carpeta delgada de concreto asfáltico o tratamiento superficial). Manual de carreteras conservación vial [MCCV] (2013, Pg. 134)

### **2.2.6.1. Causas del surgimiento de las fallas**

Durante la vida de servicio de un pavimento, causas de diverso origen afectan la condición de la superficie de rodamiento. Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar: (UNI, 2009).

- ✓ Fin del período de diseño original y ausencia de acciones de rehabilitación.
- ✓ Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño original.
- ✓ Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal, como en la calidad de los materiales empleados.
- ✓ Diseño deficiente (errores en estimación del tránsito o en las propiedades de los materiales).
- ✓ Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
- ✓ Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
- ✓ Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.
- ✓

### **Tipos y causas de los daños estructurales**

Los deterioros estructurales caracterizan un estado estructural del pavimento, concerniente al conjunto de las diferentes capas del mismo o bien solamente a la capa de superficie.

Las cargas circulantes resultan generalmente en:

- ✓ Deformaciones verticales elásticas del material de las capas granulares y del suelo de la subrasante.

- ✓ Deformaciones horizontales elásticas de tensión por flexión en la parte inferior de las capas asfálticas.

Si la deformación vertical de las gravas y/o suelos excede el límite admisible, se observan deformaciones permanentes del pavimento (hundimiento o ahuellamiento de gran radio). Si la deformación horizontal de tensión por flexión en la parte inferior de las capas asfálticas excede el límite admisible, dichas capas se fisuran en su parte inferior y las fisuras luego se propagan hasta la superficie: fisuras longitudinales en las huellas del tránsito y fisuras en forma de piel de cocodrilo. Los deterioros o fallas (deformación y/o fisuración) no aparecen de inmediato (en general), sino al cabo de la repetición de cargas definida por la curva de fatiga de cada material.

### **Tipos y causas de los daños superficiales**

Los deterioros superficiales se originan en general por un defecto de construcción, por un defecto en la calidad de un producto o por una condición local particular que el tráfico acentúa. Además, pueden resultar de la evolución de deterioros o fallas estructurales.

Se distinguen:

- ✓ Los desprendimientos
- ✓ Los baches (huecos)
- ✓ Las fisuras transversales (que no resultan de la fatiga del pavimento)
- ✓ La exudación.

**TABLA N°3. Deterioro o fallas de los pavimentos asfáltico**

**Deterioros o Fallas de los pavimentos asfaltados**

| Clasificación de los deterioros/fallas | Código de deterioro/falla | Deterioro / Falla                       | Gravedad   |
|--|---------------------------|---|--|
| Deterioros o fallas Estructurales      | 1                         | Piel de cocodrilo                       | 1: Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto<br>2: Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto<br>3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto  |
|  | 2                         | Fisuras longitudinales                  | 1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)<br>2: Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)<br>3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas. |
|  | 3                         | Deformación por deficiencia estructural | 1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm<br>2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm<br>3: Profundidad > 4 cm   |
|  | 4                         | Ahuellamiento                           | 1: Profundidad sensible al usuario pero ≤ 6 mm<br>2: Profundidad > 6 mm y ≤ 12 mm<br>3: Profundidad > 12 mm  |
|  | 5                         | Reparaciones o parchados                | 1: Reparación o parchado para deterioros superficiales.<br>2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado.<br>3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.   |
| Deterioros o fallas superficiales      | 6                         | Peladura y Desprendimiento              | 1: Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).<br>2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular.<br>3: Continuo con aparición de la base granular.   |
|  | 7                         | Baches (Huecos)                         | 1: Diámetro < 0.2 m<br>2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m<br>3: Diámetro > 0.5 m  |
|  | 8                         | Fisuras transversales                   | 1: Fisuras Finas (ancho ≤ 1 mm)<br>2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)<br>3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.                           |
|  | 9                         | Exudación                               | 1: Puntual<br>2: Continua<br>3: Continua con superficie viscosa  |

Manual de carreteras conservación vial [MCCV] (2013, Pg. 136)

### **2.2.6.2. Procedimientos para el análisis de fallas de pavimentos**

Para efectuar la el análisis de fallas superficiales de pavimentos de la red vial seleccionada, se han considerado tres pasos importantes a realizar en base a la necesidad de identificar los defectos o fallas del pavimento, que serán materia de evaluación específicamente en relación a las características físicas de la calzada y su superficie de rodadura.

La evaluación a realizar para efectos prácticos, considera la toma de datos como la base metodológica principal a desarrollar a partir de la inspección visual del pavimento, debiéndose hacer las anotaciones de lo observado se camina sobre la red vial en estudio, en planillas especialmente preparadas para tal fin. (Booz, Barriga y Wilbur, 1999).

A continuación se describen en forma resumida los pasos a seguir para efectuar el análisis de fallas superficiales de los pavimentos de la Red Vial materia de estudio, mediante la inspección visual de las vías: (Booz et al., 1999).

#### **Paso 1: Inspección visual de las vías**

Para tal efecto, se efectuará un recorrido caminando de la vía a estudiar, con la finalidad de obtener información sistematizada para lo cual será necesario seleccionar tramos de características y condiciones homogéneas. Para inspeccionar visualmente las condiciones generales de la superficie del pavimento, seleccionando tramos según la uniformidad de las condiciones.

Si se observan diferencias significativas, como cambios en la superficie de rodadura o en las secciones transversales, los pavimentos se deben subdividir en dichos puntos.

Para efectos de ayudar en el manejo de la información y obtener una imagen completa de la vía entre dos puntos, los tramos serán cortados a través de los carriles en el mismo punto.

Así, si en una dirección el tramo empieza en un punto diferente de otro, en la otra dirección, este deberá también ser artificialmente dividido en dicho punto, aun pensando que no se requeriría hacerlo, constituyéndose en tramos apropiados para ser evaluados.

#### **b) Paso 2: Observación de fallas**

Determinar las condiciones del pavimento caminando sobre la vía lentamente para observar manifestación de fallas.

Se realizara el análisis de fallas superficiales por cuadras en sus respectivos tramos para examinar las fallas en función de tipo, severidad, extensión de la manifestación y ocurrencia de dichas fallas.

#### **Paso 3: Registro en planilla de análisis de fallas superficiales**

Se deberá efectuar registro de todo lo observado en el recorrido de la inspección visual, anotando todas las manifestaciones de fallas, en las unidades de medida correspondientes que permita determinar los tratamientos de mantenimiento posibles de aplicar. De esta manera se tendrá definida la condición del pavimento de determinada vía, que posibilitará definir la política de ejecución inmediata de los programas de conservación vial.

### **2.2.6.3. Clasificación de fallas en pavimentos flexibles**

Los siguientes deterioros o falas del pavimento flexible están clasificados por el Manual de carreteras conservación vial [MCCV] (2013, Pg. 137):

#### **2.2.6.3.1. Deterioros o fallas estructurales**

##### **a) Piel de cocodrilo**

###### **Descripción**

La piel de cocodrilo está constituida por fisuras que forman polígonos irregulares de ángulos agudos. Puede ser en su principio, poco grave, mostrando polígonos incompletos dibujados en la superficie por fisuras cerradas (es decir, de ancho nulo). El tamaño de la malla disminuye luego bajo el efecto de las condiciones climáticas y del tráfico. Las fisuras se abren y se observan pérdidas de material en sus bordes.

###### **Causas**

El deterioro/falla es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento. Esta falla comienza en la parte inferior de las capas asfálticas. La fisuración se propaga a la superficie.

###### **Niveles de Gravedad**

El criterio principal es el orden de magnitud de la malla. 1: Malla grande ( $> 0.5$  m) sin material suelto 2: Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto 3: Malla pequeña ( $< 0.3$  m) sin o con material suelto El nivel 1 corresponde a la aparición de la red en la superficie. Las fisuras no tienen generalmente un ancho significativo. Se abren en los niveles 2 y 3.

## Posibles Medidas correctivas

Según la gravedad de la piel de cocodrilo y su extensión, así como de otros elementos de diagnóstico (deformaciones, deflexión y rugosidad), se consideran:

- ✓ Ninguna medida
- ✓ Reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente
- ✓ Sello o carpeta asfáltica
- ✓ Rehabilitación o reconstrucción.
- ✓

## **b) Fisuras longitudinales**

### **Descripción**

En este rubro se incluyen las fisuras longitudinales de fatiga. Discontinuas y únicas al inicio, evolucionan rápidamente hacia una fisuración continua y muchas veces ramificada antes de multiplicarse debido al tráfico, hasta convertirse en muy cerradas.

### **Causas**

El deterioro / falla es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento. Esta falla comienza en la parte inferior de las capas asfálticas. La fisuración se propaga a la superficie.

### **Niveles de Gravedad**

El criterio principal es el orden de magnitud de la malla.

- 1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho  $\leq 1$  mm)
- 2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho  $> 1$  mm y  $\leq 3$  mm)

3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.

Fisuras longitudinales y transversales: El nivel 1 corresponde al concepto del AASHTO de «hairline crack» («fisura como un cabello»), se puede considerar que el ancho es generalmente inferior a un mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se considera que su ancho es generalmente superior a un mm con bordes verticales (sin desintegración de bordes) y menor o igual a 3 mm. Se vuelven gravedad 3 cuando los bordes se desintegran y tienen un ancho superior a 3 mm.

#### **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de las fisuras y su extensión, así como de otros elementos de diagnóstico (deformaciones, deflexión y rugosidad), se consideran:

- ✓ Ninguna medida
- ✓ Reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente
- ✓ Sello o carpeta asfáltica
- ✓ Rehabilitación o reconstrucción.

#### **c) Deformación por deficiencia estructural**

##### **Descripción**

Las deformaciones propias de los pavimentos flexibles se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por:

1. Las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas (deterioro 3a) o localizadas (deterioro 3b)

2. El ahuellamiento (deterioro 4) relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura. En todos los casos, su gravedad es anotada por la profundidad medida sobre una regla rígida de 1.50 m de longitud colocada transversalmente en la calzada. El presente rubro se refiere a las deformaciones por deficiencia estructural. La depresión continua aparece en el trazado de las ruedas, en un ancho superior a 0.8 m, sobre los laterales del pavimento de 0.5 a 0.8 m del borde, debido al asentamiento de los materiales de una o varias capas del pavimento y de la subrasante bajo un tráfico pesado y canalizado.

La depresión localizada es un hundimiento de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo. Concieme generalmente a la totalidad del borde del pavimento. Es una consecuencia de defecto de soporte o de estabilidad debido a una mala calidad de los materiales o a un contenido de agua excesivo.

### **Causas**

Los deterioros o fallas 3a y 3b son consecuencias del fenómeno de fatiga de una o varias capas del pavimento y de la subrasante sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento.

### **Niveles de Gravedad**

- 1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm
- 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm
- 3: Profundidad  $\geq$  4 cm

Según la gravedad de las deformaciones (ahuellamiento y hundimiento) y su extensión, así como otros elementos de diagnóstico (fisuraciones, deflexión y rugosidad), se consideran:

- ✓ Ninguna medida
- ✓ Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente
- ✓ Carpeta asfáltica
- ✓ Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).

#### **d) Ahuellamiento**

##### **Descripción**

Las deformaciones propias de los pavimentos flexibles se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por:

1. Las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas (deterioro 3a) o localizadas (deterioro 3b)
2. El ahuellamiento (deterioro 4) relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura. En todos los casos, su gravedad es anotada por la profundidad medida sobre una regla rígida de 1.50 m de longitud colocada transversalmente en la calzada. El presente rubro se refiere a las deformaciones por comportamiento visco-elástico de la capa de rodadura (deterioro 4). La huella aparece en el trazado de las ruedas, en un ancho inferior a 0.8 m, sobre los laterales del pavimento de 0.5 a 0.8 m del borde, debido a un comportamiento visco-elástico de las de la capa de rodadura bajo un tráfico pesado y canalizado.

## **Causas**

Esta puede provenir de las siguientes causas probables:

- ✓ Defecto de dosificación del asfalto
- ✓ Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura
- ✓ Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura
- ✓ Inadecuación n entre la gradación de los agregados y la clase de transito

## **Niveles de Gravedad**

1: Profundidad  $\leq 6$  mm

2: Profundidad  $>6$  mm y  $\leq 12$  mm

3: Profundidad  $> 12$  mm

## **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de las deformaciones y su extensión, así como otros elementos de diagnóstico (deflexión y rugosidad), se consideran:

- ✓ Ninguna medida
- ✓ Reparaciones con mezcla en caliente
- ✓ Carpeta asfáltica
- ✓ Fresado y carpeta asfáltica
- ✓ Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).

## **e) Reparaciones o parchado**

### **Descripción**

Las reparaciones están destinadas a mitigar los defectos del pavimento, de manera provisional o definitiva: su número, su extensión y su frecuencia son elementos del diagnóstico. Una reparación reciente enmascara un

problema, reparaciones frecuentes lo subrayan. Las reparaciones deben ser calificadas en el momento del examen visual, pues algunas de ellas son tomadas en cuenta para determinar el estado estructural del pavimento. Si la reparación se aplica a deterioros / fallas superficiales y erradica el defecto, no se usara para calificar el estado estructural del pavimento. Si se aplica a la fisuración estructural, se considera como factor agravante. Dichos criterios resultan en los niveles de gravedad definidos más abajo.

### **Causas**

Las reparaciones son indicativas de insuficiencia estructural del pavimento o de deterioros/fallas superficiales. No requieren medidas correctivas.

### **Niveles de Gravedad**

- 1: Reparación o parchado para deterioros/ fallas superficiales
- 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado
- 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.

#### **2.2.6.3.1. Deterioros o fallas superficiales**

##### **a) Peladura y Desprendimientos**

##### **Descripción**

Este deterioro incluye:

- ✓ La desintegración superficial de la carpeta asfáltica debida a la pérdida del ligante bituminoso o del agregado (peladura)

- ✓ La pérdida total o parcial de la capa de rodadura, (desprendimiento).

### **Causas**

Esta falla indica las siguientes causas probables:

- ✓ Defecto de adherencia del asfalto o de dosificación del mismo
- ✓ Asfalto defectuoso o endurecido y perdiendo sus propiedades ligantes
- ✓ Agregados defectuosos (sucios o muy absorbentes)  
ü Defectos de construcción
- ✓ Efecto de agentes agresivos (solventes, agua, etc.)

### **Niveles de Gravedad**

- 1: Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial)
- 2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular
- 3: Continuo con aparición de la base granular

### **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de los desprendimientos y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, en ausencia de otros deterioros/fallas:

- ✓ Ninguna medida
- ✓ Reparaciones con mezcla en caliente o tratamiento superficial
- ✓ Carpeta asfáltica, tratamiento superficial

## **b) Baches (Huecos)**

### **Descripción**

Los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la capa de rodadura. Cuando aparecen, su tamaño es pequeño. Por falta de mantenimiento ellos aumentan y se reproducen en cadena, muchas veces con una distancia igual al perímetro de una rueda de camión.

### **Causas**

Esta falla proviene de la evolución de otros deterioros y carencia de conservación vial:

- ✓ Desprendimiento
- ✓ Fisuración de fatiga.

### **Niveles de Gravedad**

1: Diámetro < 0.2 m

2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m

3: Diámetro > 0.5 m.

### **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de los baches o huecos y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, en ausencia de otros deterioros o fallas

- ✓ Ninguna medida.
- ✓ Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente.
- ✓ Rehabilitación o reconstrucción.

### **c) Fisuras transversales**

#### **Descripción**

Las fisuras transversales son fracturas del pavimento, transversales (o casi) al eje de la vía.

#### **Causas**

Esta falla puede provenir de las causas siguientes:

- ✓ Retracción térmica de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler o envejecimiento del asfalto
- ✓ Reflexión de grietas de capas inferiores y apertura de juntas de construcción defectuosas.

#### **Niveles de Gravedad**

Son iguales a los niveles definidos para las fisuras longitudinales

1: Finas (ancho  $\leq 1$  mm).

2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho  $> 1$  mm y  $\leq 3$  mm).

3: Fisuras gruesas, corresponden fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho  $> 3$  mm). También se denominan grietas. Fisuras longitudinales y transversales: El nivel 1 corresponde al concepto del AASHTO de «hairline crack » (« fisura como un cabello »), se puede considerar que el ancho es generalmente inferior a un mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se considera que su ancho es generalmente superior a un mm con bordes verticales (sin desintegración de bordes) y menor o igual a 3 mm. Se vuelven gravedad 3 cuando los bordes se desintegran y tienen un ancho superior a 3 mm.

## **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de las fisuras transversales y de los otros deterioros que pueden acompañarlas y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas

- ✓ Ninguna medida
- ✓ Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente
- ✓ Sello
- ✓ Rehabilitación o reconstrucción.

## **c) Exudación**

### **Descripción**

Este deterioro o falla se manifiesta por un afloramiento de material bituminoso de la mezcla a la superficie del pavimento. Forma una superficie brillante, reflectante, resbaladiza y pegajosa según los niveles del fenómeno. -

### **Causas**

Esta falla puede provenir de las causas siguientes:

- ✓ Excesivo contenido de asfalto en la mezcla
- ✓ Bajo contenido de vacíos (en periodos calientes, el asfalto llena los vacíos y aflora a la superficie).

### **Niveles de Gravedad**

El deterioro o falla aparece por manchas negras aisladas. Luego, el exceso de asfalto forma una película continua en las huellas de canalización del tránsito. El último nivel se caracteriza por la presencia de una cantidad significativa de asfalto libre: la superficie se vuelve viscosa. Los niveles de gravedad correspondientes se listan a continuación.

1: Puntual

2: Continua

3: Continua con superficie viscosa.

### **Posibles Medidas correctivas**

Según la gravedad de la exudación y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, en ausencia de otros danos

- ✓ Ninguna medida
- ✓ Carpeta asfáltica
- ✓ Fresado y carpeta asfáltica.

### **2.1.3. Diseños de pavimentos**

**Packard, R.G. (1984). Thickness Design for Concrete Highway and Streets Pavements. Florida: Portland Cement Association. Pág. 4**

Los trabajos de diseño de pavimentos van más allá de los establecidos por la metodología en el campo profesional. Estos diseños deben estar ajustados a realidades y problema que sólo el profesional puede determinar en las diferentes etapas del desarrollo del estudio. En cada caso el profesional debe sensibilizarse con lo que encuentra en cada zona evaluada. No todas son iguales y pueden presentar resultados variados.

Se pueden emplear métodos propuestos por la AASHTO o por el Instituto de Asfalto. El método AASHTO es el más difundido y a pesar de los avances logrados, se estima que el correspondiente al año 93, mantiene vigencia aún, por lo menos hasta que se logre mejores avances con el AASHTO 2002, aún en revisión.

Como alternativa de diseño se cuenta con las recomendaciones del Instituto del Asfalto, el mismo que mejoró sus gráficos de espesores de estructuras, al insertar el parámetro de temperatura, acortando la diferencia de resultados con el método AASHTO.

La determinación del número estructural con programas de cómputo permite una rápida evaluación en el diseño. Lo importante radica en determinar los espesores correctos de las diferentes capas que proporcionan la estructura final y además la forma como se relacionará con el terreno de cimentación.

Se pueden emplear, procesos de medición de deflexiones con la Viga Benkelman, para diseñar por el método de CONREVIAl y/o modelo de HOGG, pero nada será provechoso si no se mantiene un constante análisis de resultados con fines de rehabilitación de los pavimentos que permita ser proactivo para una gerencia de pavimentos a nivel red.

#### **2.2.7.1. Método guía AASHTO 93 de diseño.**

[MCSGGP] (2013, Pg. 158). Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasantes para el cálculo de espesores. Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.

- **Periodo De Diseño.**

[MCSGGP] (2013, Pg. 158). El periodo de diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la entidad.

- **Variables.**

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10} W_{18} = z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} M_R - 8.07$$

- **W18:** Es número acumulado de ejes simples equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al número de repeticiones de (EE) de 8.2tn [MCSGGP] (2013, Pg. 153).
- **Módulo de Resiliencia (MR):** Es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR. [MCSGGP] (2013, Pg. 153).

$$Mr_{(pst)} = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Fuente de la guía AASTHO 93

- **Confiabilidad (%R):** El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. [MCSGGP] (2013, Pg. 154).
- **Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr):** El coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr) representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal. [MCSGGP] (2013, Pg. 155).
- **Desviación Estándar Combinada (So):** [MCSGGP] (2013, Pg. 157). La desviación estándar combinada (So), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La guía AASHTO 93 recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de (So) comprendidos entre 0.40 y 0.50, en

el presente manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45.

- **Índice de Serviciabilidad Presente (PSI):** [MCSGGP] (2013, Pg. 158). Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el (PSI) también decrece.
- **Serviciabilidad Inicial (Pi):** Es la condición de una vía recientemente construida. A continuación se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico: [MCSGGP] (2013, Pg. 158).
- **Serviciabilidad Final o Terminal (PT):** Es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción. [MCSGGP] (2013, Pg. 159).
- **Variación de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI):** Es la diferencia entre la serviciabilidad inicial y terminal asumida para el proyecto en desarrollo. [MCSGGP] (2013, Pg. 160).
- **Numero Estructural Requerido (SNR):**[MCSGGP] (2013, Pg. 161). Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO 93 y se obtiene el número estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de sub-base, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a1xd1 + a2xd2m2 + a3xd3m3$$

- ✓ **a1, a2, a3** = Coeficientes estructurales de las capas: superficiales, base y sub-base, respectivamente.

- ✓  $d1, d2, d3$  = Espesores de las capas: superficiales, base y sub-base, respectivamente.
- ✓  $m2, m3$  = Coeficientes de drenaje para las capas de base y sub-base, respectivamente.
- **Drenaje:** [MCSGGP] (2013, Pg. 163). Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación. Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente manual, el coeficiente de drenaje para las capas de base y sub-base, asumido fue de 1.

#### **2.2.7.2. Datos necesarios para el diseño**

Aunque algunas metodologías pueden variar entre sí, los siguientes factores son necesarios para el diseño del pavimento en la mayoría de ellas:

##### **Estudios de tráfico**

Según el MANUAL DE CARRETERAS SUELO GEOLÓGICA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (2013, pg.73). La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino. En lo que corresponde a la sección de suelos y pavimentos de este manual, la necesidad de información del tráfico se define desde dos puntos de vista: el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volúmenes de tráfico puede estimarse crecerá la demanda que afectará a la estructura vial durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los términos de referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos. “La información directa requerida para los estudios del tráfico” (Pg.73). En principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos, se conformará con muestreos orientados a calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipo de vehículos en cada sentido de tráfico. La demanda de carga por eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guardan relación directa con el deterioro del pavimento. Contando con la referencia regional previamente descrita, en términos generales será suficiente realizar las nuevas investigaciones puntuales por tramo en solo dos días, teniendo en cuenta que el tráfico esté bajo condición normal. Uno de los días corresponde a un día laborable típico y la “Demanda proyectada” (Pg.74). La información levantada servirá de un lado como base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis; y en este contexto, para establecer el número de ejes equivalentes (EE) de diseño para el pavimento. El ingeniero responsable deberá sustentar si hay razones para establecer que el crecimiento de la demanda seguirá una tendencia histórica identificable con información previa existente o si esta será modificada por factores socio-económicos, acompañando el análisis justificatorio. “Factor direccional y factor de carril” (Pg.74-75). El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan

en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico. El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes (EE), donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril. El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD. Ver cuadro “Cálculo de tasas de crecimiento y proyección” (Pg.75). Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

$$T_n = t_o (1 + r)^{n-1}$$

En la que:

T<sub>n</sub>: Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

T<sub>o</sub>: Tránsito actual (año base) en veh/día.

n : Número de años del período de diseño.

r : Tasa anual de crecimiento del tránsito.

“La tasa anual de crecimiento del tránsito” (Pg.77). Se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el producto bruto interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento

del tráfico varían entre 2% y 6%. Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino.

“Número de repeticiones de ejes equivalentes. ESAL” (Pg.78). Para el diseño de pavimento la demanda que corresponde al del tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderantemente tiene importancia. El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como ejes equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 toneladas de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>. Los ejes equivalentes (EE), son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

“Para el diseño de un pavimento” (Pg.79). Se adopta el número proyectado de EE que circularán por el “Carril de diseño”, durante el periodo de análisis. El carril de diseño corresponderá al carril identificado como el más cargado de la carretera y el resultado de este cálculo será adoptado para todos los carriles de la sección vial típica de esa carretera, por tramos de demanda homogénea. Para definir la demanda sobre el carril de diseño se analizará el tipo de sección transversal operativa de la carretera, el número de calzadas vehiculares y la distribución de la carga sobre cada carril que conforma la calzada.

[U M S], (Pg.21) .Sobre la relación de los ejes: Se denomina eje simple al elemento constituido por un solo eje no

articulado a otro, puede ser: motriz o no, direccional o no, anterior, central o posterior. Peso máximo admisible para un eje simple de 2 neumáticos es de 7000 Kg (15 Kips). “Se denomina eje tándem”, (Pg.22) al elemento constituido por dos ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por una distancia menor a 2,4 metros. Estos reparten la carga, en partes iguales, sobre los dos ejes. Los ejes de este tipo pueden ser motrices, portantes o combinados. Peso máximo admisible para un eje tándem de 4 neumáticos es de 10000 Kg (22 Kips). “Se denomina eje tridem”, (Pg.23) al elemento constituido por tres ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por distancias menores a 2,4 metros. Estos reparten la carga sobre los tres ejes. Los ejes de este tipo pueden ser motrices, portantes o combinados. Peso máximo admisible para un eje tridem de 6 neumáticos es de 17000 Kg (37 Kips).

**TABLA N°4. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes para pavimentos flexibles**

| TIPO DE EJE  | EJE EQUIVALENTE (EE 8.2TN) |
|--|----------------------------|
| Eje simple de ruedas simple (EEs1).                            | $EEs1=[p/6.6]^{4.0}$       |
| Eje simple de ruedas dobles (EEs2).                            | $EEs2=[p/8.2]^{4.0}$       |
| Eje tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEtA1). | $EETA1=[p/14.8]^{4.0}$     |
| Eje tándem (2 eje ruedas dobles) (EEtA2).                      | $EETA2=[p/15.1]^{4.0}$     |
| Eje tridem (2 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1). | $EEr1=[p/20.7]^{3.9}$      |
| Eje tridem (3 eje de ruedas dobles) (EETR2).                   | $EETR2=[p/21.8]^{3.9}$     |
| P=Peso real por eje en toneladas.                              |                            |

Fuente: Base de la tabla del apéndice “D” la guía de AASHTO 93

Para el cálculo de ESAL“(Pg.85). El número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de

vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

$$\mathbf{Nrep\ de\ EE\ 8.2\ tn = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365]}$$

Donde:

Nrep de EE 8.2tn: Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn.

**EE<sub>día-carril</sub>**: Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el factor direccional, por el factor carril de diseño, por el factor vehículo pesado del tipo seleccionado. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:

$$\mathbf{EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times Fd \times Fc \times Fv_{pi} \times Fpi}$$

Donde:

IMD<sub>pi</sub>: Corresponde al índice medio diario según tipo de vehículo pesado seleccionado.

Fd: Factor direccional.

Fc: Factor carril de diseño.

Fv<sub>pi</sub>: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.

Fca: Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

365: Número de días del año.

$\Sigma$ : Sumatoria de ejes equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

### **Estudios de suelos**

MANUAL DE CARRETERAS, SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS [MCSGGP], (2013, Pg.29)

Define la exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aún con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos. “De las calicatas” [MPCSGGP], (2013, Pg.30)

Deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado. “De las muestras obtenidas” (Pg.30). Se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de subrasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicación de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos. Para obtener el perfil estratigráfico en zonas

donde existirán cortes cerrados, se efectuarán métodos geofísicos de prospección que permitan determinar la naturaleza y características de los suelos y/o roca subyacente (según norma MTC E101). “Caracterización de la subrasante” [MCSGGP], (Pg.31). Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios ó calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al estudio de tráfico.

Análisis del método de AASHTO, [AMA], (2008, pg.17). La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. En la década del 50 se puso más énfasis en las propiedades fundamentales de la subrasante y se idearon ensayos para caracterizar mejor a estos suelos. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformaciones tales como el CBR, compresión simple son reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas tales como el ensayo del módulo resiliente, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones.

MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS, [MCSGGP], (2009, Pg.34). Descripción de los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO,” Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta”, (Pg.34) granulometría: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC

EM 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar. El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.” La plasticidad” (Pg.36-37).Es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los límites de ATTERBERG. Los límites de ATTERBERG establecen cuanto sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: Líquido, plástico o sólido. Estos límites de ATTERBERG que miden la cohesión del suelo son: El límite líquido (LL, según ensayo MTC EM110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC EM 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC EM 112).

Límite líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse. Límite plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado límite de contracción (Retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad. Además del LL y del LP, una característica a obtener es el índice de plasticidad IP (Ensayo MTC EM 111) que se define como la diferencia entre LL y

$$IP = LL - LP$$

Índice de plasticidad”, (Pg.37). El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación con su índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:

**TABLA N°5. Clasificación de suelo según índice de plasticidad**

| CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ÍNDICE DE PLASTICIDAD |                  |                                  |
|---|------------------|----------------------------------|
| Índice de plasticidad                               | Plasticidad      | Característica                   |
| IP > 20   | Alta             | Suelo muy arcilloso              |
| IP ≤ 20 IP > 7                                      | Media            | Suelo arcilloso                  |
| IP < 7  | Media            | Suelo poco arcilloso plasticidad |
| IP = 0  | No plástico (NP) | Suelo exentos de arcilla         |

**Fuente: MANUAL DE CARRETERAS SUELO, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.**

URTECHO, GRADIZ, ESPINOZA, FLORES, (2009, Pg.2).El proceso del ensayo de proctor modificado se toma una muestra de suelo que pase tamiz # 4 se le agrego agua hasta llegar al contenido requerido de acuerdo al porcentaje que fue previamente escogido. Luego se determinó el peso del molde de proctor más el envase y luego vierta la muestra húmeda de suelo en el molde. Cada capa (5 capas) debe ser compactada uniformemente por el martillo (moviendo por toda las paredes del molde) .Proctor modificado 56 veces antes que la siguiente capa sea vertida al molde. “Se procede a partir la muestra”

URTECHO, etc, AI, (2009, Pg.2). Por el centro para obtener una muestra del centro del suelo compactado luego se coloca en la tara, es pesada. Con la muestra de suelo húmedo del cilindro de suelo compactado y determine el peso de la tara más el suelo húmedo. Coloque la tara de humedad con suelo húmedo en el horno hasta secarse a un peso seco. Con el objetivo de determinar el peso volumétrico seco máximo ( $d_{máx}$ ) que pueda alcanzar un material, así como la humedad óptima ( $W_{ópt.}$ ) a que deberá hacerse la compactación. URTECHO, etc, AI, (2009, Pg.7).

VÁSQUEZ, (2013, Pg.2). Ensayo de CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR). Menciona la medida indirecta de la resistencia al corte por penetración, en condición no drenada, de suelos de subrasante y materiales granulares. Según el MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS, [MCSGGP], (Pg.39-40). El ensayo de CBR: (ensayo MTC EM 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO 93, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima densidad seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm. Para la obtención del valor CBR de diseño de la subrasante, se debe considerar lo siguiente: "En los sectores con 6 o más valores de CBR realizados", (Pg.40) por el tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante considerando el

promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas. En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante en función a los siguientes criterios: Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio. Una vez definido el valor del CBR de diseño: para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de subrasante pertenece el sector, según lo siguiente:

**TABLA N°6. Categorías de sub rasantes**

| CATEGORÍAS DE SUBRASANTE   | CBR                      |
|----------------------------|--------------------------|
| S0: Subrasante inadecuada. | CBR < 3%                 |
| S1: Subrasante pobre.      | De CBR ≥ 3% A CBR < 6%   |
| S2: Subrasante regular.    | De CBR ≥ 6% A CBR < 10%  |
| S3: Subrasante buena.      | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S4: Subrasante muy buena.  | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S5: Subrasante excelente.  | CBR ≥ 30%                |

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS SUELO, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

### 2.2.7.3. Diseño del espesor de capa a repavimentar haciendo uso del geotextil no tejido

La metodología AASHTO versión 1993 para pavimentos flexibles es la metodología empleada como punto de partida para el desarrollo de la inclusión de geotextil no tejido (geomallas) como refuerzo. Esta metodología ha sido modificada para explicar la contribución estructural de los geotextiles no tejidos (geomallas).

Para el caso aplicaremos el método AASHTO para diseño de pavimentos flexibles reforzados con geomallas coextruidas Pavco, el mismo que llevaremos a la aplicación de un geotextil no tejido, con propiedades y funciones similares.

La contribución estructural de geotextil no tejido (geomalla) en un sistema de pavimento flexible puede cuantificarse con el incremento al esfuerzo del coeficiente de la capa.

Para el cálculo se aplicara el Geosoft Pavco.



## 2.3. Definición de términos

### 2.3.1. Pavimentos.-

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas seleccionadas que reciben en forma directa las cargas de tránsito y las transmiten a las capas inferiores, distribuyéndolas con uniformidad. Este conjunto de capas proporciona también la superficie de rodamiento, en donde se debe tener una operación rápida y cómoda. (Zagaceta, 2008: 16-17).

### **2.3.2. Pavimentos flexibles.-**

Este tipo de pavimentos están formados por una capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra (Montejo, 2006: 2).

### **2.3.3. Cbr.-**

Es una medida indirecta de resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones controladas de densidad y humedad (Zagaceta, 2008: 94).

### **2.3.4. Módulo resiliente.-**

Es una relación que vincula las solicitaciones aplicadas y las deformaciones recuperables al suprimirse el estado de tensiones impuesto (Zagaceta, 2008: 90).

### **2.3.5. Serviciabilidad.-**

La Serviciabilidad de un pavimento es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo; en otra palabras, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción, de 5 (Perfecto); y un pavimento en franco deterioro o con un índice de serviciabilidad final que depende de la categoría del camino y se adopta en base a esto y al criterio del proyectista, con un valor de 0 (Pésimas condiciones) (Coronado, 2002: 43).

### **2.3.6. Confiabilidad.-**

Se entiende por confiabilidad de un proceso diseño-comportamiento de un pavimento a la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño (Montejo, 2006: 342).

### **2.3.7. Drenaje.-**

Se debe proteger la sección estructural de los pavimentos asfálticos de los efectos del agua exterior que pudiera penetrar en ellas. Este efecto es siempre nocivo por más que se extremen las precauciones para controlar la presencia siempre indeseable de los materiales arcillosos (Zagaceta, 2008: 87).

### **2.3.8. Coeficientes estructurales.-**

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente ( $a_i$ ), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento (Montejo, 2006: 345).

### **2.3.9. El período de diseño.-**

Es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento en función de la proyección del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones del entorno se comiencen a alterar desproporcionadamente (Coronado, 2002: 141).

### **2.3.10. Subrasante.-**

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub rasante (Coronado, 2002: 94).

### **2.3.11. Subbase.-**

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada. Esta capa de material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles (Coronado, 2002: 95).

### **2.3.12. Base.-**

Es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la subbase y a través de ésta a la subrasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura (Coronado, 2002: 96).

### **2.3.13. Superficie de rodadura.-**

Es la capa que se coloca sobre la base. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito de vehículos. Asimismo, la superficie de rodadura contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centímetros), excepto el caso de riegos superficiales, ya que para estos se considera nula (Coronado, 2002: 104).

#### **2.3.14. Costuras en campo.-**

Son algunas formas de costuras de geosintéticos son utilizadas en algunas aplicaciones que requieren la continuidad entre rollos adyacentes. Las técnicas de costuras incluye traslapar, coser, engrapar, amarrar, termo sellar, pegar y soldar. Algunas de estas técnicas son más convenientes para ciertos tipos de geosintéticos que otras. Por ejemplo los más eficientes y adecuados métodos usados para geotextiles son traslapar y coser, y estas técnicas las discutiremos primero. La primer técnica, el traslape simple, será más adecuada para proyectos en que se utilicen geotextiles y geomallas biaxiales. El traslape mínimo es de 30 cm. Traslapes mayores son requeridos para aplicaciones específicas. Si la transferencia de esfuerzo no es requerida entre rollos adyacentes, la única fuerza provista por un traslape es la fricción entre capas adyacentes de geotextiles, y por la fricción del relleno que pasa por las sustanciales aberturas de geomallas biaxiales. A menos que grandes presiones sobrecarguen el área, los traslapes son sustanciales y grandes y muy poco esfuerzo será transferido por el traslape.

#### **2.3.15. Condiciones ambientales para ensayo de geotextiles.-**

Aire que se mantiene a una humedad relativa entre 50% y 70% y a una temperatura de  $21 \pm 2$  °C. Las condiciones de laboratorio son esenciales para el ensayo TAA. Por ejemplo, con humedad excesiva (>70%) las partículas pueden pegarse entre ellas, mientras que con un humedad relativa baja (<50%) puede generarse un incremento de la electricidad estática.

#### **2.3.16. Tamaño de Abertura Aparente (TAA).-**

Es una propiedad que indica aproximadamente el tamaño máximo de la partícula que puede pasar efectivamente a través del geotextil. Esta propiedad también se conoce como. AOS (Aparent Opening Size).

#### **2.3.17. Rehabilitación superficial.-**

Las medidas de rehabilitación superficial resuelven problemas relacionados con las capas superiores del pavimento, usualmente

dentro de los 100 mm superiores. Las deficiencias que se presentan están relacionadas con el envejecimiento del asfalto y con el agrietamiento que se origina en la superficie debido a factores térmicos.

#### **2.3.18. Sistema de Membranas Antifisura S.A.M.I.-**

Una de las técnicas más exitosas para prolongar la vida útil de los pavimentos fisurados por reflexión, retardando la aparición de fisuras en la superficie de rodadura, es introducir una intercapa como membrana absorbente de los esfuerzos mecánicos concentrados en las fisuras de los pavimentos existentes deteriorados (Figura 9). Ésta técnica se le conoce como S.A.M.I. (por las siglas en inglés de Stress Absorbing Membrane Interlayer).

#### **2.3.19. Geotextiles.-**

Filtro o manto fabricado con fibras sintéticas, cuyas funciones se basan en la capacidad de filtración y en sus altas resistencias mecánicas, siendo éstas: separar, filtrar, drenar, reforzar y proteger. Pueden fabricarse de diferentes formas y sus aplicaciones abarcan prácticamente todos los campos de la ingeniería civil en donde se esté en contacto con el terreno.

#### **2.3.20. Repav.-**

Para conformar una membrana viscoelastoplástica, que cumpla función de barrera impermeabilizadora y membrana amortiguadora de esfuerzos. Esta membrana puede ser usada para el mantenimiento y construcción de nuevas vías.

#### **2.3.21. Cemento asfáltico.-**

El asfalto es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes. Como aplicación de estas propiedades el asfalto puede cumplir, en la construcción de pavimentos, las siguientes funciones: Contribuir a impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndolo poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua proveniente de la precipitación

y Proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados, capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos. Igualmente mejora la capacidad portante de la estructura, permitiendo disminuir su espesor. Manual de diseño con Geosintéticos, octava edición 2009, p.170.

### **2.3.22. Emulsiones asfálticas.-**

Las emulsiones asfálticas forman parte de los asfaltos líquidos. Es un sistema heterogéneo de dos fases normalmente inmiscibles, como son el asfalto y el agua, al que se le incorpora una pequeña cantidad de un agente activador de superficie, tensoactivo o emulsificante, de base jabonosa o solución alcalina, el cual mantiene en dispersión el sistema, siendo la fase continua el agua y la discontinua los glóbulos del asfalto, en tamaño, entre uno a diez micrones. Cuando la emulsión se pone en contacto con el agregado se produce un desequilibrio que la rompe, llevando a las partículas del asfalto a unirse a la superficie del agregado. El agua fluye o se evapora, separándose de las partículas pétreas recubiertas por el asfalto. De acuerdo con la velocidad de rotura, las emulsiones asfálticas pueden ser: De rompimiento rápido, rompimiento medio, de rompimiento lento. Manual técnico Maccaferri, 2010, p.171.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La utilización del geotextil contribuye técnica y económicamente en el mantenimiento del pavimento flexible en la en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km

### **2.4.2. Hipótesis específico.**

- a) Las fallas existentes en el pavimento flexible son; fisuras, parchados y baches.

- b) Los parámetros para diseñar el pavimento flexible son el conteo vehicular, estudio de tráfico vehicular, ejes equivalentes, diseño del pavimento flexible, determinación del espesor de la carpeta asfáltica.
- c) Las propiedades y funciones del geotextil no tejido que son utilizados en el mantenimiento de un pavimento flexible es alta resistencia, barrera impermeabilizante y retarda el calcado de fisuras.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición operacional de la variable**

#### **2.5.1.1. Variable independiente (x) - Geotextil:**

Fueron los primeros en ser desarrollados y representan casi una cuarta parte de los geotextiles usados en el mundo. Pueden ser fabricados de monofilamentos o, con tiras laminares o una combinación de ambos. Como su nombre lo indica, son hechos mediante procesos de tejido similares a los textiles de ropa y con leves patrones tales como el “uno arriba, uno abajo” (patrón sencillo), el “uno abajo, dos arriba” (patrón cruzado), o el “uno abajo, cinco arriba” (patrón satinado). Los geotextiles tejidos han ido ocupando con el tiempo y gracias al desarrollo de polímeros más resistentes, el nicho de materiales para refuerzo y separación, sobre todo por el confinamiento relativo que dan a las partículas del suelo. (Salvador, 2015)

Son un tipo de geosintético permeable compuesto por textiles. Son usados usualmente en rocas, tierra u otros. Se pueden clasificar por su proceso de fabricación. Entre ellos se encuentran: El tipo de polímetro empleado, el tipo de fibra empleada y el estilo de tela fabrica. En cuanto al tipo de polímero empleado, se puede comentar que la mayoría de

geotextiles son manufacturados de polipropileno (en 95% de los casos aproximadamente). (Koerner, 2012)

Otra forma de clasificar los geotextiles es por el estilo de tela usado. Entre ellos se encuentra el geotextil tejido y no tejido. El geotextil tejido posee una estructura plana y regular y contiene uno o varios juegos de hilos en dos direcciones usualmente formando ángulos rectos. El geotextil no tejido posee fibras orientadas aleatoriamente en una banda suelta unida por fundición parcial, punzonado o agentes químicos como gomas, látex, celulosa entre otros (Shukla, 2016).

### **Geotextil no tejido**

Son de enlace térmico, se producen rociando filamentos continuos de polímeros sobre una banda sinfín que luego pasa por unos rodillos calientes. La ausencia de cualquier tipo de orientación axial, típica de los geotextiles tejidos, da a los no tejidos una mayor resistencia isotrópica. Una desventaja de estos geotextiles radica en el hecho de que con el calor al cual son sometidos durante su fabricación, sus largas cadenas moleculares pueden reorientarse, lo que les resta en gran parte su resistencia y módulo de elasticidad. Este problema se puede resolver en gran parte utilizando heterofilamentos. (Salvador, 2015)

### **Operacionalizacion de variables (X)**

#### **Separación.-**

Se puede usar los (geotextiles), para separar las capas de la estructura de soporte de la vía, con diferentes propiedades y tamaños de agregados. Además, los geosintéticos pueden reducir la penetración de las partículas granulares dentro de una subrasante blanda, manteniendo de esta manera el

espesor y la integridad de las capas granulares, incrementando además la vida de servicio de la vía. (Shukla, 2016).

#### **Refuerzo.-**

Los geotextiles están instalados sobre subrasantes inestables, pueden eliminar la necesidad de reemplazar estos suelos, incrementando la capacidad de carga del sistema, debido a una mejor distribución de esfuerzos (Ver Fig. 5). Cuando se instalan dentro de las capas de base o sub base, los geotextiles pueden ayudar a reducir los asentamientos asociados con la dispersión lateral de los materiales de base y sub base. (Shukla, 2016).

#### **2.5.1.2. Variable dependiente (Y) - Mantenimiento de un pavimento flexible:**

Cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento rutinario y periódico para cumplir con su vida útil. (Olivera, 2000).

Este tipo se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular, las cuales generalmente van disminuyendo su calidad conforme se acercan más a la subrasante. Esto se debe a que los esfuerzos que se producen por el tránsito van disminuyendo con la profundidad y por razones económicas. La teoría que se utiliza para analizar su comportamiento es la teoría de capas de Burmister.

Huang, Y. (2004) Pavement analysis and design (Segunda ed.) New Jersey: Pearson Prentice Hall. Pág. 8.

En otras palabras, el pavimento es la súper estructura de una obra vial que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos en el proyecto. Los pavimentos se dividen en pavimentos rígidos y pavimentos flexibles, pero en este proyecto analizaremos los pavimentos flexibles. (Rico, 2005).

El pavimento flexible es una estructura conformada por una o varias capas de materiales apoyados íntegramente sobre el terreno, se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados preparadas para soportar las cargas repetidas del tránsito, en diferentes condiciones climáticas, sin agrietarse o deformarse excesivamente y con capacidad de transmitir las a los suelos de subrasante y de fundación, sin provocar hundimientos o asentamientos excesivos, dentro de un rango de serviciabilidad y durante el periodo de tiempo para el cual fue diseñado la estructura del pavimento. BENDEZU. (2014, Pg 6).

### **Operacionalización de variables (Y)**

#### **Deterioro de la superficie.-**

Los deterioros superficiales que presenta un pavimento que disminuyen la comodidad del usuario o la vida de servicio de esa estructura, frecuentemente corresponden técnicas constructivas deficientes. Para efectos prácticos, considera la toma de datos como la base metodológica principal a desarrollar a partir de la inspección visual del pavimento, debiéndose hacer las anotaciones de lo observado mientras se

camina sobre la red vial en estudio, en planillas especialmente preparadas para tal fin. (Booz, Barriga y Wilbur, 1999).

**Diseño.-**

En cuanto al diseño con geosintéticos, existen distintas metodologías que pueden ser consideradas para la elección del material. Entre ellas se encuentran las siguientes: El diseño por costo y disponibilidad, el diseño por especificación y por el diseño por función. Es importante resaltar que las normas para geo textiles emplean el diseño por especificación. (Shukla, 2016).

## 2.5.2. Operacionalización de la variable

| VARIABLES  | DIMENSIONES            | INDICADORES                                     | ITEMS  | INSTRUMENTO                               | ESCALA VALORATIVA  |
|--|------------------------|---|--|---|--|
| VARIABLE INDEPENDIENTE: GEOTEXTIL                            | REFUERZO               | Identifica los tipos de geotextiles             | Cuáles son los tipos de geotextiles que se someten a esfuerzos para mejorar la vida útil del pavimento flexible<br>Es necesario la colocación del geotextil para refuerzo en el mantenimiento de pavimento flexible.   | manual de diseño de geosinteticos pavco.  | Categorías:<br>1.Mecánicas<br>2.Hidráulicas<br>3. Físicas  |
|  |                        | conoce las propiedades de los refuerzos         | Será importante tener las especificaciones técnicas para refuerzo antes de utilizar el geotextil en el mantenimiento de pavimento flexible.  | Especificaciones técnicas.                |  |
|  | SEPARACION             | Identifica los tipos de geotextiles.            | Cuáles son los tipos de geotextiles que se somete a separación para mejorar la vida útil del pavimento flexible<br>Es necesario la colocación del geotextil para separación en el mantenimiento de pavimento flexible. | manual de diseño de geosinteticos pavco   |  |
|  |                        | conoce las propiedades de separacion            | Será importante tener las especificaciones técnicas para refuerzo antes de utilizar el geotextil en el mantenimiento de pavimento flexible.  | Especificaciones técnicas.                |  |
| VARIABLE DEPENDIENTE: MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE | EVALUACION SUPERFICIAL | Identifica los tipos de falla superficial       | Considera que el tipo de falla afecta a la vida útil del pavimento flexible.<br>Cuáles son las fallas más que afectan a deterioro del pavimento flexible.  | Ficha de observación.                     | Niveles:<br>1.Alto<br>2.Medio<br>3.Bajo  |
|  |                        | Determine el nivel de severidad                 | Los niveles de severidad que presenta el pavimento flexible en la actualidad están dentro del límite de serviciabilidad.<br>Es necesario determinar el nivel de severidad en un pavimento flexible.                    |   |  |
|  |                        | Conoce las posibles causas                      | Es importante conocer las causas para hacer un manteniendo adecuado del pavimento flexible.  |   |  |
|  |                        |   | Cuáles serían las posibles causas que afectan al pavimento flexible.   |   |  |
|  | DISEÑO                 | Realiza el estudio de mecánica de suelo.        | Es necesario realizar el estudio de mecánica de suelos para un mantenimiento de pavimento flexible.<br>Cuál sería el CBR óptimo para el diseño de pavimento flexible.  | Equipos de laboratorio de suelos para CBR | Categorías:<br>S0: Subrasante inadecuada.<br>S1: Subrasante pobre.<br>S2: Subrasante regular.<br>S3: Subrasante buena.<br>S4: Subrasante muy buena.<br>S5: Subrasante excelente. |
|  |                        | Determina el índice medio diario anual.         | Es necesario realizar el conteo vehicular los 07 días de la semana.<br>Es necesario cuantificar los vehículos ligeros para el diseño de pavimento flexible.  | Formatos para caracterizar el tráfico.    |  |
|  |                        | Determine la estructura del pavimento flexible. | Cuál es la estructura mínima de la carpeta asfáltica del pavimento flexible.   |   |  |
|  |                        |   | La metodología AASTHO-93 es aplicable para diseño de pavimento flexible.   |   |  |

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

El método general de investigación fue el: Método científico, dado que se trabaja de modo ordenado en el procedimiento para llegar al resultado o propósito determinado, así mismo sirve para verificar la hipótesis o propósitos definidos.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue aplicada porque analiza el pavimento flexible, basándose en los conocimientos de mantenimiento con la utilización de geotextil para solucionar los problemas,

#### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación empleado fue el descriptivo - explicativo, porque la investigación está orientada a hechos que vienen ocurriendo en la actualidad, además porque está dirigido a responder a las causas

de los eventos físicos, además se establece la relación causa- efecto de las variables.

### 3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue pre – experimental, ya que se caracterizan por un bajo nivel de control de las variables por tanto, baja validez interna y externa. El inconveniente de estos diseños es que el investigador no puede saber con certeza, después de llevar a cabo su investigación, que los efectos producidos en la variable dependiente se deben exclusivamente a la variable independiente o tratamiento, Buendía (1998:94).

$$M \quad x \quad O_1$$

Dónde:

M = mantenimiento de pavimento flexible

X = utilización de Geo textil

O<sub>1</sub> = post test

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

En esta investigación la población estuvo conformada por el pavimento flexible de la Av. Calmell del Solar, con aproximadamente 10 kilómetros.

#### 3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo fue el no aleatorio o dirigido, la muestra seleccionada fue el tramo entre la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

- Observación directa: Nos permite realizar la evaluación de fallas superficiales en un Pavimento flexible. Además conteo vehicular y toma de muestra del suelo.
- Análisis de documento: se considerará las fichas bibliográficas, de resumen, de párrafo; que nos servirán para estructurar el marco teórico referencial y conceptual de la presente investigación. Así mismo se tuvo presente los formatos del conteo vehicular, evaluación superficial y métodos de diseño.

Según SUÁREZ, Paúl (1998:36) sostiene que el fichaje “consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación”.

### **3.7. Instrumentos de recolección de datos**

- **Guías normativas**
  - Manual de Carreteras Suelos, Geología , Geotecnia y Pavimentos Aprobado por R.D.N.º 10-2014-MTC/14
- **Software**
  - El software Microsoft Excel
  - Microsoft Word
  - El software Autodesk Autocad Civil 3D
  - Geosoft Pavco

### **3.8. Procesamiento de la información**

- Para el estudio de Mantenimiento flexible con la utilización de Geotextil se utilizó el Microsoft Excel, Microsoft Word, AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, para procesar los datos cuantitativos y Cualitativos Así, para obtener resultados más fiables, se validó con el MANUAL DE CARRETERAS, SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS con sus diseños recomendados según presente cada peculiaridad de cada vía.
- Contar el total de vehículos según tipo, sentido y la hora de control para determinar el índice medio diario (IMD) en software Excel.
- Determinación de la capacidad de resistencia de corte del suelo de la subrasante (CBR) en el laboratorio de mecánica de suelos de INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
- Observación in-situ de las fallas superficiales del pavimento actual de la vía de estudio

Se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se detalló los función y uso de Geotextil con la finalidad de ver sus distintas aplicaciones en Obras , ya que el uso de los Geotextil es considerado hoy en día Practica Estándar en las siguientes aplicaciones
  - Filtros de drenes
  - Impermeabilización
  - Separadores y Refuerzos en carreteras temporales

### **3.9. Técnicas y análisis de datos**

- Metodología del AASTHO para diseño del pavimento flexible.
- Recolección y análisis de la información para el Mantenimiento de pavimento flexible con la utilización de geotextil.

- Recopilación de los planos, las normas y el tipo de perfil de suelo del pavimento existente.
- Definir las variables que se analizarán en la realización del análisis del pavimento flexible con la utilización de geotextil.
- Definir el software que proporcionara información para la obtención de resultados.
- Imprimir los resultados

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

A continuación se presenta el desarrollo y resultado obtenido de la investigación: “MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LOG.1+ 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016”, para lo cual se consideró la evaluación superficial, para poder identificar en qué estado se encuentra y así poder realizar el mantenimiento con la utilización de geotextil planteando un diseño, para un funcionamiento óptimo en función a los resultados obtenidos para lo cual se procesaron los datos cuantitativos y se analizaron los datos cualitativos, con el método y software respectivo, tomando como referencia la gran aplicabilidad en proyectos similares del geotextil en obras de ingeniería.

## 4.1. Estudios específicos

### 4.1.1. Estudios topográficos

Los trabajos realizados para el Estudio Topográfico dan como resultado Enlazados al sistema de coordenadas UTM WGS 84.

- Reference ellipsoid : WGS-84.
- Datum : WGS-84.
- Proyección : Universal Transversal Mercator.
- Zona : 18 Sur.
- Sector : L

Se han establecido 3 BM's de control, y varios cambios de estación. A partir de estas referencias que servirán de apoyo en el levantamiento Topográfico (toma de detalles y relleno topográfico) en la etapa del proyecto, se ha realizado el proceso de levantamiento topográfico. Posteriormente para los casos de verificación, supervisión, replanteo del Proyecto y control topográfico durante del proceso constructivo.

#### ✓ Ubicación

La zona de estudio está ubicada en las coordenadas geográficas

|           |                  |    |                  |
|-----------|------------------|----|------------------|
| Longitud: | 75° 12' 14.89" W | al | 75° 11' 44.78" W |
| Latitud:  | 12° 03' 28.84" S | al | 12° 02' 56.80" S |
| Altitud:  | 3280.00 msnm     | a  | 3311.00 msnm     |

Y con coordenadas UTM comprendidas entre

|            |   |              |
|------------|---|--------------|
| 8667023.23 | – | 8668007.99 N |
| 477782.72  | – | 478692.33 E  |

#### ✓ Descripción de la Zona de Trabajo

La zona de estudio se encuentra en la "A.V. CALMELL DEL SOLAR EN EL TRAMO DE AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE LOG.1+ 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO"

La zona de trabajo es básicamente urbana, conformada por una calle de ingreso, calles de acceso y circulación vehicular; veredas y circulación peatonal por donde pasa las redes de alcantarillado y redes de agua potable.

| NOMBRE | COTA    | COORDENADA NORTE | COORDENADA ESTE | UBICACIÓN                         |
|--------|---------|------------------|-----------------|-----------------------------------|
| BM-1   | 3280.00 | 8667023.23       | 477782.72       | ESQUINA DE A.V. CALMELL DEL SOLAR |
| BM-2   | 3294.00 | 8667583.52       | 478270.61       | ESQUINA DE J.R. SAN PEDRO         |
| BM-3   | 3311.00 | 8668007.99       | 478692.33       | ESQUINA DE J.R. SAN ROQUE         |

✓ *Procesamiento de la información de campo*

Toda la información tomada en el campo por la Estación Total fue transferida a una PC y recepcionada en la misma mediante el Software Topcon Link 7.0 para convertirlo a datos convencionales en formato Excel.CSV. El procesamiento, agrupación y edición de toda la información de campo se realizó con el Software de Topografía AutoCAD Civil 3D Versión 2016. Los datos obtenidos en campo se adjuntan en la tabla siguiente:

| PUNTO | NORTE      | ESTE      | COTA    | DESCRIPCION    |
|-------|------------|-----------|---------|----------------|
| 1     | 8667023.23 | 477782.72 | 3280.00 | LEANDRO TORRES |
| 2     | 8667108.83 | 477850.40 | 3283.00 | SANTA ISABEL   |

|    |            |           |         |              |
|----|------------|-----------|---------|--------------|
| 3  | 8667137.13 | 477710.38 | 3280.00 | A1           |
| 4  | 8667189.19 | 477735.19 | 3282.00 | A2           |
| 5  | 8666990.68 | 477803.22 | 3279.00 | A3           |
| 6  | 8667044.26 | 477885.32 | 3280.00 | A4           |
| 7  | 8667156.90 | 477880.02 | 3284.00 | SANTA MARIA  |
| 8  | 8667203.10 | 477743.28 | 3283.00 | B1           |
| 9  | 8667248.37 | 477771.41 | 3285.00 | B2           |
| 10 | 8667104.79 | 477863.61 | 3283.00 | B3           |
| 11 | 8667127.06 | 477939.37 | 3283.00 | B4           |
| 12 | 8667176.57 | 477889.28 | 3285.00 | SAN LUIS     |
| 13 | 8667261.71 | 477780.68 | 3285.00 | C1           |
| 14 | 8667305.67 | 477814.82 | 3287.00 | C2           |
| 15 | 8667147.88 | 477932.12 | 3284.00 | C3           |
| 16 | 8667231.90 | 478002.58 | 3287.00 | C4           |
| 17 | 8667319.02 | 478089.29 | 3289.00 | C5           |
| 18 | 8667198.40 | 477899.67 | 3285.00 | SANTA ROSA   |
| 19 | 8667313.73 | 477820.49 | 3287.00 | D1           |
| 20 | 8667335.09 | 477845.37 | 3287.00 | D2           |
| 21 | 8667246.35 | 477937.30 | 3287.00 | EJE          |
| 22 | 8667342.29 | 477853.28 | 3288.00 | E1           |
| 23 | 8667401.15 | 477902.77 | 3290.00 | E2           |
| 24 | 8667363.01 | 478046.66 | 3290.00 | SAN FERNANDO |

|    |            |           |         |             |
|----|------------|-----------|---------|-------------|
| 25 | 8667408.74 | 477908.85 | 3290.00 | F1          |
| 26 | 8667439.04 | 477923.75 | 3291.00 | F2          |
| 27 | 8667512.09 | 478054.83 | 3292.00 | F3          |
| 28 | 8667331.43 | 478099.72 | 3290.00 | F4          |
| 29 | 8667371.58 | 478125.08 | 3291.00 | F5          |
| 30 | 8667436.53 | 478137.45 | 3291.00 | F6          |
| 31 | 8667450.74 | 478136.18 | 3291.00 | SAN ANTONIO |
| 32 | 8667560.77 | 477974.10 | 3294.00 | G1          |
| 33 | 8667653.56 | 477999.20 | 3295.00 | G2          |
| 34 | 8667674.90 | 478095.27 | 3296.00 | G3          |
| 35 | 8667518.58 | 478187.24 | 3291.00 | G4          |
| 36 | 8667404.44 | 478206.43 | 3291.00 | G5          |
| 37 | 8667466.77 | 478247.08 | 3293.00 | G6          |
| 38 | 8667519.67 | 478206.24 | 3291.00 | SAN MARTIN  |
| 39 | 8667685.69 | 478106.83 | 3296.00 | H1          |
| 40 | 8667716.93 | 478162.59 | 3296.00 | H2          |
| 41 | 8667366.79 | 478364.37 | 3293.00 | H3          |
| 42 | 8667434.92 | 478418.80 | 3293.00 | H4          |
| 43 | 8667583.52 | 478270.61 | 3294.00 | SAN PEDRO   |
| 44 | 8667722.86 | 478169.98 | 3296.00 | I1          |
| 45 | 8667759.32 | 478223.91 | 3297.00 | I2          |
| 46 | 8667492.39 | 478379.96 | 3293.00 | I3          |

|    |            |           |         |             |
|----|------------|-----------|---------|-------------|
| 47 | 8667566.40 | 478426.15 | 3297.00 | I4          |
| 48 | 8667653.50 | 478340.76 | 3298.00 | SAN JUAN    |
| 49 | 8667694.14 | 478308.91 | 3297.00 | J1          |
| 50 | 8667762.04 | 478380.60 | 3301.00 | J2          |
| 51 | 8667692.28 | 478451.60 | 3301.00 | J3          |
| 52 | 8667620.73 | 478382.00 | 3298.00 | J4          |
| 53 | 8667733.23 | 478416.41 | 3301.00 | SAN JUDAS   |
| 54 | 8667771.97 | 478385.80 | 3301.00 | K1          |
| 55 | 8667863.53 | 478475.42 | 3305.00 | K2          |
| 56 | 8667700.84 | 478460.57 | 3301.00 | K3          |
| 57 | 8667790.96 | 478552.37 | 3305.00 | K4          |
| 58 | 8667829.37 | 478515.54 | 3305.00 | SAN AGUSTIN |
| 59 | 8667870.66 | 478489.35 | 3305.00 | L1          |
| 60 | 8668004.18 | 478606.19 | 3310.00 | L2          |
| 61 | 8667767.90 | 478609.22 | 3306.00 | L3          |
| 62 | 8667841.32 | 478635.32 | 3307.00 | L4          |
| 63 | 8667978.22 | 478694.50 | 3311.00 | L5          |
| 64 | 8668007.99 | 478692.33 | 3311.00 | SAN ROQUE   |

Los planos topográficos de la vía en estudio se presentan en el anexo 08

#### 4.1.2. Ensayos de CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Se realizó la excavación de calicata para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. La información registrada y las muestras se enviaron al laboratorio, los resultados son adjuntados en el anexo 04.

### 4.1.3. Análisis del pavimento flexible

| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE            |                    |       |   |           |                      |      |
|---|--------------------|-------|---|-----------|----------------------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                              |                    |       |   |           |                      |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> AV. LEANDRA TORRES HASTA JR. SANTA ISABEL |                    |       |   |           |                      |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA                |                    |       |   |           |                      |      |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( )       |                    |       |   |           |                      |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE  | GRAVEDAD           |       |   | EXTENSION |                      |      |
|   | Bajo               | Medio | Alto  | <20%      | 20%-50%              | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>   |                    |       |   |           |                      |      |
| Piel de cocodrilo   |                    |       |   |           |                      |      |
| Fisura longitudinal   | x                  |       |   | x         |                      |      |
| Deformacion por deficiencia est.  |                    |       |   |           |                      |      |
| Ahuellamiento   |                    |       |   |           |                      |      |
| Reparaciones o parchados  |                    |       | x   |           | x                    |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>   |                    |       |   |           |                      |      |
| Peladura y desprendimiento  | x                  |       |   | x         |                      |      |
| Baches (Huecos)   |                    |       | x   | x         |                      |      |
| Fisuras transversales   |                    |       |   |           |                      |      |
| Exudacion   |                    |       |   |           |                      |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                             |                    |       | AREA AFECTADA   |           | 72.00 m <sup>2</sup> |      |
| Excelente ( )   | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES:</b> se presentó precipitaciones pluviales por ello se observa presencia de agua en la superficie. Se presentan fisuras de tamaño 1.00mm en todo el tramo. |           |                      |      |
| Buena ( )   | Confortable        |       |   |           |                      |      |
| Regular ( x )   | Inconfortable      |       |   |           |                      |      |
| Mala ( )  | Irregular          |       |   |           |                      |      |
| Pesima ( )  | Peligroso          |       |   |           |                      |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal tiene un ancho de 8.00mm, presentándose en varias partes de este tramo.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 18.00m y de ancho 3.20m, se presentan varios parcheo siendo este el más incidente en el tramo.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es puntual sin aparición de la base granular presentándose en un área de 15.00m<sup>2</sup>.
- ✓ La falla bache (hueco) tiene un diámetro de 0.75m.



BACHE

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO

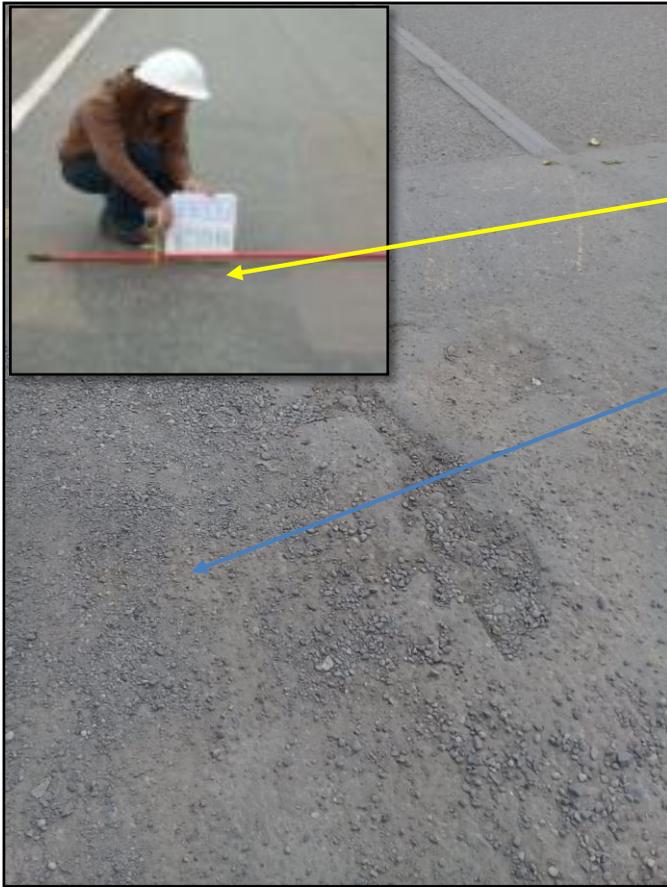


PARCHE

FISURA LONGITUDINAL

| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE         |                    |       |  |           |         |      |
|--|--------------------|-------|--|-----------|---------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                           |                    |       |  |           |         |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> JR. SANTA ISABEL HASTA JR. SANTA MARIA |                    |       |  |           |         |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA             |                    |       |  |           |         |      |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( )    |                    |       |  |           |         |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE   | GRAVEDAD           |       |  | EXTENSION |         |      |
|  | Bajo               | Medio | Alto   | <20%      | 20%-50% | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>  |                    |       |  |           |         |      |
| Piel de cocodrilo  |                    |       |  |           |         |      |
| Fisura longitudinal  | x                  |       |  | x         |         |      |
| Deformación por deficiencia est.                                     |                    |       |  |           |         |      |
| Ahuellamiento  | x                  |       |  | x         |         |      |
| Reparaciones o parchados   |                    | x     |  | x         |         |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>  |                    |       |  |           |         |      |
| Peladura y desprendimiento   |                    |       | x  |           | x       |      |
| Baches (Huecos)  |                    |       |  |           |         |      |
| Fisuras transversales  |                    |       |  |           |         |      |
| Exudación  |                    |       |  |           |         |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                          |                    |       | AREA AFECTADA  | 16.50 m2  |         |      |
| Excelente ( )  | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES:</b> según el análisis del pavimento flexible se pudo observar que tuvo mantenimiento para brindar serviciabilidad de confort al usuario. Se presentan fisuras de tamaño 1.20mm en todo el tramo. |           |         |      |
| Buena ( )  | Confortable        |       |  |           |         |      |
| Regular ( x )  | Inconfortable      |       |  |           |         |      |
| Mala ( )   | Irregular          |       |  |           |         |      |
| Pesima ( )   | Peligroso          |       |  |           |         |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal tiene un ancho de 7.00mm, presentándose en varias partes de este tramo.
- ✓ La falla ahuellamiento tiene una profundidad de 5.00mm siendo sensible al usuario.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 5.00m y de ancho 1.20m, se presentan varios parcheo siendo este el más incidente en el tramo.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es continuo con aparición de la base granular presentándose en un área de 2.50m2.



AHULLAMIENTO

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO



FISURA LONGITUDINAL

PARCHE

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO

| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE       |                    |       |  |           |          |      |
|--|--------------------|-------|--|-----------|----------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                         |                    |       |  |           |          |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> JR. SANTA MARIA HASTA JR. SANTA ROSA |                    |       |  |           |          |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA           |                    |       |  |           |          |      |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( )  |                    |       |  |           |          |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE                                       | GRAVEDAD           |       |  | EXTENSION |          |      |
|  | Bajo               | Medio | Alto   | <20%      | 20%-50%  | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>  |                    |       |  |           |          |      |
| Piel de cocodrilo  |                    |       |  |           |          |      |
| Fisura longitudinal  |                    |       | x  |           | x        |      |
| Deformación por deficiencia est.                                   |                    |       |  |           |          |      |
| Ahuellamiento  |                    |       |  |           |          |      |
| Reparaciones o parchados   |                    | x     |  | x         |          |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>  |                    |       |  |           |          |      |
| Peladura y desprendimiento   | x                  |       |  | x         |          |      |
| Baches (Huecos)  |                    |       |  |           |          |      |
| Fisuras transversales  |                    |       |  |           |          |      |
| Exudación  |                    |       |  |           |          |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                        |                    |       | AREA AFECTADA  |           | 36.50 m2 |      |
| Excelente ( )  | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES: Se puede observar que existió mantenimiento de fisuras las cuales reincidieron en dicha falla.</b> |           |          |      |
| Buena ( )  | Confortable        |       |  |           |          |      |
| Regular ( x )  | Inconfortable      |       |  |           |          |      |
| Mala ( )   | Irregular          |       |  |           |          |      |
| Pesima ( )   | Peligroso          |       |  |           |          |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal, denominado también grieta tiene un ancho de 50.00mm, presentándose en este tramo.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 12.00m y de ancho 2.40m, se presentan varios parcheo siendo este el más incidente en el tramo.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es puntual sin aparición de la base granular presentándose en un área de 4.00m2.



FISURA LONGITUDINAL



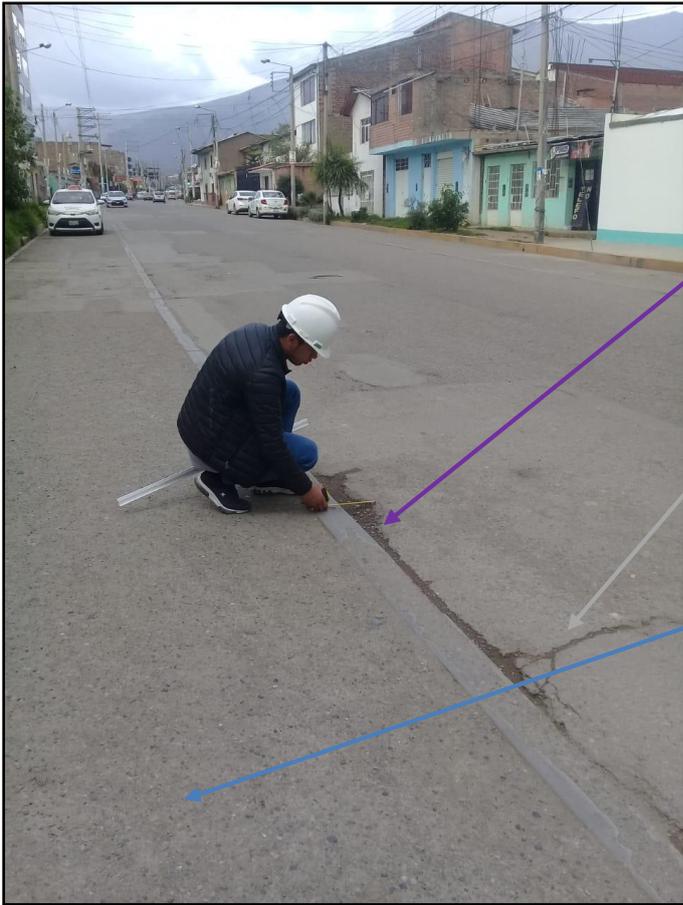
PELADURA Y DESPRENDIMIENTO

FISURA LONGITUDINAL

PARCHE

| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE        |                    |       |  |           |          |      |
|---|--------------------|-------|--|-----------|----------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                          |                    |       |  |           |          |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> JR. SANTA ROSA HASTA JR. SANTA TERESA |                    |       |  |           |          |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA            |                    |       |  |           |          |      |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( )   |                    |       |  |           |          |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE  | GRAVEDAD           |       |  | EXTENSION |          |      |
|   | Bajo               | Medio | Alto   | <20%      | 20%-50%  | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>   |                    |       |  |           |          |      |
| Piel de cocodrilo   |                    |       |  |           |          |      |
| Fisura longitudinal   |                    |       | x  |           | x        |      |
| Deformación por deficiencia est.                                    |                    |       |  |           |          |      |
| Ahuellamiento   |                    |       |  |           |          |      |
| Reparaciones o parchados  |                    | x     |  |           | x        |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>   |                    |       |  |           |          |      |
| Peladura y desprendimiento  | x                  |       |  | x         |          |      |
| Baches (Huecos)   |                    |       |  |           |          |      |
| Fisuras transversales   |                    | x     |  | x         |          |      |
| Exudación   |                    |       |  |           |          |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                         |                    |       | AREA AFECTADA  |           | 56.50 m2 |      |
| Excelente ( )   | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES:</b> según el análisis del pavimento flexible se pudo observar que tuvo mantenimiento para brindar serviciabilidad al usuario. Se presentan fisuras de tamaño 2.20 mm en todo el tramo. |           |          |      |
| Buena ( )   | Confortable        |       |  |           |          |      |
| Regular ( x )   | Inconfortable      |       |  |           |          |      |
| Mala ( )  | Irregular          |       |  |           |          |      |
| Pesima ( )  | Peligroso          |       |  |           |          |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal, denominado también grieta tiene un ancho de 25.00mm, presentándose en este tramo.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 15.00m y de ancho 3.40m, se presentan varios parcheo siendo este el más incidente en el tramo.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es puntual sin aparición de la base granular presentándose en un área de 5.20m2.
- ✓ La falla fisura transversal siendo ramificada, denominado también grieta tiene un ancho de 10.00mm



FISURA LONGITUDINAL

FISURA TRANSVERSAL

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO



PARCHE

FISURA LONGITUDINAL

| <b>NOMBRE DE LA VIA : AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE</b>           |                    |       |   |           |          |      |
|--|--------------------|-------|---|-----------|----------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :LOG.1 + 345 KM</b>                              |                    |       |   |           |          |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA: JR. SANTA TERESA HASTA PJE. SAN FERNANDO</b> |                    |       |   |           |          |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO : DEL CENTRO HACIA LA UPLA</b>               |                    |       |   |           |          |      |
| <b>CLASE DE VIA : Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( )</b>      |                    |       |   |           |          |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE   | GRAVEDAD           |       |   | EXTENSION |          |      |
|  | Bajo               | Medio | Alto  | <20%      | 20%-50%  | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>  |                    |       |   |           |          |      |
| Piel de cocodrilo  |                    |       |   |           |          |      |
| Fisura longitudinal  |                    |       | x   |           | x        |      |
| Deformación por deficiencia est.                                       |                    |       |   |           |          |      |
| Ahuellamiento  |                    |       |   |           |          |      |
| Reparaciones o parchados   |                    | x     |   | x         |          |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>  |                    |       |   |           |          |      |
| Peladura y desprendimiento   |                    | x     |   |           | x        |      |
| Baches (Huecos)  |                    |       |   |           |          |      |
| Fisuras transversales  |                    |       |   |           |          |      |
| Exudación  |                    |       |   |           |          |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                            |                    |       | AREA AFECTADA   |           | 18.00 m2 |      |
| Excelente ( )  | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES: la falla de mayor presencia es peladura y desprendimiento, en el tramo analizado.</b> |           |          |      |
| Buena ( )  | Confortable        |       |   |           |          |      |
| Regular ( x )  | Inconfortable      |       |   |           |          |      |
| Mala ( )   | Irregular          |       |   |           |          |      |
| Pesima ( )   | Peligroso          |       |   |           |          |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal, denominado también grieta tiene un ancho de 35.00mm, presentándose en este tramo.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 5.00m y de ancho 1.20m, se presentan varios parcheo siendo este el más incidente en el tramo.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es continuo sin aparición de la base granular presentándose en un área de 3.40m2.



PARCHE

FISURA LONGITUDINAL

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO



PELADURA Y DESPRENDIMIENTO

| <b>NOMBRE DE LA VIA : AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE</b>          |                    |       |   |           |          |      |
|---|--------------------|-------|---|-----------|----------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :LOG.1 + 345 KM</b>                             |                    |       |   |           |          |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA: PJE. SAN FERNANDO HASTA JR. SAN ANTONIO</b> |                    |       |   |           |          |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO : DEL CENTRO HACIA LA UPLA</b>              |                    |       |   |           |          |      |
| <b>CLASE DE VIA : Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( )</b>     |                    |       |   |           |          |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE  | GRAVEDAD           |       |   | EXTENSION |          |      |
|   | Bajo               | Medio | Alto  | <20%      | 20%-50%  | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>   |                    |       |   |           |          |      |
| Piel de cocodrilo   |                    |       |   |           |          |      |
| Fisura longitudinal   |                    |       | x   |           | x        |      |
| Deformación por deficiencia est.                                      |                    |       |   |           |          |      |
| Ahuellamiento   |                    |       |   |           |          |      |
| Reparaciones o parchados  | x                  |       |   | x         |          |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>   |                    |       |   |           |          |      |
| Peladura y desprendimiento  |                    | x     |   |           | x        |      |
| Baches (Huecos)   |                    |       |   |           |          |      |
| Fisuras transversales   |                    |       |   |           |          |      |
| Exudación   |                    |       |   |           |          |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                           |                    |       | AREA AFECTADA   |           | 13.50 m2 |      |
| Excelente ( )   | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES: la falla de mayor presencia es peladura y desprendimiento, en el tramo analizado. Se presentan fisuras de tamaño 1.00mm en todo el tramo.</b> |           |          |      |
| Buena ( )   | Confortable        |       |   |           |          |      |
| Regular ( x )   | Inconfortable      |       |   |           |          |      |
| Mala ( )  | Irregular          |       |   |           |          |      |
| Pesima ( )  | Peligroso          |       |   |           |          |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal, denominado también grieta tiene un ancho de 18.00mm, presentándose en este tramo.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 2.80m y de ancho 0.35m, se presentan varios parcheo siendo este el más incidente en el tramo.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es continuo sin aparición de la base granular presentándose en un área de 8.50m2.



FISURA LONGITUDINAL

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO

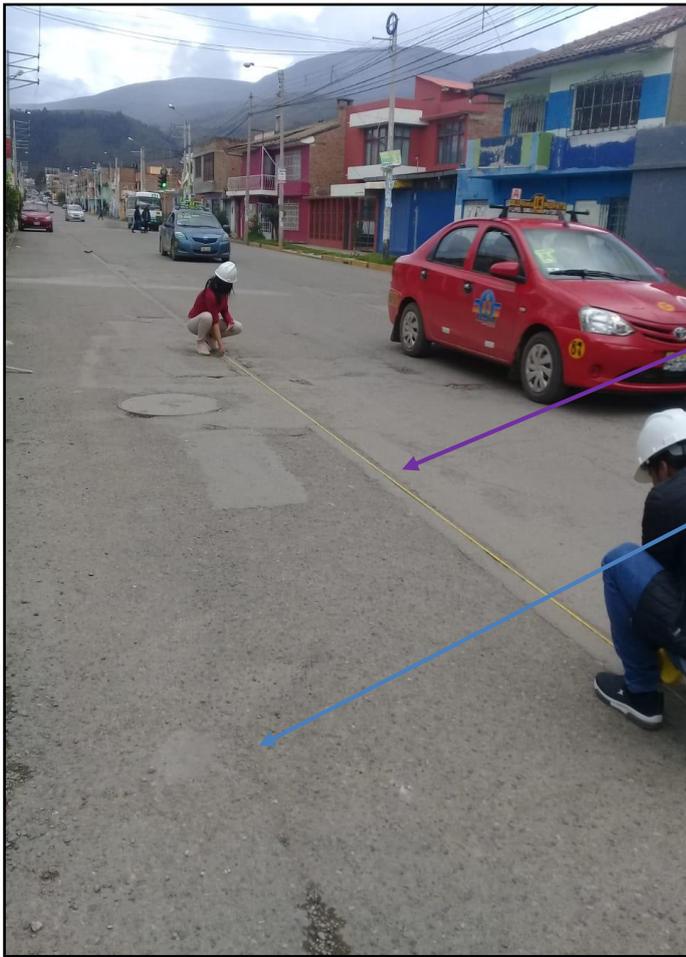


PARCHE

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO

| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE       |                    |       |  |           |         |      |
|--|--------------------|-------|--|-----------|---------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                         |                    |       |  |           |         |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> JR. SAN ANTONIO HASTA JR. SAN MARTIN |                    |       |  |           |         |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA           |                    |       |  |           |         |      |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( )  |                    |       |  |           |         |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE                                       | GRAVEDAD           |       |  | EXTENSION |         |      |
|  | Bajo               | Medio | Alto   | <20%      | 20%-50% | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>  |                    |       |  |           |         |      |
| Piel de cocodrilo  |                    |       |  |           |         |      |
| Fisura longitudinal  |                    |       | x  |           | x       |      |
| Deformación por deficiencia est.                                   |                    |       |  |           |         |      |
| Ahuellamiento  | x                  |       |  | x         |         |      |
| Reparaciones o parchados   |                    | x     |  |           | x       |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>  |                    |       |  |           |         |      |
| Peladura y desprendimiento   | x                  |       |  |           | x       |      |
| Baches (Huecos)  |                    |       | x  |           | x       |      |
| Fisuras transversales  |                    |       |  |           |         |      |
| Exudación  |                    |       |  |           |         |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                        |                    |       | AREA AFECTADA  | 13.50 m2  |         |      |
| Excelente ( )  | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES:</b> al realizar las mediciones tener cuidado con los vehículos, en el tramo analizado. Se presentan ahuellamiento de 5.00mm. Además se presenta deformación por deficiencia estructural 1.00cm |           |         |      |
| Buena ( )  | Confortable        |       |  |           |         |      |
| Regular ( x )  | Inconfortable      |       |  |           |         |      |
| Mala ( )   | Irregular          |       |  |           |         |      |
| Pesima ( )   | Peligroso          |       |  |           |         |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal tiene un ancho de 5.00mm, presentándose en varias partes de este tramo.
- ✓ La falla ahuellamiento tiene una profundidad de 6.00mm siendo sensible al usuario.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 15.00m y de ancho 2.20m, se presentan varios parcheo siendo este el más incidente en el tramo.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es continuo sin aparición de la base granular presentándose en un área de 4.50m2.
- ✓ La falla bache (hueco) tiene un diámetro de 0.50m.



FISURA LONGITUDINAL

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO



PARCHE

BACHE

AHULLAMIENTO

| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE      |                    |       |   |           |          |      |
|---|--------------------|-------|---|-----------|----------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                        |                    |       |   |           |          |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> JR. SAN MARTIN HASTA JR. SAN PEDRO  |                    |       |   |           |          |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA          |                    |       |   |           |          |      |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( ) |                    |       |   |           |          |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE                                      | GRAVEDAD           |       |   | EXTENSION |          |      |
|   | Bajo               | Medio | Alto  | <20%      | 20%-50%  | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>                                       |                    |       |   |           |          |      |
| Piel de cocodrilo   |                    |       |   |           |          |      |
| Fisura longitudinal   |                    | x     |   |           | x        |      |
| Deformación por deficiencia est.                                  |                    |       |   |           |          |      |
| Ahuellamiento   |                    |       |   |           |          |      |
| Reparaciones o parchados  |                    | x     |   |           | x        |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>                                       |                    |       |   |           |          |      |
| Peladura y desprendimiento  |                    | x     |   |           | x        |      |
| Baches (Huecos)   |                    |       | x   |           | x        |      |
| Fisuras transversales   |                    |       |   |           |          |      |
| Exudación   |                    |       |   |           |          |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                       |                    |       | AREA AFECTADA   |           | 43.50 m2 |      |
| Excelente ( )   | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES:</b> la falla de mayor presencia es el bache, en el tramo analizado. Se presentan fisuras de tamaño 0.20mm en todo el tramo. |           |          |      |
| Buena ( )   | Confortable        |       |   |           |          |      |
| Regular ( x )   | Inconfortable      |       |   |           |          |      |
| Mala ( )  | Irregular          |       |   |           |          |      |
| Pesima ( )  | Peligroso          |       |   |           |          |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal tiene un ancho de 5.00mm, presentándose en varias partes de este tramo.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 15.00m y de ancho 2.90m, se presentan varios parcheo siendo este el más incidente en el tramo.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es continuo sin aparición de la base granular presentándose en un área de 7.00m2.
- ✓ La falla bache (hueco) tiene un diámetro de 1.10m.



BACHE

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO



FISURA LONGITUDINAL

PARCHE

| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE      |                    |       |   |           |          |      |
|---|--------------------|-------|---|-----------|----------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                        |                    |       |   |           |          |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> JR. SAN PEDRO HASTA JR. SAN JUAN    |                    |       |   |           |          |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA          |                    |       |   |           |          |      |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( ) |                    |       |   |           |          |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE                                      | GRAVEDAD           |       |   | EXTENSION |          |      |
|   | Bajo               | Medio | Alto  | <20%      | 20%-50%  | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>                                       |                    |       |   |           |          |      |
| Piel de cocodrilo   |                    |       |   |           |          |      |
| Fisura longitudinal   |                    | x     |   |           | x        |      |
| Deformación por deficiencia est.                                  |                    |       |   |           |          |      |
| Ahuellamiento   |                    |       |   |           |          |      |
| Reparaciones o parchados  | x                  |       |   | x         |          |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>                                       |                    |       |   |           |          |      |
| Peladura y desprendimiento  |                    | x     |   |           | x        |      |
| Baches (Huecos)   |                    |       |   |           |          |      |
| Fisuras transversales   |                    |       | x   |           | x        |      |
| Exudación   |                    |       |   |           |          |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                       |                    |       | AREA AFECTADA   |           | 23.00 m2 |      |
| Excelente ( )   | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES:</b> la presencia de los vehículos a este horario no deja avanzar. Se presentan ahuellamiento con una profundidad de 4.00mm en el tramo. |           |          |      |
| Buena ( )   | Confortable        |       |   |           |          |      |
| Regular ( x )   | Inconfortable      |       |   |           |          |      |
| Mala ( )  | Irregular          |       |   |           |          |      |
| Pesima ( )  | Peligroso          |       |   |           |          |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal tiene un ancho de 8.00mm, presentándose en varias partes de este tramo.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 4.20m y de ancho 0.60m, se presentan varios parcheo siendo este el más incidente en el tramo.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es continuo sin aparición de la base granular presentándose en un área de 10.00m2.
- ✓ La falla fisura transversal correspondiente a una fisura abierta denominada también grieta, teniendo un ancho de 25.00mm.



FISURA LONGITUDINAL

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO



FISURA TRANSVERSAL

PARCHE

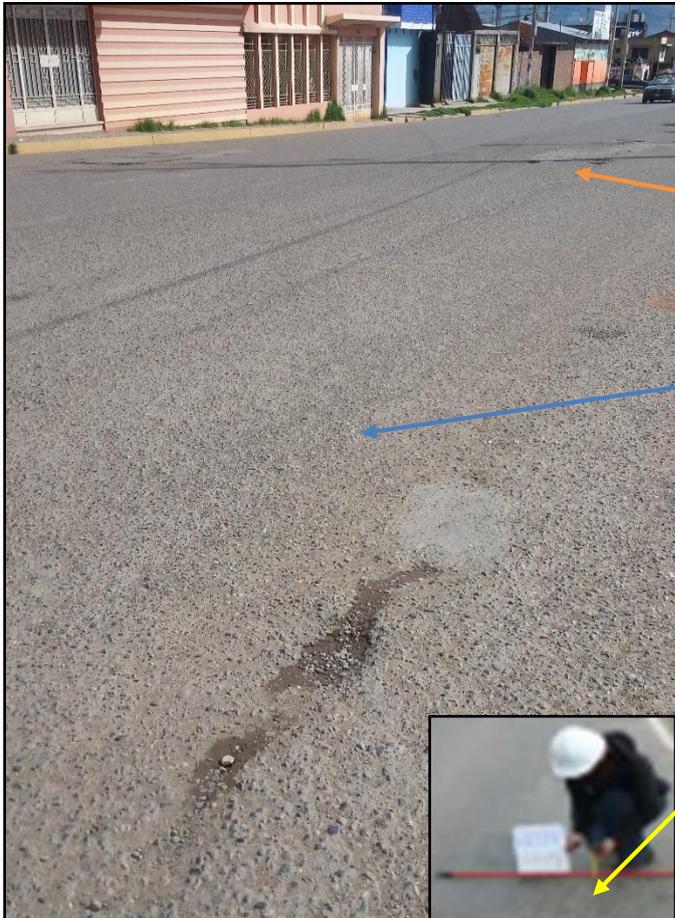
| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE      |                    |       |  |                      |         |      |
|---|--------------------|-------|--|----------------------|---------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                        |                    |       |  |                      |         |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> JR. SAN JUAN HASTA JR. SAN JUDAS    |                    |       |  |                      |         |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA          |                    |       |  |                      |         |      |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( ) |                    |       |  |                      |         |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE                                      | GRAVEDAD           |       |  | EXTENSION            |         |      |
|   | Bajo               | Medio | Alto   | <20%                 | 20%-50% | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>                                       |                    |       |  |                      |         |      |
| Piel de cocodrilo   |                    |       |  |                      |         |      |
| Fisura longitudinal   |                    | x     |  |                      |         | x    |
| Deformación por deficiencia est.                                  |                    |       |  |                      |         |      |
| Ahuellamiento   | x                  |       |  | x                    |         |      |
| Reparaciones o parchados  | x                  |       |  | x                    |         |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>                                       |                    |       |  |                      |         |      |
| Peladura y desprendimiento  |                    | x     |  |                      | x       |      |
| Baches (Huecos)   |                    |       | x  |                      | x       |      |
| Fisuras transversales   |                    |       |  |                      |         |      |
| Exudación   |                    |       |  |                      |         |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                       |                    |       | AREA AFECTADA  | 28.00 m <sup>2</sup> |         |      |
| Excelente ( )   | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES:</b> la falla de mayor presencia es el bache. Además se presenta deformación por deficiencia estructural 1.00cm. Para medir tener bien firme y recta la regla de metal. |                      |         |      |
| Buena ( )   | Confortable        |       |  |                      |         |      |
| Regular ( x )   | Inconfortable      |       |  |                      |         |      |
| Mala ( )  | Irregular          |       |  |                      |         |      |
| Pesima ( )  | Peligroso          |       |  |                      |         |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal tiene un ancho de 5.00mm, presentándose en varias partes de este tramo.
- ✓ La falla ahuellamiento tiene una profundidad de 6.00mm siendo sensible al usuario.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 2.20m<sup>2</sup> y de ancho 1.60m<sup>2</sup>.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es continuo sin aparición de la base granular presentándose en un área de 20.00m<sup>2</sup>.
- ✓ La falla bache tiene un diámetro de 0.12m



FISURA LONGITUDINAL

BACHE



PARCHE

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO

AHULLAMIENTO

|   |                    |              |  |                  |                |                |
|---|--------------------|--------------|--|------------------|----------------|----------------|
| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE      |                    |              |  |                  |                |                |
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                        |                    |              |  |                  |                |                |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> JR. SAN JUDAS HASTA CALLE BELEN     |                    |              |  |                  |                |                |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA          |                    |              |  |                  |                |                |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( ) |                    |              |  |                  |                |                |
| <b>FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE</b>                               | <b>GRAVEDAD</b>    |              |  | <b>EXTENSION</b> |                |                |
|   | <b>Bajo</b>        | <b>Medio</b> | <b>Alto</b>  | <b>&lt;20%</b>   | <b>20%-50%</b> | <b>&gt;50%</b> |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>                                       |                    |              |  |                  |                |                |
| Piel de cocodrilo   |                    |              |  |                  |                |                |
| Fisura longitudinal   |                    |              | x  |                  | x              |                |
| Deformación por deficiencia est.                                  |                    |              |  |                  |                |                |
| Ahuellamiento   |                    |              |  |                  |                |                |
| Reparaciones o parchados  |                    |              | x  |                  | x              |                |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>                                       |                    |              |  |                  |                |                |
| Peladura y desprendimiento  |                    | x            |  |                  | x              |                |
| Baches (Huecos)   |                    |              |  |                  |                |                |
| Fisuras transversales   |                    |              |  |                  |                |                |
| Exudación   |                    |              |  |                  |                |                |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                       |                    |              | <b>AREA AFECTADA</b>   | 28.00 m2         |                |                |
| Excelente ( )   | Suave y Placentero |              | <b>OBSERVACIONES: Se puede observar que existió mantenimiento de fisuras las cuales reincidieron en dicha falla.</b> |                  |                |                |
| Buena ( )   | Confortable        |              |  |                  |                |                |
| Regular ( x )   | Inconfortable      |              |  |                  |                |                |
| Mala ( )  | Irregular          |              |  |                  |                |                |
| Pesima ( )  | Peligroso          |              |  |                  |                |                |

- ✓ La falla fisura longitudinal tiene un ancho de 45.00mm, presentándose en varias partes de este tramo.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 12.50m y de ancho 1.70m.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es continuo sin aparición de la base granular presentándose en un área de 16.00m2.



FISURA LONGITUDINAL

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO



PARCHE

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO

| <b>NOMBRE DE LA VIA :</b> AV. LEANDRO TORRES – JR. SAN ROQUE      |                    |       |  |           |         |      |
|---|--------------------|-------|--|-----------|---------|------|
| <b>LONGITUD DEL TRAMO :</b> LOG.1 + 345 KM                        |                    |       |  |           |         |      |
| <b>UBICACIÓN DE LA FALLA:</b> CALLE BELEN HASTA JR. SAN ROQUE     |                    |       |  |           |         |      |
| <b>DIRECCION DEL TRANSITO :</b> DEL CENTRO HACIA LA UPLA          |                    |       |  |           |         |      |
| <b>CLASE DE VIA :</b> Regional ( ) ; Provincial ( x ) ; Local ( ) |                    |       |  |           |         |      |
| FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE                                      | GRAVEDAD           |       |  | EXTENSION |         |      |
|   | Bajo               | Medio | Alto   | <20%      | 20%-50% | >50% |
| <b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>                                       |                    |       |  |           |         |      |
| Piel de cocodrilo   |                    |       |  |           |         |      |
| Fisura longitudinal   |                    |       | x  |           |         | x    |
| Deformación por deficiencia est.                                  |                    |       |  |           |         |      |
| Ahuellamiento   |                    |       |  |           |         |      |
| Reparaciones o parchados  |                    | x     |  |           | x       |      |
| <b>FALLAS SUPERFICIALES</b>                                       |                    |       |  |           |         |      |
| Peladura y desprendimiento  |                    | x     |  |           | x       |      |
| Baches (Huecos)   |                    | x     |  |           | x       |      |
| Fisuras transversales   |                    |       |  |           |         |      |
| Exudación   |                    |       |  |           |         |      |
| <b>RAZONES DE LAS CONDICIONES DE MANEJO</b>                       |                    |       | AREA AFECTADA  | 18.50 m2  |         |      |
| Excelente ( )   | Suave y Placentero |       | <b>OBSERVACIONES:</b> Se puede observar que existió mantenimiento de fisuras las cuales reincidieron en dicha falla. Tener cuidado al realizar las mediciones con el tránsito vehicular. |           |         |      |
| Buena ( )   | Confortable        |       |  |           |         |      |
| Regular ( x )   | Inconfortable      |       |  |           |         |      |
| Mala ( )  | Irregular          |       |  |           |         |      |
| Pesima ( )  | Peligroso          |       |  |           |         |      |

- ✓ La falla fisura longitudinal tiene un ancho de 40.00mm, presentándose en varias partes de este tramo.
- ✓ La falla reparación o parcheo tiene de largo 5.00m y de ancho 2.00m.
- ✓ La falla peladura y desprendimiento es continuo sin aparición de la base granular presentándose en un área de 6.00m2.
- ✓ La falla bache tiene un diámetro de 0.9m.



FISURA LONGITUDINAL

PELADURA Y DESPRENDIMIENTO



PARCHE

BACHE

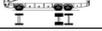
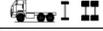
PELADURA Y DESPRENDIMIENTO

a) El conteo vehicular se realizó de la UPLA hacia el CENTRO (carril derecho)

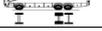
| CONTEO DE VEHICULOS   |                               |   |   |   |   |   |                |
|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|----------------|
|  | ESTACION : 01                 |   |   |   |   |   |                |
|   | SENTIDO: UPLA HACIA EL CENTRO |   |   |   |   |   |                |
|   | FECHA : 17/09/2018            |   |   | DIA : LUNES   |   |   |                |
| HORA  |                               | BUSES   |   |   | SEMI  | TOTAL   |                |
| DIAGRAMA  | LIGEROS                       | B2  | B3-1  | C2  | C3  | T3S2  |                |
| VEH.  |                               |  |  |  |  |  |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 192                           | 1   | -   | 1   | -   | -   | 194            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 293                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 295            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 285                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 286            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 260                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 261            |
| 10:00 am a 11:00 am   | 248                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 250            |
| 11:00 am a 12:00 pm   | 226                           | -   | -   | 1   | -   | 1   | 228            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 147                           | -   | 1   | 1   | -   | -   | 149            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 145                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 147            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 152                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 155            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 255                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 257            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 277                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 279            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 382                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 384            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 341                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 344            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 310                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 311            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 293                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 295            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 234                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 237            |
| 10:00 pm a 11:00 pm   | 175                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 176            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 122                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 123            |
| 1:00 am a 2:00 am   | 115                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 117            |
| 2:00 am a 3:00 am   | 90                            | -   | -   | -   | -   | -   | 90             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 83                            | -   | -   | -   | -   | -   | 83             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 110                           | -   | -   | -   | 3   | -   | 113            |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 164                           | -   | -   | 3   | 2   | -   | 169            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>4899</b>                   | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>36</b>   | <b>5</b>  | <b>1</b>  | <b>4943</b>    |
| <b>%</b>  | <b>99.11%</b>                 | <b>0.02%</b>  | <b>0.02%</b>  | <b>0.73%</b>  | <b>0.10%</b>  | <b>0.02%</b>  | <b>100.00%</b> |

| CONTEO DE VEHICULOS |                               |              |              |              |              |              |                |
|---------------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
|                     | ESTACION : 01                 |              |              |              |              |              |                |
|                     | SENTIDO: UPLA HACIA EL CENTRO |              |              |              |              |              |                |
|                     | FECHA : 18/09/2018            |              |              |              | DIA : MARTES |              |                |
| HORA                |                               | BUSES        |              |              | SEMI         |              | TOTAL          |
| DIAGRAMA            | LIGEROS                       | B2           | B3-1         | C2           | C3           | T3S2         |                |
| VEH.                |                               |              |              |              |              |              |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 191                           | -            | -            | 1            | -            | 1            | 193            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 293                           | 1            | -            | 2            | -            | -            | 296            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 286                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 288            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 260                           | -            | -            | 3            | -            | -            | 263            |
| 10:00 am a 11:00 am | 250                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 251            |
| 11:00 am a 12:00 pm | 225                           | -            | -            | 3            | -            | -            | 228            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 149                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 150            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 145                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 146            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 152                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 153            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 255                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 257            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 276                           | -            | -            | 2            | 1            | -            | 279            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 382                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 384            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 351                           | -            | -            | 3            | -            | -            | 354            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 309                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 310            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 293                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 295            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 234                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 236            |
| 10:00 pm a 11:00 pm | 173                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 174            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 122                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 124            |
| 1:00 am a 2:00 am   | 121                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 123            |
| 2:00 am a 3:00 am   | 91                            | -            | -            | -            | -            | -            | 91             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 83                            | -            | -            | -            | -            | -            | 83             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 112                           | -            | -            | -            | 1            | -            | 113            |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 162                           | -            | -            | 3            | 2            | -            | 167            |
| <b>TOTAL</b>        | <b>4915</b>                   | <b>1</b>     | <b>0</b>     | <b>37</b>    | <b>4</b>     | <b>1</b>     | <b>4958</b>    |
| <b>%</b>            | <b>99.13%</b>                 | <b>0.02%</b> | <b>0.00%</b> | <b>0.75%</b> | <b>0.08%</b> | <b>0.02%</b> | <b>100.00%</b> |

| CONTEO DE VEHICULOS |                               |              |              |              |                 |              |                |
|---------------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|----------------|
|                     | ESTACION : 01                 |              |              |              |                 |              |                |
|                     | SENTIDO: UPLA HACIA EL CENTRO |              |              |              |                 |              |                |
|                     | FECHA : 19/09/2018            |              |              |              | DIA : MIERCOLES |              |                |
| HORA                |                               | BUSES        |              | SEMI         |                 | TOTAL        |                |
| DIAGRAMA            | LIGEROS                       | B2           | B3-1         | C2           | C3              | T3S2         |                |
| VEH.                |                               |              |              |              |                 |              |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 194                           | 1            | -            | 1            | -               | -            | 196            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 293                           | -            | -            | 3            | -               | -            | 296            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 176                           | -            | -            | 1            | -               | -            | 177            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 260                           | -            | -            | 3            | -               | -            | 263            |
| 10:00 am a 11:00 am | 248                           | -            | -            | 1            | 1               | -            | 250            |
| 11:00 am a 12:00 pm | 227                           | -            | -            | 1            | -               | -            | 228            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 165                           | -            | 1            | 2            | -               | -            | 168            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 145                           | -            | -            | 2            | -               | -            | 147            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 172                           | -            | -            | 3            | -               | -            | 175            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 277                           | -            | -            | 2            | -               | -            | 279            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 278                           | -            | -            | 2            | -               | -            | 280            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 371                           | -            | -            | 2            | -               | -            | 373            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 341                           | -            | -            | 1            | -               | -            | 342            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 311                           | -            | -            | 2            | -               | -            | 313            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 293                           | -            | -            | 2            | -               | -            | 295            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 243                           | -            | -            | 1            | -               | -            | 244            |
| 10:00 pm a 11:00 pm | 175                           | -            | -            | 1            | -               | -            | 176            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 121                           | -            | -            | 1            | -               | -            | 122            |
| 1:00 am a 2:00 am   | 112                           | -            | -            | 2            | -               | -            | 114            |
| 2:00 am a 3:00 am   | 89                            | -            | -            | -            | -               | -            | 89             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 80                            | -            | -            | -            | -               | -            | 80             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 110                           | -            | -            | -            | 3               | -            | 113            |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 161                           | -            | -            | 1            | 2               | -            | 164            |
| <b>TOTAL</b>        | <b>4842</b>                   | <b>1</b>     | <b>1</b>     | <b>34</b>    | <b>6</b>        | <b>0</b>     | <b>4884</b>    |
| <b>%</b>            | <b>99.14%</b>                 | <b>0.02%</b> | <b>0.02%</b> | <b>0.70%</b> | <b>0.12%</b>    | <b>0.00%</b> | <b>100.00%</b> |

| CONTEO DE VEHICULOS   |                               |   |   |   |   |   |         |
|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
|  | ESTACION : 01                 |   |   |   |   |   |         |
|   | SENTIDO: UPLA HACIA EL CENTRO |   |   |   |   |   |         |
|   | FECHA : 20/09/2018            |   |   |   | DIA : JUEVES  |   |         |
| HORA  |                               | BUSES   |   |   | SEMI  |   | TOTAL   |
| DIAGRAMA  | LIGEROS                       | B2  | B3-1  | C2  | C3  | T3S2  |         |
| VEH.  |                               |  |  |  |  |  |         |
| 6:00 am a 7:00 am   | 192                           | 1   | -   | 2   | -   | 1   | 196     |
| 7:00 am a 8:00 am   | 293                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 295     |
| 8:00 am a 9:00 am   | 276                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 279     |
| 9:00 am a 10:00 am  | 261                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 264     |
| 10:00 am a 11:00 am   | 264                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 265     |
| 11:00 am a 12:00 pm   | 220                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 221     |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 151                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 152     |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 145                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 147     |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 152                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 153     |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 243                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 245     |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 267                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 268     |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 391                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 393     |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 352                           | -   | -   | 2   | 1   | -   | 355     |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 309                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 311     |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 295                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 297     |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 234                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 235     |
| 10:00 pm a 11:00 pm   | 168                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 170     |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 132                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 134     |
| 1:00 am a 2:00 am   | 117                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 119     |
| 2:00 am a 3:00 am   | 95                            | -   | -   | -   | -   | -   | 95      |
| 3:00 am a 4:00 am   | 87                            | -   | -   | -   | -   | -   | 87      |
| 4:00 am a 5:00 am   | 111                           | -   | -   | -   | 1   | -   | 112     |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 167                           | -   | -   | 2   | 1   | -   | 170     |
| TOTAL   | 4922                          | 1   | 0   | 36  | 3   | 1   | 4963    |
| %   | 99.17%                        | 0.02%   | 0.00%   | 0.73%   | 0.06%   | 0.02%   | 100.00% |

| CONTEO DE VEHICULOS   |                               |   |   |   |   |   |                |
|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|----------------|
|  | ESTACION : 01                 |   |   |   |   |   |                |
|   | SENTIDO: UPLA HACIA EL CENTRO |   |   |   |   |   |                |
|   | FECHA : 21/09/2018            |   |   |   | DIA : VIERNES   |   |                |
| HORA  |                               | BUSES   |   |   | SEMI  |   | TOTAL          |
| DIAGRAMA  | LIGEROS                       | B2  | B3-1  | C2  | C3  | T3S2  |                |
| VEH.  |                               |  |  |  |  |  |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 195                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 197            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 294                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 296            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 289                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 290            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 267                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 268            |
| 10:00 am a 11:00 am   | 251                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 252            |
| 11:00 am a 12:00 pm   | 227                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 228            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 151                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 152            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 147                           | -   | -   | 2   | -   | 1   | 150            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 149                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 152            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 253                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 255            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 276                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 279            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 381                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 383            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 332                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 333            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 311                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 312            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 294                           | 1   | -   | 1   | -   | -   | 296            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 243                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 246            |
| 10:00 pm a 11:00 pm   | 176                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 177            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 123                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 126            |
| 1:00 am a 2:00 am   | 112                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 114            |
| 2:00 am a 3:00 am   | 91                            | -   | -   | -   | -   | -   | 91             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 86                            | -   | -   | -   | -   | -   | 86             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 113                           | -   | -   | -   | 2   | -   | 115            |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 174                           | -   | -   | 3   | 2   | -   | 179            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>4935</b>                   | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>36</b>   | <b>4</b>  | <b>1</b>  | <b>4977</b>    |
| <b>%</b>  | <b>99.16%</b>                 | <b>0.02%</b>  | <b>0.00%</b>  | <b>0.72%</b>  | <b>0.08%</b>  | <b>0.02%</b>  | <b>100.00%</b> |

| CONTEO DE VEHICULOS   |                               |   |   |   |   |   |         |
|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
|  | ESTACION : 01                 |   |   |   |   |   |         |
|   | SENTIDO: UPLA HACIA EL CENTRO |   |   |   |   |   |         |
|   | FECHA : 22/09/2018            |   |   |   | DIA : SABADO  |   |         |
| HORA  |                               | BUSES   |   |   | SEMI  |   | TOTAL   |
| DIAGRAMA  | LIGEROS                       | B2  | B3-1  | C2  | C3  | T3S2  |         |
| VEH.  |                               |  |  |  |  |  |         |
| 6:00 am a 7:00 am   | 172                           | -   | -   | 1   | 2   | -   | 175     |
| 7:00 am a 8:00 am   | 271                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 273     |
| 8:00 am a 9:00 am   | 263                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 264     |
| 9:00 am a 10:00 am  | 240                           | -   | -   | 3   | -   | -   | 243     |
| 10:00 am a 11:00 am   | 227                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 228     |
| 11:00 am a 12:00 pm   | 208                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 209     |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 126                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 128     |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 122                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 124     |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 132                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 133     |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 232                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 234     |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 244                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 246     |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 367                           | -   | -   | 2   | -   | -   | 369     |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 321                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 322     |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 300                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 301     |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 276                           | -   | -   | 2   | 2   | -   | 280     |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 211                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 212     |
| 10:00 pm a 11:00 pm   | 166                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 167     |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 112                           | -   | -   | 1   | -   | -   | 113     |
| 1:00 am a 2:00 am   | 98                            | -   | -   | -   | -   | -   | 98      |
| 2:00 am a 3:00 am   | 81                            | -   | -   | -   | -   | -   | 81      |
| 3:00 am a 4:00 am   | 82                            | -   | -   | -   | -   | -   | 82      |
| 4:00 am a 5:00 am   | 101                           | -   | -   | -   | 2   | -   | 103     |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 154                           | -   | -   | 3   | 2   | -   | 159     |
| TOTAL   | 4506                          | 0   | 0   | 30  | 8   | 0   | 4544    |
| %   | 99.16%                        | 0.00%   | 0.00%   | 0.66%   | 0.18%   | 0.00%   | 100.00% |

| CONTEO DE VEHICULOS |                               |              |              |              |               |              |                |
|---------------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|
|                     | ESTACION : 01                 |              |              |              |               |              |                |
|                     | SENTIDO: UPLA HACIA EL CENTRO |              |              |              |               |              |                |
|                     | FECHA : 23/09/2018            |              |              |              | DIA : DOMINGO |              |                |
| HORA                |                               | BUSES        |              |              | SEMI          |              | TOTAL          |
| DIAGRAMA            | LIGEROS                       | B2           | B3-1         | C2           | C3            | T3S2         |                |
| VEH.                |                               |              |              |              |               |              |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 173                           | -            | -            | 3            | 2             | -            | 178            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 271                           | -            | -            | 2            | -             | -            | 273            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 165                           | -            | -            | 2            | -             | -            | 167            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 240                           | -            | -            | 3            | -             | -            | 243            |
| 10:00 am a 11:00 am | 224                           | -            | -            | 1            | -             | -            | 225            |
| 11:00 am a 12:00 pm | 208                           | -            | -            | 1            | -             | -            | 209            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 123                           | -            | -            | 1            | -             | -            | 124            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 122                           | -            | -            | 2            | -             | -            | 124            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 112                           | -            | -            | 3            | -             | -            | 115            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 232                           | -            | -            | 2            | -             | -            | 234            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 244                           | -            | -            | 2            | -             | -            | 246            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 367                           | -            | -            | 2            | -             | -            | 369            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 321                           | -            | -            | 1            | -             | -            | 322            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 298                           | -            | -            | 1            | -             | -            | 299            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 276                           | -            | -            | 2            | 2             | -            | 280            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 209                           | -            | -            | 1            | -             | -            | 210            |
| 10:00 pm a 11:00 pm | 145                           | -            | -            | 1            | -             | -            | 146            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 112                           | -            | -            | 1            | -             | -            | 113            |
| 1:00 am a 2:00 am   | 98                            | -            | -            | -            | -             | -            | 98             |
| 2:00 am a 3:00 am   | 83                            | -            | -            | -            | -             | -            | 83             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 82                            | -            | -            | -            | -             | -            | 82             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 101                           | -            | -            | -            | 2             | -            | 103            |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 145                           | -            | -            | 2            | 1             | -            | 148            |
| <b>TOTAL</b>        | <b>4351</b>                   | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>33</b>    | <b>7</b>      | <b>0</b>     | <b>4391</b>    |
| <b>%</b>            | <b>99.09%</b>                 | <b>0.00%</b> | <b>0.00%</b> | <b>0.75%</b> | <b>0.16%</b>  | <b>0.00%</b> | <b>100.00%</b> |

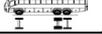
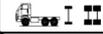
| CONTEO DE VEHICULOS |                                  |       |       |       |       |       |         |
|---------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|                     | ESTACION : 01                    |       |       |       |       |       |         |
|                     | SENTIDO: UPLA HACIA EL CENTRO    |       |       |       |       |       |         |
|                     | FECHA : 17/09/2018 AL 23/09/2018 |       |       |       |       |       |         |
| HORA                |                                  | BUSES |       |       | SEMI  |       | TOTAL   |
| DIAGRAMA            | LIGEROS                          | B2    | B3-1  | C2    | C3    | T3S2  |         |
| VEH.                |                                  |       |       |       |       |       |         |
| LUNES               | 4899                             | 1     | 1     | 36    | 5     | 1     | 4943    |
| MARTES              | 4915                             | 1     | 0     | 37    | 4     | 1     | 4958    |
| MIERCOLES           | 4842                             | 1     | 1     | 34    | 6     | 0     | 4884    |
| JUEVES              | 4922                             | 1     | 0     | 36    | 3     | 1     | 4963    |
| VIERNES             | 4935                             | 1     | 0     | 36    | 4     | 1     | 4977    |
| SABADO              | 4506                             | 0     | 0     | 30    | 8     | 0     | 4544    |
| DOMINGO             | 4351                             | 0     | 0     | 33    | 7     | 0     | 4391    |
| TOTAL               | 33370                            | 5     | 2     | 242   | 37    | 4     | 33660   |
| PROMEDIO TOTAL      | 4767                             | 1     | 0     | 35    | 5     | 1     | 4809    |
| %                   | 99.14%                           | 0.01% | 0.01% | 0.72% | 0.11% | 0.01% | 100.00% |

Resumen del conteo vehicular durante 07 días en la semana en las 24 horas de tránsito vehicular.

- b) El conteo vehicular se realizó del CENTRO hacia la UPLA (carril izquierdo)

| CONTEO DE VEHICULOS   |                               |   |   |  |   |   |                |
|---|-------------------------------|---|---|--|---|---|----------------|
|  | ESTACION : 01                 |   |   |  |   |   |                |
|   | SENTIDO: CENTRO HACIA LA UPLA |   |   |  |   |   |                |
|   | FECHA : 17/09/2018            |   |   |  | DIA : LUNES   |   |                |
| HORA  |                               | BUSES   |   |  | SEMI  |   | TOTAL          |
| DIAGRAMA  | LIGEROS                       | B2  | B3-1  | C2   | C3  | T3S2  |                |
| VEH.  |                               |  |  |  |  |  |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 121                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 122            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 164                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 166            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 155                           | -   | -   | 1  | -   | 1   | 157            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 172                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 174            |
| 10:00 am a 11:00 am   | 221                           | -   | -   | 3  | -   | -   | 224            |
| 11:00 am a 12:00 pm   | 236                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 237            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 216                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 217            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 165                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 167            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 155                           | -   | -   | 3  | -   | -   | 158            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 160                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 162            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 253                           | -   | -   | 3  | 1   | -   | 257            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 280                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 281            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 243                           | -   | -   | 3  | -   | -   | 246            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 185                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 187            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 155                           | -   | -   | 3  | -   | -   | 158            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 142                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 143            |
| 10:00 pm a 11:00 pm   | 119                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 120            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 92                            | -   | -   | 1  | -   | -   | 93             |
| 1:00 am a 2:00 am   | 88                            | -   | -   | -  | -   | -   | 88             |
| 2:00 am a 3:00 am   | 85                            | -   | -   | -  | -   | -   | 85             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 70                            | -   | -   | -  | -   | -   | 70             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 94                            | -   | -   | -  | 1   | -   | 95             |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 112                           | -   | -   | 2  | 2   | -   | 116            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>3683</b>                   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>35</b>  | <b>4</b>  | <b>1</b>  | <b>3723</b>    |
| <b>%</b>  | <b>98.93%</b>                 | <b>0.00%</b>  | <b>0.00%</b>  | <b>0.94%</b>   | <b>0.11%</b>  | <b>0.03%</b>  | <b>100.00%</b> |

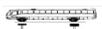
| CONTEO DE VEHICULOS |                               |              |              |              |              |              |                |
|---------------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
|                     | ESTACION : 01                 |              |              |              |              |              |                |
|                     | SENTIDO: CENTRO HACIA LA UPLA |              |              |              |              |              |                |
|                     | FECHA : 18/09/2018            |              |              |              | DIA : MARTES |              |                |
| HORA                |                               | BUSES        |              |              | SEMI         |              | TOTAL          |
| DIAGRAMA            | LIGEROS                       | B2           | B3-1         | C2           | C3           | T3S2         |                |
| VEH.                |                               |              |              |              |              |              |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 122                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 124            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 167                           | 1            | -            | 2            | -            | 1            | 171            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 151                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 152            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 173                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 175            |
| 10:00 am a 11:00 am | 223                           | -            | -            | 3            | -            | -            | 226            |
| 11:00 am a 12:00 pm | 231                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 233            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 209                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 210            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 168                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 170            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 157                           | -            | -            | 3            | -            | -            | 160            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 159                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 161            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 245                           | -            | -            | 1            | 1            | -            | 247            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 287                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 288            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 234                           | -            | -            | 3            | -            | -            | 237            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 187                           | -            | -            | 2            | -            | -            | 189            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 156                           | -            | 1            | 2            | -            | -            | 159            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 145                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 146            |
| 10:00 pm a 11:00 pm | 117                           | -            | -            | 1            | -            | -            | 118            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 97                            | -            | -            | 2            | -            | -            | 99             |
| 1:00 am a 2:00 am   | 89                            | -            | -            | -            | -            | -            | 89             |
| 2:00 am a 3:00 am   | 87                            | -            | -            | -            | -            | -            | 87             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 71                            | -            | -            | -            | -            | -            | 71             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 94                            | -            | -            | -            | 1            | -            | 95             |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 111                           | -            | -            | 2            | 3            | -            | 116            |
| <b>TOTAL</b>        | <b>3680</b>                   | <b>1</b>     | <b>1</b>     | <b>35</b>    | <b>5</b>     | <b>1</b>     | <b>3723</b>    |
| <b>%</b>            | <b>98.85%</b>                 | <b>0.03%</b> | <b>0.03%</b> | <b>0.94%</b> | <b>0.13%</b> | <b>0.03%</b> | <b>100.00%</b> |

| CONTEO DE VEHICULOS   |                               |   |   |  |   |   |                |
|---|-------------------------------|---|---|--|---|---|----------------|
|  | ESTACION : 01                 |   |   |  |   |   |                |
|   | SENTIDO: CENTRO HACIA LA UPLA |   |   |  |   |   |                |
|   | FECHA : 19/09/2018            |   | DIA : MIERCOLES   |  |   |   |                |
| HORA  |                               | BUSES   |   |  | SEMI  |   | TOTAL          |
| DIAGRAMA  | LIGEROS                       | B2  | B3-1  | C2   | C3  | T3S2  |                |
| VEH.  |                               |  |  |  |  |  |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 119                           | -   | 1   | 2  | -   | -   | 122            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 164                           | 1   | -   | 2  | -   | 1   | 168            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 156                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 157            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 171                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 173            |
| 10:00 am a 11:00 am   | 224                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 225            |
| 11:00 am a 12:00 pm   | 236                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 238            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 209                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 210            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 165                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 167            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 165                           | -   | -   | 3  | -   | -   | 168            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 160                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 162            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 245                           | -   | -   | 2  | 1   | -   | 248            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 276                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 277            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 234                           | -   | -   | 3  | -   | -   | 237            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 178                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 180            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 143                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 145            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 142                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 143            |
| 10:00 pm a 11:00 pm   | 117                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 118            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 99                            | -   | -   | 2  | -   | -   | 101            |
| 1:00 am a 2:00 am   | 84                            | -   | -   | -  | -   | -   | 84             |
| 2:00 am a 3:00 am   | 81                            | -   | -   | -  | -   | -   | 81             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 69                            | -   | -   | -  | -   | -   | 69             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 96                            | -   | -   | -  | 1   | -   | 97             |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 113                           | -   | -   | 2  | 3   | -   | 118            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>3646</b>                   | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>34</b>  | <b>5</b>  | <b>1</b>  | <b>3688</b>    |
| <b>%</b>  | <b>98.86%</b>                 | <b>0.03%</b>  | <b>0.03%</b>  | <b>0.92%</b>   | <b>0.14%</b>  | <b>0.03%</b>  | <b>100.00%</b> |

| CONTEO DE VEHICULOS |                               |       |       |              |       |       |         |
|---------------------|-------------------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|---------|
|                     | ESTACION : 01                 |       |       |              |       |       |         |
|                     | SENTIDO: CENTRO HACIA LA UPLA |       |       |              |       |       |         |
|                     | FECHA : 20/09/2018            |       |       | DIA : JUEVES |       |       |         |
| HORA                |                               | BUSES |       |              | SEMI  |       | TOTAL   |
| DIAGRAMA            | LIGEROS                       | B2    | B3-1  | C2           | C3    | T3S2  |         |
| VEH.                |                               |       |       |              |       |       |         |
| 6:00 am a 7:00 am   | 120                           | -     | -     | 2            | 1     | -     | 123     |
| 7:00 am a 8:00 am   | 162                           | 1     | -     | 2            | -     | -     | 165     |
| 8:00 am a 9:00 am   | 155                           | -     | -     | 1            | -     | 1     | 157     |
| 9:00 am a 10:00 am  | 168                           | -     | -     | 2            | -     | -     | 170     |
| 10:00 am a 11:00 am | 221                           | -     | -     | 3            | -     | -     | 224     |
| 11:00 am a 12:00 pm | 234                           | -     | -     | 1            | -     | -     | 235     |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 211                           | -     | -     | 1            | -     | -     | 212     |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 171                           | -     | -     | 2            | -     | -     | 173     |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 154                           | -     | -     | 1            | -     | -     | 155     |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 160                           | -     | -     | 2            | -     | -     | 162     |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 255                           | -     | -     | 3            | 1     | -     | 259     |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 289                           | -     | -     | 1            | -     | -     | 290     |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 245                           | -     | -     | 2            | -     | -     | 247     |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 185                           | -     | -     | 2            | -     | -     | 187     |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 155                           | -     | -     | 3            | -     | -     | 158     |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 142                           | -     | -     | 1            | -     | -     | 143     |
| 10:00 pm a 11:00 pm | 120                           | -     | -     | 1            | -     | -     | 121     |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 95                            | -     | -     | 1            | -     | -     | 96      |
| 1:00 am a 2:00 am   | 89                            | -     | -     | -            | -     | -     | 89      |
| 2:00 am a 3:00 am   | 86                            | -     | -     | -            | -     | -     | 86      |
| 3:00 am a 4:00 am   | 70                            | -     | -     | -            | -     | -     | 70      |
| 4:00 am a 5:00 am   | 94                            | -     | -     | -            | 1     | -     | 95      |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 117                           | -     | -     | 2            | 1     | -     | 120     |
| TOTAL               | 3698                          | 1     | 0     | 33           | 4     | 1     | 3737    |
| %                   | 98.96%                        | 0.03% | 0.00% | 0.88%        | 0.11% | 0.03% | 100.00% |

| CONTEO DE VEHICULOS |                               |              |              |               |              |              |                |
|---------------------|-------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
|                     | ESTACION : 01                 |              |              |               |              |              |                |
|                     | SENTIDO: CENTRO HACIA LA UPLA |              |              |               |              |              |                |
|                     | FECHA : 21/09/2018            |              |              | DIA : VIERNES |              |              |                |
| HORA                |                               | BUSES        |              |               |              | SEMI         | TOTAL          |
| DIAGRAMA            | LIGEROS                       | B2           | B3-1         | C2            | C3           | T3S2         |                |
| VEH.                |                               |              |              |               |              |              |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 122                           | -            | 1            | 2             | -            | -            | 125            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 166                           | -            | -            | 2             | -            | 1            | 169            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 153                           | -            | -            | 1             | -            | -            | 154            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 172                           | -            | -            | 2             | -            | -            | 174            |
| 10:00 am a 11:00 am | 222                           | -            | -            | 3             | -            | -            | 225            |
| 11:00 am a 12:00 pm | 234                           | -            | -            | 1             | -            | -            | 235            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 209                           | -            | -            | 1             | -            | -            | 210            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 165                           | -            | -            | 2             | -            | -            | 167            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 156                           | -            | -            | 1             | -            | -            | 157            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 167                           | -            | -            | 2             | -            | -            | 169            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 254                           | -            | -            | 1             | 1            | -            | 256            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 280                           | -            | -            | 1             | -            | -            | 281            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 243                           | -            | -            | 1             | -            | -            | 244            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 189                           | -            | -            | 2             | -            | -            | 191            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 154                           | -            | -            | 2             | -            | -            | 156            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 141                           | -            | -            | 1             | -            | -            | 142            |
| 10:00 pm a 11:00 pm | 120                           | -            | -            | 1             | -            | -            | 121            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 90                            | -            | -            | 2             | -            | -            | 92             |
| 1:00 am a 2:00 am   | 89                            | -            | -            | -             | -            | -            | 89             |
| 2:00 am a 3:00 am   | 85                            | -            | -            | -             | -            | -            | 85             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 78                            | -            | -            | -             | -            | -            | 78             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 98                            | -            | -            | -             | 1            | -            | 99             |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 116                           | -            | -            | 3             | 2            | -            | 121            |
| <b>TOTAL</b>        | <b>3703</b>                   | <b>0</b>     | <b>1</b>     | <b>31</b>     | <b>4</b>     | <b>1</b>     | <b>3740</b>    |
| <b>%</b>            | <b>99.01%</b>                 | <b>0.00%</b> | <b>0.03%</b> | <b>0.83%</b>  | <b>0.11%</b> | <b>0.03%</b> | <b>100.00%</b> |

| CONTEO DE VEHICULOS   |                               |   |   |  |   |   |                |
|---|-------------------------------|---|---|--|---|---|----------------|
|  | ESTACION : 01                 |   |   |  |   |   |                |
|   | SENTIDO: CENTRO HACIA LA UPLA |   |   |  |   |   |                |
|   | FECHA : 22/09/2018            |   |   |  | DIA : SABADO  |   |                |
| HORA  |                               | BUSES   |   |  | SEMI  |   | TOTAL          |
| DIAGRAMA  | LIGEROS                       | B2  | B3-1  | C2   | C3  | T3S2  |                |
| VEH.  |                               |  |  |  |  |  |                |
| 6:00 am a 7:00 am   | 111                           | -   | -   | 2  | 1   | -   | 114            |
| 7:00 am a 8:00 am   | 144                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 146            |
| 8:00 am a 9:00 am   | 135                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 136            |
| 9:00 am a 10:00 am  | 152                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 154            |
| 10:00 am a 11:00 am   | 201                           | -   | -   | 3  | -   | -   | 204            |
| 11:00 am a 12:00 pm   | 210                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 211            |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 201                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 202            |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 143                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 145            |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 135                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 136            |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 142                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 144            |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 232                           | -   | -   | 1  | 1   | -   | 234            |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 261                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 263            |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 222                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 223            |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 165                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 167            |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 143                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 144            |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 121                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 123            |
| 10:00 pm a 11:00 pm   | 102                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 103            |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 82                            | -   | -   | 2  | -   | -   | 84             |
| 1:00 am a 2:00 am   | 73                            | -   | -   | -  | -   | -   | 73             |
| 2:00 am a 3:00 am   | 76                            | -   | -   | -  | -   | -   | 76             |
| 3:00 am a 4:00 am   | 67                            | -   | -   | -  | -   | -   | 67             |
| 4:00 am a 5:00 am   | 82                            | -   | -   | -  | 2   | -   | 84             |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 101                           | -   | -   | 1  | 1   | -   | 103            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>3301</b>                   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>30</b>  | <b>5</b>  | <b>0</b>  | <b>3336</b>    |
| <b>%</b>  | <b>98.95%</b>                 | <b>0.00%</b>  | <b>0.00%</b>  | <b>0.90%</b>   | <b>0.15%</b>  | <b>0.000</b>  | <b>100.00%</b> |

| CONTEO DE VEHICULOS   |                               |   |   |  |   |   |         |
|---|-------------------------------|---|---|--|---|---|---------|
|  | ESTACION : 01                 |   |   |  |   |   |         |
|   | SENTIDO: CENTRO HACIA LA UPLA |   |   |  |   |   |         |
|   | FECHA : 23/09/2018            |   |   |  | DIA : DOMINGO   |   |         |
| HORA  |                               | BUSES   |   |  | SEMI  |   | TOTAL   |
| DIAGRAMA  | LIGEROS                       | B2  | B3-1  | C2   | C3  | T3S2  |         |
| VEH.  |                               |  |  |  |  |  |         |
| 6:00 am a 7:00 am   | 112                           | -   | -   | 3  | 2   | -   | 117     |
| 7:00 am a 8:00 am   | 146                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 148     |
| 8:00 am a 9:00 am   | 135                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 136     |
| 9:00 am a 10:00 am  | 155                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 157     |
| 10:00 am a 11:00 am   | 201                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 202     |
| 11:00 am a 12:00 pm   | 213                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 215     |
| 12:00 pm a 1:00 pm  | 201                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 202     |
| 1:00 pm a 2:00 pm   | 143                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 145     |
| 2:00 pm a 3:00 pm   | 135                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 136     |
| 3:00 pm a 4:00 pm   | 142                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 143     |
| 4:00 pm a 5:00 pm   | 234                           | -   | -   | 1  | 1   | -   | 236     |
| 5:00 pm a 6:00 pm   | 261                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 263     |
| 6:00 pm a 7:00 pm   | 222                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 223     |
| 7:00 pm a 8:00 pm   | 165                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 167     |
| 8:00 pm a 9:00 pm   | 145                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 146     |
| 9:00 pm a 10:00 pm  | 121                           | -   | -   | 2  | -   | -   | 123     |
| 10:00 pm a 11:00 pm   | 111                           | -   | -   | 1  | -   | -   | 112     |
| 12:00 pm a 1:00 am  | 89                            | -   | -   | 1  | -   | -   | 90      |
| 1:00 am a 2:00 am   | 73                            | -   | -   | -  | -   | -   | 73      |
| 2:00 am a 3:00 am   | 78                            | -   | -   | -  | -   | -   | 78      |
| 3:00 am a 4:00 am   | 67                            | -   | -   | -  | -   | -   | 67      |
| 4:00 am a 5:00 am   | 82                            | -   | -   | -  | 2   | -   | 84      |
| 5:00 pm a 6:00 am   | 109                           | -   | -   | 1  | 2   | -   | 112     |
| TOTAL   | 3340                          | 0   | 0   | 28   | 7   | 0   | 3375    |
| %   | 98.96%                        | 0.00%   | 0.00%   | 0.83%  | 0.21%   | 0.00%   | 100.00% |

| CONTEO DE VEHICULOS |                                  |       |       |       |       |       |         |
|---------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|                     | ESTACION : 01                    |       |       |       |       |       |         |
|                     | SENTIDO: CENTRO HACIA LA UPLA    |       |       |       |       |       |         |
|                     | FECHA : 17/09/2018 AL 23/09/2018 |       |       |       |       |       |         |
| HORA                |                                  | BUSES |       |       | SEMI  |       | TOTAL   |
| DIAGRAMA            | LIGEROS                          | B2    | B3-1  | C2    | C3    | T3S2  |         |
| VEH.                |                                  |       |       |       |       |       |         |
| LUNES               | 3683                             | 0     | 0     | 35    | 4     | 1     | 3723    |
| MARTES              | 3680                             | 1     | 1     | 35    | 5     | 1     | 3723    |
| MIERCOLES           | 3646                             | 1     | 1     | 34    | 5     | 1     | 3688    |
| JUEVES              | 3698                             | 1     | 0     | 33    | 4     | 1     | 3737    |
| VIERNES             | 3703                             | 0     | 1     | 31    | 4     | 1     | 3740    |
| SABADO              | 3301                             | 0     | 0     | 30    | 5     | 0     | 3336    |
| DOMINGO             | 3340                             | 0     | 0     | 28    | 7     | 0     | 3375    |
| TOTAL               | 25051                            | 3     | 3     | 226   | 34    | 5     | 25322   |
| PROMEDIO TOTAL      | 3579                             | 0     | 0     | 32    | 5     | 1     | 3617    |
| %                   | 98.93%                           | 0.01% | 0.01% | 0.89% | 0.13% | 0.02% | 100.00% |

Resumen del conteo vehicular durante 07 días en la semana en las 24 horas de tránsito vehicular.

c) El conteo vehicular en ambos sentidos

| CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS |  |       |       |       |       |       |         |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|   | ESTACION : 01  |       |       |       |       |       |         |
|   | SENTIDO: CENTRO HACIA LA UPLA Y DE LA UPLA HACIA EL CENTRO |       |       |       |       |       |         |
|   | FECHA : 17/09/2018 AL 23/09/2018                           |       |       |       |       |       |         |
| HORA  |  | BUSES |       |       | SEMI  |       | TOTAL   |
| DIAGRAMA                                      | LIGEROS  | B2    | B3-1  | C2    | C3    | T3S2  |         |
| VEH.  |  |       |       |       |       |       |         |
| LUNES   | 8582   | 1     | 1     | 71    | 9     | 2     | 8666    |
| MARTES  | 8595   | 2     | 1     | 72    | 9     | 2     | 8681    |
| MIERCOLES                                     | 8488   | 2     | 2     | 68    | 11    | 1     | 8572    |
| JUEVES  | 8620   | 2     | 0     | 69    | 7     | 2     | 8700    |
| VIERNES                                       | 8638   | 1     | 1     | 67    | 8     | 2     | 8717    |
| SABADO  | 7807   | 0     | 0     | 60    | 13    | 0     | 7880    |
| DOMINGO                                       | 7691   | 0     | 0     | 61    | 14    | 0     | 7766    |
| TOTAL   | 58421  | 8     | 5     | 468   | 71    | 9     | 58982   |
| PROMEDIO TOTAL                                | 8346   | 1     | 1     | 67    | 10    | 1     | 8426    |
| %   | 99.05%   | 0.01% | 0.01% | 0.79% | 0.12% | 0.02% | 100.00% |

d) Cálculo de estudios de tráfico vehicular

**CALCULO DE ESTUDIO DE TRAFICO**

**CALCULO INDICE MEDIO DIARIO ANUAL**

| TIPO         | IMDA        |
|--------------|-------------|
| LIGEROS      | 8346        |
| B2           | 1           |
| B3-1         | 1           |
| C2           | 67          |
| C3           | 10          |
| T3S2         | 1           |
| <b>TOTAL</b> | <b>8426</b> |

**FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR CARRIL**

**Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño**

| Número de calzadas  | Número de sentidos | Número de carriles por sentido | Factor Direccional (Fd) | Factor Carril (Fc) | Factor Ponderado (Fd x Fc para carril de diseño) |
|---|--------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| 1 calzada<br>(para IMDa total de la calzada)                              | 1 sentido          | 1                              | 1.00                    | 1.00               | 1.00   |
|   | 1 sentido          | 2                              | 1.00                    | 0.80               | 0.80   |
|   | 1 sentido          | 3                              | 1.00                    | 0.60               | 0.60   |
|   | 1 sentido          | 4                              | 1.00                    | 0.50               | 0.50   |
|   | 2 sentidos         | 1                              | 0.50                    | 1.00               | 0.50   |
| 2 calzadas con separador central<br>(para IMDa total de las dos calzadas) | 2 sentidos         | 2                              | 0.50                    | 0.80               | 0.40   |
|   | 2 sentidos         | 1                              | 0.50                    | 1.00               | 0.50   |
|   | 2 sentidos         | 2                              | 0.50                    | 0.80               | 0.40   |
|   | 2 sentidos         | 3                              | 0.50                    | 0.60               | 0.30   |
|   | 2 sentidos         | 4                              | 0.50                    | 0.50               | 0.25   |

Fuente: elaboración propia, en base a datos de la Guía AASHTO´93

Fd= 0.50

Fc= 0.80

**CALCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCION**

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1}$$

|            |   |
|------------|---|
| <b>Tn:</b> | TRANSITO PROYECTADO AL AÑO "n" EN Veh/dia |
| <b>To:</b> | TRANSITO ACTUAL (AÑO BASE O) EN Veh/dias  |
| <b>n:</b>  | NUMERO DE AÑOS DEL PERIODO DE DISEÑO      |
| <b>r:</b>  | TASA ANUAL DEL CRECIMIENTO DEL TRANSITO   |

**Tn= 0**

**r = 4.10%**

Fuente: INEI

**To = 0**

**n = 20**

**FACTOR DE CRECIMIENTO ANUAL**

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

|             |                                 |
|-------------|---------------------------------|
| <b>Fca:</b> | FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO |
| <b>n:</b>   | PERIODO DE DISEÑO               |
| <b>r:</b>   | TASA ANUAL DEL CRECIMIENTO      |

**Fca= 22.08**

pasajeros

**n= 20**

**r= 1.03%**

poblacional

**r= 4.10%**

PBI

**Fca= 30.09**

carga

**NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES**

**Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)  
Para Afirrados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos**

| Tipo de Eje  | Eje Equivalente<br>(EE <sub>8.2 tn</sub> )      |
|--|---|
| Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )                             | EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>4.0</sup>   |
| Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )                              | EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>4.0</sup>   |
| Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )   | EE <sub>TA1</sub> = [ P / 14.8 ] <sup>4.0</sup> |
| Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles ) (EE <sub>TA2</sub> )                  | EE <sub>TA2</sub> = [ P / 15.1 ] <sup>4.0</sup> |
| Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> ) | EE <sub>TR1</sub> = [ P / 20.7 ] <sup>3.9</sup> |
| Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )                   | EE <sub>TR2</sub> = [ P / 21.8 ] <sup>3.9</sup> |

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: elaboración propia, en base a correlaciones con los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

**CALULO DE EJES EQUIVALENTE (EE)**

**VEHICULOS LIGEROS**

|                          |   |                        |
|--------------------------|---|------------------------|
| <b>E1</b>                |   |                        |
| <b>VEHICULOS LIGEROS</b> |  | <b>LONGITUD MAXIMA</b> |
| ejes                     | EEs1  | 2.4                    |
| carga según              | 7.00  |                        |
| tipo de eje              | EEs1  |                        |
| tipo de rueda            | 1RS   |                        |
| peso                     | 1.00  | total factor           |
| Factor E.E               | 0.0005  | 0.0005                 |

**Factor E.E. = 0.001**

**VEHICULOS B2**

|               |   |   |                            |
|---------------|---|---|----------------------------|
| <b>B2</b>     |  |  | <b>LONGITUD MAXIMA (m)</b> |
| ejes          | EEs1  | EEs2  | 13.20                      |
| carga según   | 7.00  | 11  |                            |
| tipo de eje   | EEs1  | EEs2  |                            |
| tipo de rueda | 1RS   | 1RD   |                            |
| peso          | 7.00  | 11  | total factor               |
| Factor E.E    | 1.27  | 3.238   | 4.504                      |

**VEHICULOS B3-1**

|               |   |   |                            |
|---------------|---|---|----------------------------|
| <b>B3-1</b>   |  |  | <b>LONGITUD MAXIMA (m)</b> |
| ejes          | EEs1  | EEs2  | 14.00                      |
| carga según   | 7.00  | 16  |                            |
| tipo de eje   | EEs1  | EETA1   |                            |
| tipo de rueda | 1RS   | 1RS+1RD   |                            |
| peso          | 7.00  | 16  | total factor               |
| Factor E.E    | 1.27  | 1.366   | 2.631                      |

**VEHICULOS C2**

|               |   |   |                            |
|---------------|---|---|----------------------------|
| <b>C2</b>     |  |  | <b>LONGITUD MAXIMA (m)</b> |
| ejes          | EEs1  | EEs2  | 12.30                      |
| carga según   | 7.00  | 11.00   |                            |
| tipo de eje   | EEs1  | EEs2  |                            |
| tipo de rueda | 1RS   | 1RD   |                            |
| peso          | 7.00  | 11.00   | total factor               |
| Factor E.E    | 1.27  | 3.238   | 4.504                      |

**VEHICULOS C3**

|               |   |   |                            |
|---------------|---|---|----------------------------|
| <b>C3</b>     |  |  | <b>LONGITUD MAXIMA (m)</b> |
| ejes          | EEs1  | EETA2   | 13.20                      |
| carga según   | 7.00  | 18.00   |                            |
| tipo de eje   | EEs1  | EETA2   |                            |
| tipo de rueda | 1RS   | 2RD   |                            |
| peso          | 7.00  | 18.00   | total factor               |
| Factor E.E    | 1.27  | 2.019   | 3.285                      |

**VEHICULOS T3S2**

|               |   |                   |                   |                    |
|---------------|---|-------------------|-------------------|--------------------|
| T3S2          |  |                   |                   | LONGITUD<br>MAXIMA |
| ejes          | EEs1  | E2                | E3                | 20.50              |
| carga según   | 7.00  | 18                | 18                |                    |
| tipo de eje   | EES1  | EET <sub>A2</sub> | EET <sub>A2</sub> |                    |
| tipo de rueda | 1RS   | 2RD               | 2RD               |                    |
| peso          | 7.00  | 18                | 18                | total factor       |
| Factor E.E    | 1.265   | 2.019             | 2.019             | 5.304              |

| TIPO DE VEHICULO | Fvpi  |
|------------------|-------|
| LIGEROS          | 0.001 |
| B2               | 4.504 |
| B3-1             | 2.631 |
| C2               | 4.504 |
| C3               | 3.285 |
| T2S3             | 5.304 |

$$EE_{\text{dia-carril}} = IMD_{pi} * F_d * F_c * F_{vpi} * F_{pi}$$

| TIPO DE VEHICULO | IMD <sub>pi</sub> | F <sub>d</sub> | F <sub>c</sub> | F <sub>vpi</sub> | F <sub>pi</sub> | EE dia-carril |
|------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|---------------|
| LIGEROS          | 8346              | 0.50           | 0.80           | 0.001            | 1               | 3.519         |
| B2               | 1                 | 0.50           | 0.80           | 4.504            | 1               | 1.801         |
| B3-1             | 1                 | 0.50           | 0.80           | 2.631            | 1               | 1.053         |
| C2               | 67                | 0.50           | 0.80           | 4.504            | 1               | 120.698       |
| C3               | 10                | 0.50           | 0.80           | 3.285            | 1               | 13.138        |
| T2S3             | 1                 | 0.50           | 0.80           | 5.304            | 1               | 2.122         |

**CALCULO DEL NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 tn**

$$N_{\text{rep de EE 8.2tn}} = \sum [EE_{\text{dia-carril}} * F_{ca} * 365]$$

| TIPO DE VEHICULO          | EE dia-carril | F <sub>ca</sub> | Dia | SUB TOTAL      |
|---------------------------|---------------|-----------------|-----|----------------|
| LIGEROS                   | 3.519         | 22.08           | 365 | 28363          |
| B2                        | 1.801         | 22.08           | 365 | 14521          |
| B3-1                      | 1.053         | 22.08           | 365 | 8484           |
| C2                        | 120.698       | 30.09           | 365 | 1325561        |
| C3                        | 13.138        | 30.09           | 365 | 144291         |
| T2S3                      | 2.122         | 30.09           | 365 | 23300          |
| <b>Nrep de EE 8.2tn =</b> |               |                 |     | <b>1544519</b> |

$$N_{\text{rep de EE 8.2tn}} = 1'544,519$$

$$Tp6 > 1'500,00 EE \leq 3'000,000 EE$$

DONDE:

|                     |   |
|---------------------|---|
| Nrep de EE 8.2tn:   | Numero de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn       |
| EE dia-carril:      | Ejes equivalentes por cada tipo de vehiculo pesado          |
| IMD <sub>pi</sub> : | Indice medio diario según tipo de vehiculo pesado           |
| FD:                 | Factor direccional  |
| FC:                 | Factor carril   |
| Fvpi:               | Factor de vehiculo pesado                                   |
| Fpi:                | Factor de presion de neumaticos                             |
| Fca:                | factor de crecimiento acumulado por tipo de vehiculo pesado |
| 365                 | Numero de dias del año                                      |

#### 4.1.5. Diseño de pavimento flexible

| <b>DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE (CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE)</b>  |         |  |
|--|---------|--|
| <b>TIPO DE TRAFICO</b>   |         |  |
| <b>TP6</b>   |         |  |
| <b>PARAMETROS DE CALCULO</b>   |         |  |
| <b>Nivel de confiabilidad ( R )</b>                                  |         |  |
| tipos de caminos   | trafico | Nivel de confiabilidad                 |
| tienen un trafico comprendido  | TP6     | 85%                                    |
| Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.6                          |         |  |
| <b>Coeficiente estadístico de la desviación estandar Normal (Zr)</b> |         |  |
| tipos de caminos   | trafico | desviación Estandar Normal (Zr)        |
| tienen un trafico comprendido  | TP6     | -1.036                                 |
| Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.8                          |         |  |
| <b>Desviación estandar combinada (So)</b>                            |         |  |
| tipos de caminos   | trafico | Desviación estandar combinada (So)     |
| tienen un trafico comprendido  | TP6     | 0.45                                   |
| Sustento: manual de carreteras, recomienda este valor                |         |  |
| <b>Indice de serviciabilidad Inicial (Pi)</b>                        |         |  |
| tipos de caminos   | trafico | indice de serviciabilidad Inicial (Pi) |
| tienen un trafico comprendido  | TP6     | 4.00                                   |
| Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.10                         |         |  |
| <b>Indice de serviciabilidad Final (Pf)</b>                          |         |  |
| tipos de caminos   | trafico | indice de serviciabilidad Final (Pf)   |
| tienen un trafico comprendido  | TP6     | 2.5                                    |
| Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.11                         |         |  |
| <b>Variación de Serviciabilidad (APSI)</b>                           |         |  |
| tipos de caminos   | trafico | variación de la Serviciabilidad (APSI) |
| tienen un trafico comprendido  | TP6     | 1.5                                    |
| Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.12                         |         |  |

**RESUMEN DE PARAMETROS**

|             |               |
|-------------|---------------|
| <b>R</b>    | <b>85%</b>    |
| <b>Zr</b>   | <b>-1.036</b> |
| <b>So</b>   | <b>0.45</b>   |
| <b>Pi</b>   | <b>4.00</b>   |
| <b>Pf</b>   | <b>2.5</b>    |
| <b>APSI</b> | <b>1.5</b>    |

**CALCULO DE MODULO DE RESILENCIA**

**CARACTERISTICAS DE LA SUB RASANTE: (DEL ESTUDIO DE SUELOS)**

|          |       |     |      |
|----------|-------|-----|------|
| CBR 100% | 22.03 | MDS | 2.16 |
| CBR 95%  | 14.92 | OCH | 7.65 |

|       |          |    |  |
|-------|----------|----|--|
| CBR % | Base     | 80 | Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.13 |
| CBR % | Sub base | 40 | Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.13 |

**MUDOLO DE RESILENCIA**

$$Mr = 2555 * (CBR)^{0.64}$$

|                 |               |   |
|-----------------|---------------|---|
| Mr sub rasante= | 14,407.98 psi | Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.5 |
| Mr base=        | 42,205.45 psi | Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.5 |
| Mr sub base=    | 27,083.78 psi | Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.5 |

**CALCULO DE NUMEROS ESTRUCTURALES REQUERIDOS**

**FORMULA:**

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

**DONDE:**

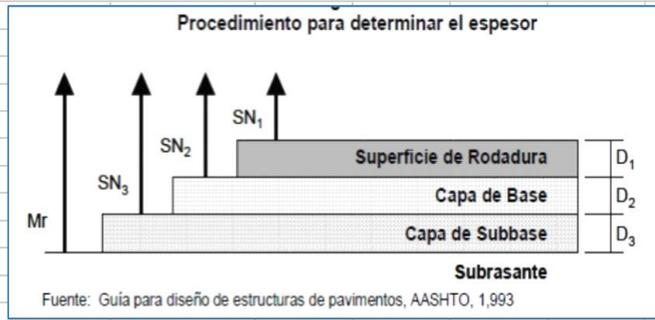
- SN: Numero estructural requerido
- W18: Numero acumulado de ejes simples equivalentes de 80kN (18000 lb)
- Zr: Coheficiente estadístico de la desviacion estandar Normal
- So: Desviacion estandar combinada
- ΔPSI: Variación de serviciavilidad.
- Mr: Módulo resiliencia

|                       |      |           |
|-----------------------|------|-----------|
| <b>W18= 1,544,519</b> |      |           |
| SN                    | 2.83 | requerido |
| LOG(W18)=             | 6.19 | calculado |
|                       | 6.19 | nominal   |
| SN base               | 1.84 | requerido |
| LOG(W18)=             | 6.19 | calculado |
|                       | 6.19 | nominal   |
| SN sub base           | 2.20 | requerido |
| LOG(W18)=             | 6.19 | calculado |
|                       | 6.19 | nominal   |

**Numero estructural requerido**

| tipos de caminos                    | trafico | Numero estructural |
|-------------------------------------|---------|--------------------|
| caminos de bajo columen de transito | Tp6     | 2.83               |

**COEFICIENTES ESTRUCTURALES**



**CALCULO DE COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA**

|   |                  |       |    |
|---|------------------|-------|----|
| COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE CAPA SUPERFICIAL | a <sub>1</sub> = | 0.170 | cm |
| COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE BASE             | a <sub>2</sub> = | 0.052 | cm |
| COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE SUB BASE         | a <sub>3</sub> = | 0.047 | cm |

Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.13

Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.13

Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.13

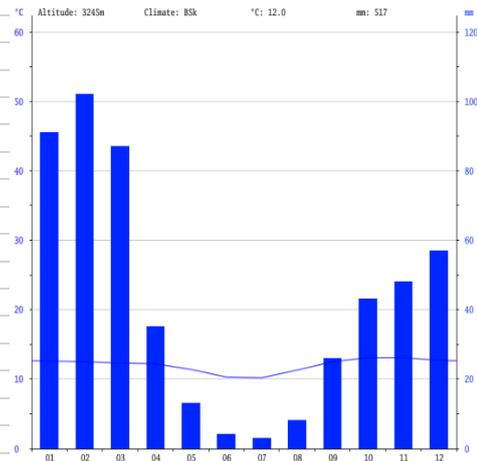
**IV. CALCULO DE COEFICIENTES DE DRENAJE**

- 1.- La precipitación es la más baja en julio, con un promedio de 3 mm. Con un promedio de 102 mm, la mayor precipitación cae en febrero.
- 2.- Las precipitaciones con mayor incidencia son en cuatro meses, las frecuencias son de cuatro días por semana y días por año 15.

$$P = \frac{((\text{MESES} * \text{\#SEMANAS} * \text{DIAS X SEMANA}) + \text{DIAS X AÑO})}{365} * 100$$

| DATOS         | VALORES |
|---------------|---------|
| MESES         | 4       |
| DIAS X SEMANA | 4       |
| DIAS X AÑO    | 15      |
| P             | 21.64%  |

Saturado bueno



**Calidad del Drenaje**

| CALIDAD DEL DRENAJE | TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA |
|---------------------|---|
| Excelente           | 2 horas                                     |
| Bueno               | 1 día                                       |
| Mediano             | 1 semana                                    |
| Malo                | 1 mes                                       |
| Muy malo            | El agua no evacua                           |



Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

**Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje  $m_i$   
Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles**

| CALIDAD DEL DRENAJE | P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN. |             |             |               |
|---------------------|--|-------------|-------------|---------------|
|                     | MEJOR QUE 1%   | 1% - 5%     | 5% - 25%    | MAYOR QUE 25% |
| Excelente           | 1.40 – 1.35  | 1.35 - 1.30 | 1.30 – 1.20 | 1.20          |
| Bueno               | 1.35 – 1.25  | 1.25 – 1.15 | 1.15 – 1.00 | 1.00          |
| Regular             | 1.25 – 1.15  | 1.15 – 1.05 | 1.00 – 0.80 | 0.80          |
| Pobre               | 1.15 – 1.05  | 1.05 – 0.80 | 0.80 – 0.60 | 0.60          |
| Muy pobre           | 1.05 – 0.95  | 0.95 – 0.75 | 0.75 – 0.40 | 0.40          |

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

|   |         |      |  |
|---|---------|------|--|
| COEFICIENTE DE DRENAJE PARA LA BASE     | $m_2 =$ | 1.15 | Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.15 |
| COEFICIENTE DE DRENAJE PARA LA SUB BASE | $m_3 =$ | 1.15 | Sustento: manual de carreteras, cuadro 12.15 |

**CALCULO DE ESPESOR DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE**

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

| SN req      | COEF. ESTRUCTURALES |               | COEF. DE DRENAJE |      |
|-------------|---------------------|---------------|------------------|------|
|             |                     |               |                  |      |
| SN          | 2.83                | $a_1 =$ 0.170 |                  |      |
| SN base     | 1.84                | $a_2 =$ 0.052 | $m_2 =$          | 1.15 |
| SN sub base | 2.2                 | $a_3 =$ 0.047 | $m_3 =$          | 1.15 |

| CALCULO D1:   |       | PROPUESTA DE "D1":                                       |            | CALCULO DE SN*1:                   |      |
|---|-------|--|------------|------------------------------------|------|
| $D_1 \geq \frac{SN \text{ base}}{a_1}$                        |       | D1:  | 9 cm       | $SN_1 = d_1 \times a_1$            |      |
| D1:   | 9.82  | D1=9 cm minimo fuente manual de carretera, cuadro 12.17  |            | Despejar                           |      |
| SN1=  |       |  |            | 1.53                               |      |
| CALCULO D2:   |       | PROPUESTA DE "D2":                                       |            | CALCULO DE SN*2:                   |      |
| $D_2 \geq \frac{SN_{\text{sub base}} - SN_1}{a_2 \times m_2}$ |       | D2:  | 20 cm      | $SN_2 = D_2 \times a_2 \times m_2$ |      |
| D2:   | 15.36 | D2=20 cm minimo fuente manual de carretera, cuadro 12.17 |            | Despejar                           |      |
| SN2=  |       |  |            | 1.20                               |      |
| CALCULO D3:   |       | PROPUESTA DE "D3":                                       |            | CALCULO DE SN*3:                   |      |
| $D_3 \geq \frac{SN - (SN_1 + SN_2)}{a_3 \times m_3}$          |       | D3:  | 20 cm      | $SN_3 = D_3 \times a_3 \times m_3$ |      |
| D3:   | 11.25 |  |            | Despejar                           |      |
| SN3=  |       |  |            | 1.08                               |      |
| SUMATORIA SN:   |       |  |            |                                    |      |
| SN1=  | 1.53  | SN2=   | 1.20       | SN3=                               | 1.08 |
| SN total=   |       | 3.81   |            |                                    |      |
| SN requer =   | 2.83  | ≤  | SN total = | 3.81                               |      |

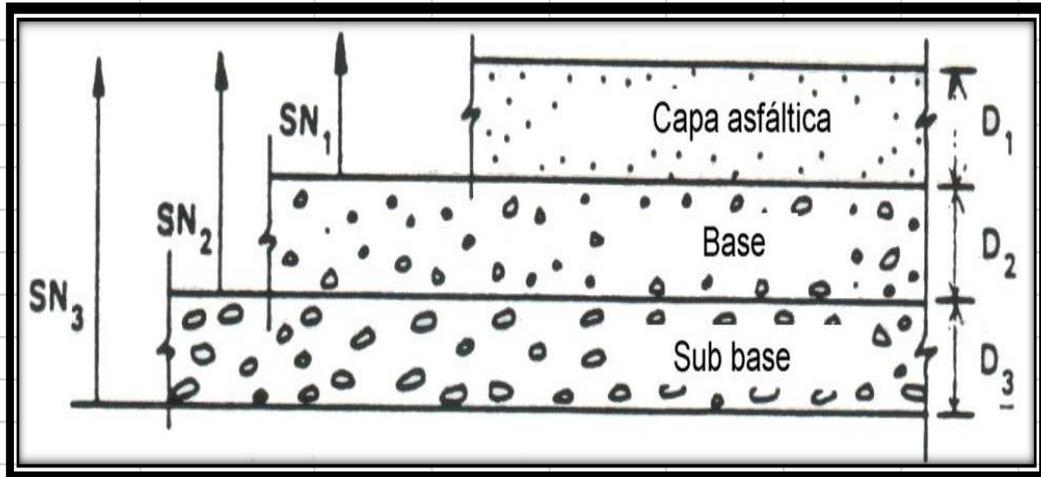
**CONCLUSION:**

Para el suelo en estudio se considera

D1 = 9 cm

D2 = 20 cm

D3 = 20 cm



|            |                               |       |
|------------|-------------------------------|-------|
| SN1 = 1.53 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE | 9 cm  |
| SN2 = 1.20 | BASE GRANULAR CBR 80%         | 20 cm |
| SN3 = 1.08 | SUB BASE GRNULAR CBR 40%      | 20 cm |

**4.1.6. Carpeta asfáltica del pavimento flexible con geotextil.**

Según el manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Suelos y Pavimentos. Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible, se consideraron los siguientes espesores mínimos recomendados:

|  |                  |            |            |                                      |        |
|--|------------------|------------|------------|--------------------------------------|--------|
| <b>Resto de Caminos</b>  | T <sub>P5</sub>  | 1,000,001  | 1,500,000  | Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm  | 200 mm |
|  | T <sub>P6</sub>  | 1,500,001  | 3,000,000  | Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm  | 200 mm |
|  | T <sub>P7</sub>  | 3,000,001  | 5,000,000  | Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm  | 200 mm |
|  | T <sub>P8</sub>  | 5,000,001  | 7,500,000  | Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm | 250 mm |
|  | T <sub>P9</sub>  | 7,500,001  | 10'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm | 250 mm |
|  | T <sub>P10</sub> | 10'000,001 | 12'500,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm | 250 mm |
|  | T <sub>P11</sub> | 12'500,001 | 15'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm | 250 mm |
|  | T <sub>P12</sub> | 15'000,001 | 20'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm | 250 mm |
|  | T <sub>P13</sub> | 20'000,001 | 25'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm | 300 mm |
|  | T <sub>P14</sub> | 25'000,001 | 30'000,000 | Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm | 300 mm |
| Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93 |                  |            |            |                                      |        |

El espesor mínimo constructivo para capas superficiales con carpeta asfáltica en caliente es de 40mm y/o 4cm. Para la presente tesis se aplicara dicho espesor con la utilización de geotextil no tejido, para poder estar dentro de los estándares de capa de superficie establecidas en manual.

## Diseño del espesor de la carpeta asfáltica con geotextil no tejido

Para el diseño utilizaremos el Geosoft Pavco, el cual esta basado en el uso de geomalla, para la aplicación de esta investigación será el uso del geotextil no tejido, debido a su similitud en algunas funciones y propiedades, siendo el Repav 400 el más adecuado para las repavimentaciones.

### 1. Calculamos con el Geosoft Pavco nuestras capas del pavimento flexible.

Datos de entrada:

|            |                               |       |
|------------|-------------------------------|-------|
| SN1 = 1.53 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE | 9 cm  |
| SN2 = 1.20 | BASE GRANULAR CBR 80%         | 20 cm |
| SN3 = 1.08 | SUB BASE GRNULAR CBR 40%      | 20 cm |

The screenshot shows the 'REFUERZO EN VÍAS' (Road Reinforcement) interface of the Geosoft PAVCO software. The interface is divided into several sections:

- PARÁMETROS DE DISEÑO (Design Parameters):**
  - CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO (Asphalt Concrete Layer):** Espesor  $D_1$  is set to 9,0 cm; Coeficiente estructural  $a_1$  [1/pg] is set to 0,432.
  - REFUERZO (Reinforcement):** Tipo de Geomalla de Refuerzo is set to TIPO A P-BX 2020 (20kN/m).
- MATERIAL GRANULAR (Granular Material):** Numero de Capas Granulares is set to 2. A table below shows the layer details:

| CAPA | Di   | Unidades Di | $a_i$ | mi   |
|------|------|-------------|-------|------|
| 1    | 20,0 | cm          | 0,132 | 1,15 |
| 2    | 20,0 | cm          | 0,119 | 1,15 |
- Other Parameters:** Número Estructural SN is set to 3,8. CBR Subrasante (%) is set to 14,92. Desea Revisar el diseño inicial (AASHTO 93)? is set to SI (Yes).

Navigation buttons (back, help, forward) are visible at the bottom of the interface.

**REFUERZO EN VÍAS**



---

**DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES - AASHTO 1993**

|                               |                                   |                                  |  |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| Confiabilidad R [%]           | <input type="text" value="85"/>   | Módulo de la subrasante MR [psi] | <input type="text" value="14407,0"/>   |
| Desviación Estándar So        | <input type="text" value="0,45"/> | Tipo de Análisis                 | <input checked="" type="radio"/> Calcular Número Estructural SN<br><input type="radio"/> Calcular Número De Ejes |
| Indice de servicio Inicial Po | <input type="text" value="4,0"/>  |                                  |  |
| Indice de servicio Final Pt   | <input type="text" value="2,5"/>  |                                  |  |

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{3.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

**CALCULAR NÚMERO ESTRUCTURAL**

Número de Ejes equivalentes (W18)

Número estructural Calculado

Observación

Obteniéndose con el Geosoft Pavco el número estructural calculado de 2.827. Por el metodo AASHTO aplicado en el Excel se obtuvo el valor del número estructural calculado de 2.83.

## 2. Propiedades minimas para el diseño en separación de capas.

El geotextil no tejido Repav 400, tiene como propiedades mecánicas la resistencia al estallido es de 1518 kpa, además la resistencia al punzonamiento es de 300N.

Obteniéndose del Geosoft Pavco los valores minimos para separacion de capas en un diseño vial.

## SEPARACIÓN DE CAPAS



### PARÁMETROS DE DISEÑO

Factor de seguridad global: 2.0  
 Presión de inflado p': 80,0 psi  
 Factor de seguridad parcial: 1.5  
 Diámetro máximo partículas de agregados (en pulgadas): 0.5

### CRITERIOS MECÁNICOS

Resistencia al Estallido (Mullen Burst) requerida [kPa]: 227,4  
 Resistencia al Punzamiento [N]: 27,2  
**Calcular**

Resistencia a la Tensión (Grab)  
 Se verifica a través del cumplimiento de:

$$FS_g = \frac{T_{unt}}{FS_p \times p' \times 10^{-3} (0.33d_a)^2 \times [f(\epsilon)]} \quad FS > 1$$

### TIPO DE SUELO DE SUBRASANTE

- Arenas, arenas gravosas, arenas limosas y arenas arcillosas (menos del 50%, pasa tamiz #200)
- Suelos arenosos mal gradados
- Suelos finos (mas del 50%, pasa tamiz #200)



## SEPARACIÓN DE CAPAS



### CRITERIO DE RETENCIÓN

Por Curva Granulométrica  
 Parámetros de la Curva Granulométrica:  
 D<sub>10</sub> [mm]: 9,0  
 D<sub>60</sub> [mm]: 20,0  
 D<sub>85</sub> [mm]: 20,0

Usar criterio recomendado  
 TAA < 0.6 mm

Definir criterio propio  
 TAA < 0,6

### CRITERIO DE PERMEABILIDAD

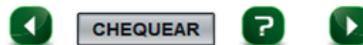
Permeabilidad del suelo de subrasante k(cm/s): 0,0001

### CRITERIO DE SUPERVIVENCIA

Desea revisar Criterios de Supervivencia (AASHTO M288-05 / Artículo 231-07 Normas INVIAS)?  
 SI  
 NO

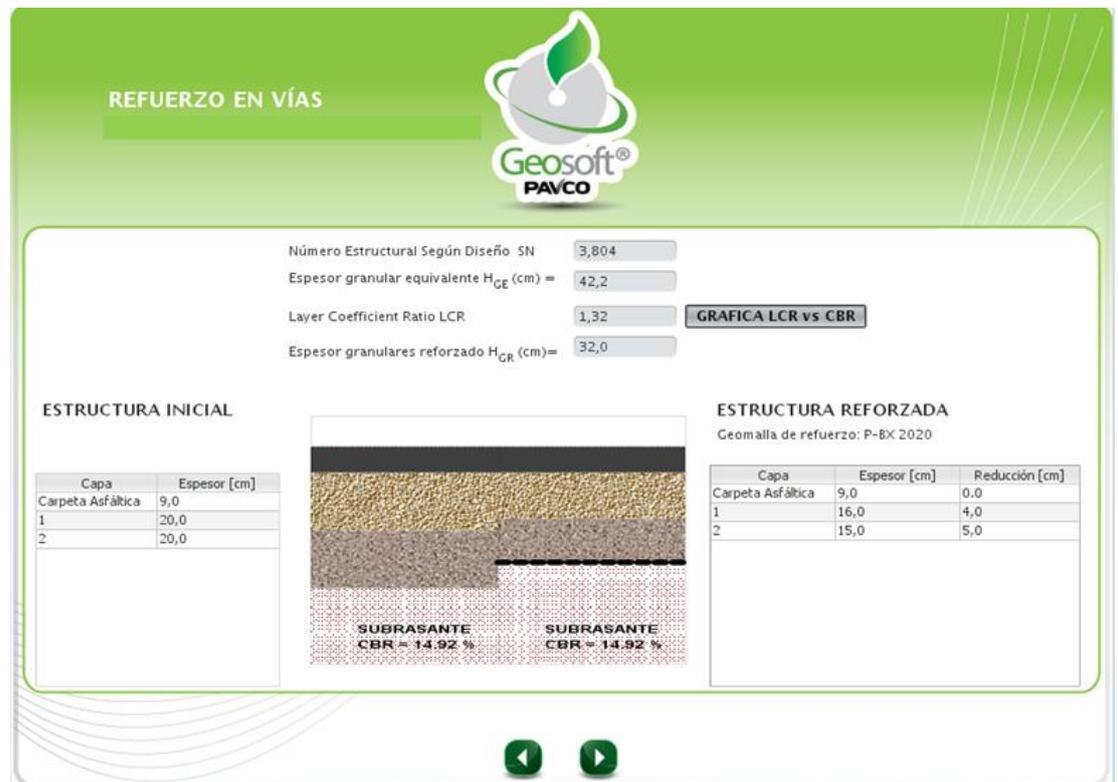
### GEOTEXILES PROPUESTOS

|                                  | Geotextil Tejido T2100 | Geotextil No Tejido NT2500 |
|----------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Criterios Mecánicos              | Cumple!                | Cumple!                    |
| Factor de Seguridad Global(GRAB) | Cumple!                | Cumple!                    |
| Criterio de Retención            | Cumple!                | Cumple!                    |
| Criterio de Permeabilidad        | Cumple!                | Cumple!                    |



### 3. Reducción de las capas del pavimento flexible

El geotextil no tejido tiene similares propiedades y funciones a la geomalla, pero siendo este el más óptimo para las repavimentaciones tal como lo describe el manual Pavco.



### 4. Calculo del número estructural para nueva carpeta asfáltica.

Los valores que se obtuvieron fueron en función de la aplicación de geotextil no tejido (geomalla) para reducir las capas del pavimento flexible pero a nivel de subrasante y sub base, los cuales serán llevados por cálculos a nivel de carpeta asfáltica y base. Para ello calculamos en número estructural.

Datos de entrada:

| Capa              | Espesor [cm] | Reducción [cm] |
|-------------------|--------------|----------------|
| Carpeta Asfáltica | 9,0          | 0,0            |
| 1                 | 16,0         | 4,0            |
| 2                 | 15,0         | 5,0            |

**REFUERZO EN VÍAS**



**PARÁMETROS DE DISEÑO**

**CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO**

Esesor  $D_1$

Coefficiente estructural  $a_1$  [1/pg]

**REFUERZO**

Tipo de Geomalla de Refuerzo

**MATERIAL GRANULAR**

Numero de Capas Granulares

| CAPA | $D_i$ | Unidades $D_i$ | $a_i$ | $m_i$ |
|------|-------|----------------|-------|-------|
| 1    | 16,0  | cm             | 0,132 | 1,15  |
| 2    | 15,0  | cm             | 0,119 | 1,15  |

Número Estructural SN

CBR Subrasante (%)  Desea Revisar el diseño inicial (AASHTO 93)?  SI  NO

## 5. Calculo de la careta asfáltica

|  |      |          |                         |      |      |
|--|------|----------|-------------------------|------|------|
| <u>PROPUESTA DE "D1":</u>                                |      |          | <u>CALCULO DE SN*1:</u> |      |      |
| D1:  | 6    | cm       | SN1=d1xa1               |      |      |
|  |      |          | Despejar                |      |      |
| D1=9 cm minimo fuente manual de carretera, cuadro 12.17  |      |          | SN1=                    | 1.02 |      |
| <u>PROPUESTA DE "D2":</u>                                |      |          | <u>CALCULO DE SN*2:</u> |      |      |
| D2:  | 20   | cm       | SN2=d2xa2xm2            |      |      |
|  |      |          | Despejar                |      |      |
| D2=20 cm minimo fuente manual de carretera, cuadro 12.17 |      |          | SN2=                    | 1.20 |      |
| <u>PROPUESTA DE "D3":</u>                                |      |          | <u>CALCULO DE SN*3:</u> |      |      |
| D3:  | 20   | cm       | SN3=d3xa3xm3            |      |      |
|  |      |          | Despejar                |      |      |
|  |      |          | SN3=                    | 1.08 |      |
| <b>SUMATORIA SN:</b>                                     |      |          |                         |      |      |
| SN1=   | 1.02 | SN2=     | 1.20                    | SN3= | 1.08 |
|  |      | SNtotal= | 3.30                    |      |      |
| SN requer =  | 3.30 | ≤        | SN total =              | 3.30 |      |



#### 4.1.7. Propiedades y funciones Geotextil No Tejido Pavco Repav 400

##### 4.1.7.1. Propiedades Geotextil No Tejido Pavco Repav 400

Geotextil No Tejido Pavco Repav 400 para conformar una membrana viscoelastoplástica. Esta membrana puede ser usada para el mantenimiento y construcción de nuevas vías, sobre pavimentos de concreto asfáltico fatigados para retardar el calcado de fisuras; también bajo nuevas capas de concreto asfáltico para ofrecer una barrera permanente contra el ingreso del agua.

Se realizó la cotización del geotextil no tejido REPAV 400, dicha presentación viene en rollo de 3.80m x 180.00m que está considerado para todo el tramo de estudio en la Av. Calmell del Solar. Siendo una longitud de 1+345 km y un ancho de 12.15m. Todo el trayecto considerando.

## Especificaciones Técnicas Geotextil no tejido 400 REPAV



### Ficha Técnica

Código: GCO-H16-012

Versión: 01

Fecha: 07/10/2014

Página: 1 de 1

1. Geotextil

1.1. Geotextil

2. Ref: NT REPAV 400

2.1. Tipo: No Tejido

El Geotextil tipo NT 400 REPAV es un Geotextil No Tejido por punzonamiento de agujas de 100% fibra sintética discontinua de polipropileno, producido para repavimentacion. El geotextil tipo Ni 400 REPAV se ajusta a los valores de propiedades físicas que se enumeran a continuación:

|                         | Propiedad                                       | Norma       | Unidad               | Valor Típico |
|-------------------------|---|-------------|----------------------|--------------|
| Propiedades Mecánicas   | Método Grab resistencia a la tensión elongación | ASTM D-4832 | N                    | 530          |
|                         | Resistencia a el punzonamiento                  | ASTM D-4833 | N                    | 300          |
|                         | Método CBR resistencia al punzonamiento         | ASTM D-8241 | kN                   | N.A.         |
|                         | Resistencia al rasgado trapezoidal              | ASTM D-4533 | N                    | 235          |
|                         | Resistencia al estallido                        | ASTM D-3786 | kPa                  | 1518         |
| Propiedades Hidraulicas | Tamaño de abertura aparente                     | ASTM D-4751 | mm                   | N.A.         |
|                         | Permeabilidad                                   | ASTM D-4491 | cm/s                 | N.A.         |
|                         | Permitividad                                    | ASTM D-4491 | s <sup>-1</sup>      | N.A.         |
|                         | Tasa de flujo                                   | ASTM D-4491 | L/min/m <sup>2</sup> | N.A.         |
|                         | Retención de asfalto                            | ASTM D-6140 | L/m <sup>2</sup>     | 1            |
| Propiedades Físicas     | Espesor   | ASTM D-5199 | mm                   | 1.5          |
|                         | Resistencia UV 500 horas                        | ASTM D-4355 | %                    | >70          |
|                         | Punto de fusión                                 | ASTM D-278  | °C                   | 150          |
|                         | Rollo ancho                                     | Medido      | m                    | 3.8          |
|                         | Rollo largo                                     | Medido      | m                    | 180          |
|                         | Rollo área                                      | Calculado   | m <sup>2</sup>       | 684          |

**Fuente: empresa GEO SOLUCIONES**



**Listado de precios**  
*No incluyen iva*

**Cliente final**  
**Unidad : m2**

**TEJIDOS Y NO TEJIDOS**

| Descripción            | Material | Dimensiones del rollo |                 |              | Precio Venta<br>Cliente \$/m2 |
|------------------------|----------|-----------------------|-----------------|--------------|-------------------------------|
|                        |          | Ancho<br>(m)          | Longitud<br>(m) | Área<br>(m2) |                               |
| Geotextil NT 1600 S    | PP       | 3,5                   | 160             | 560          | \$ 1.899                      |
| Geotextil NT 1600 S    | PP       | 3,8                   | 160             | 608          | \$ 1.899                      |
| Geotextil NT 1600      | PP       | 3,5                   | 160             | 560          | \$ 3.084                      |
| Geotextil NT 1600      | PP       | 3,8                   | 160             | 608          | \$ 3.084                      |
| Geotextil NT 1800      | PP       | 3,5                   | 150             | 525          | \$ 3.878                      |
| Geotextil NT 1800      | PP       | 3,8                   | 150             | 570          | \$ 3.878                      |
| Geotextil NT 2000      | PP       | 3,5                   | 130             | 455          | \$ 4.593                      |
| Geotextil NT 2000      | PP       | 3,8                   | 130             | 494          | \$ 4.593                      |
| Geotextil NT 2500      | PP       | 3,5                   | 120             | 420          | \$ 4.818                      |
| Geotextil NT 2500      | PP       | 3,8                   | 120             | 456          | \$ 4.818                      |
| Geotextil NT 3000      | PP       | 3,5                   | 120             | 420          | \$ 6.053                      |
| Geotextil NT 3000      | PP       | 3,8                   | 120             | 456          | \$ 6.053                      |
| Geotextil NT 4000      | PP       | 3,5                   | 130             | 455          | \$ 7.829                      |
| Geotextil NT 4000      | PP       | 3,8                   | 130             | 494          | \$ 7.829                      |
| Geotextil NT 5000      | PP       | 3,5                   | 120             | 420          | \$ 9.717                      |
| Geotextil NT 5000      | PP       | 3,8                   | 120             | 456          | \$ 9.717                      |
| Geotextil NT 6000      | PP       | 3,5                   | 100             | 350          | \$ 11.112                     |
| Geotextil NT 6000      | PP       | 3,8                   | 100             | 380          | \$ 11.112                     |
| Geotextil NT 7000      | PP       | 3,5                   | 80              | 280          | \$ 13.878                     |
| Geotextil NT 7000      | PP       | 3,8                   | 80              | 304          | \$ 13.878                     |
| Geotextil NT REPAV 400 | PP       | 3,8                   | 180             | 684          | \$ 3.326                      |
| Geotextil NT REPAV 450 | PP       | 3,8                   | 150             | 570          | \$ 3.951                      |
| Geotextil TEJ 1050     | PP       | 3,85                  | 200             | 770          | \$ 2.406                      |

**Fuente: empresa PAVCO**

# GEOTEXTILES NO TEJIDOS

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS I

| PROPIEDADES MECÁNICAS              | NORMA      | UNIDAD               | NT 1600               | NT 1800               | NT 2000               | NT 2500               | NT 3000               | NT 4000               | NT 5000               | NT 6000               | NT 7000               | REPAV 400  | REPAV 450  |
|------------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|
| Método Grab                        |            |                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |            |            |
| Resistencia a la tensión           | ASTM D4632 | N (lb)               | 440 (99)              | 530 (118)             | 620 (141)             | 750 (169)             | 830 (187)             | 1080 (243)            | 1255 (283)            | 1410 (320)            | 1720 (391)            | 530 (120)  | 600 (135)  |
| Elongación                         |            | %                    | >50                   | >50                   | >50                   | >50                   | >50                   | >50                   | >50                   | >50                   | >50                   | >50        | >50        |
| Resistencia al punzonamiento       | ASTM D4833 | N (lb)               | 250 (57)              | 310 (70)              | 360 (82)              | 400 (91)              | 440 (100)             | 590 (134)             | 700 (159)             | 800 (182)             | 910 (207)             | 300 (68)   | 320 (73)   |
| Método CBR                         |            |                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |            |            |
| Resistencia al punzonamiento       | ASTM D6241 | KN                   | 1.4                   | 1.6                   | 1.7                   | 2.3                   | 2.4                   | 3.1                   | 3.4                   | 4.1                   | 5.4                   | N.A.       | N.A.       |
| Resistencia al rasgado trapezoidal | ASTM D4533 | N (lb)               | 190 (43)              | 230 (52)              | 235 (53)              | 290 (65)              | 315 (71)              | 360 (81)              | 420 (94)              | 540 (123)             | 600 (136)             | 235 (53)   | 250 (56)   |
| Método Mullen Burst                |            |                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |            |            |
| Resistencia al estallido           | ASTM D3786 | kPa (psi)            | 1311 (190)            | 1587 (230)            | 1794 (260)            | 2070 (300)            | 2208 (320)            | 2829 (410)            | 3174 (460)            | 3795 (550)            | 4830 (700)            | 1518 (220) | 1587 (230) |
| PROPIEDADES HIDRÁULICAS            | NORMA      | UNIDAD               | NT 1600               | NT 1800               | NT 2000               | NT 2500               | NT 3000               | NT 4000               | NT 5000               | NT 6000               | NT 7000               | REPAV 400  | REPAV 450  |
| Tamaño de abertura aparente        | ASTM D4751 | mm (N * Tamuz)       | 0.180 (80)            | 0.150 (100)           | 0.150 (100)           | 0.125 (120)           | 0.125 (120)           | 0.09 (170)            | 0.09 (170)            | 0.09 (170)            | 0.09 (170)            | N.A.       | N.A.       |
| Permeabilidad                      | ASTM D4491 | cm/s                 | 44 x 10 <sup>-2</sup> | 42 x 10 <sup>-2</sup> | 38 x 10 <sup>-2</sup> | 38 x 10 <sup>-2</sup> | 35 x 10 <sup>-2</sup> | 26 x 10 <sup>-2</sup> | 24 x 10 <sup>-2</sup> | 22 x 10 <sup>-2</sup> | 15 x 10 <sup>-2</sup> | N.A.       | N.A.       |
| Permitividad                       | ASTM D4491 | s <sup>-1</sup>      | 2.9                   | 2.5                   | 2.2                   | 1.9                   | 1.8                   | 1.2                   | 1.0                   | 0.7                   | 0.5                   | N.A.       | N.A.       |
| Tasa de flujo                      | ASTM D4491 | L/min/m <sup>2</sup> | 8109                  | 6563                  | 6120                  | 5043                  | 4890                  | 3440                  | 3160                  | 2284                  | 2060                  | N.A.       | N.A.       |
| Retención de asfalto               | ASTM D6140 | L/m <sup>2</sup>     | N.A.                  | 1.0        | 1.0        |
| PROPIEDADES FÍSICAS                | NORMA      | UNIDAD               | NT 1600               | NT 1800               | NT 2000               | NT 2500               | NT 3000               | NT 4000               | NT 5000               | NT 6000               | NT 7000               | REPAV 400  | REPAV 450  |
| Espesor                            | ASTM D5199 | mm                   | 1.5                   | 1.7                   | 1.7                   | 2.0                   | 2.0                   | 2.2                   | 2.4                   | 3.1                   | 3.2                   | 1.5        | 1.6        |
| Resistencia UV @ 500 horas         | ASTM D4355 | %                    | >70                   | >70                   | >70                   | >70                   | >70                   | >70                   | >70                   | >70                   | >70                   | >70        | >70        |
| Punto de fusión                    | ASTM D276  | °C                   | N.A.                  | 150        | 150        |
| Rollo ancho                        | Medido     | m                    | 3.5 * 3.8 * 4.0       | 3.5 * 3.8 * 4.0       | 3.5 * 3.8 * 4.0       | 3.5 * 3.8 * 4.0       | 3.5 * 3.8 * 4.0       | 3.5 * 3.8 * 4.0       | 3.5 * 3.8 * 4.0       | 3.5 * 3.8 * 4.0       | 3.5 * 3.8 * 4.0       | 3.8        | 3.8        |
| Rollo largo                        | Medido     | m                    | 160                   | 150                   | 130                   | 120                   | 120                   | 130                   | 120                   | 100                   | 80                    | 180        | 150        |
| Rollo área                         | Calculado  | m <sup>2</sup>       | 560 * 608 * 640       | 525 * 570 * 600       | 455 * 494 * 520       | 420 * 456 * 480       | 420 * 456 * 480       | 455 * 494 * 520       | 420 * 456 * 480       | 350 * 380 * 400       | 280 * 304 * 320       | 684        | 570        |
| FUNCIÓN DEL GEOTEXTIL              | NORMA      | UNIDAD               | NT 1600               | NT 1800               | NT 2000               | NT 2500               | NT 3000               | NT 4000               | NT 5000               | NT 6000               | NT 7000               | REPAV 400  | REPAV 450  |
| Filtración                         |            |                      | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓          | ✓          |
| Drenaje                            |            |                      | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓          | ✓          |
| Protección                         |            |                      | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓          | ✓          |
| Separación                         |            |                      |                       |                       |                       | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓          | ✓          |
| Estabilización                     |            |                      |                       |                       |                       |                       |                       | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓                     | ✓          | ✓          |
| Repavimentación                    |            |                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       | ✓          | ✓          |

Fuente: empresa PAVCO

| PROPIEDADES MECANICAS        | NORMA       | UNIDAD    | NT 1600   | NT 1800   | NT 2000   | NT 2500   | NT 3000   | NT 4000   | NT 5000   | NT 6000    | NT 7000   | REPAV 400 | REPAV 450 |
|------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Método Grab                  |             |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |           |           |
| Resistencia a la Tension     | ASTM D 4632 | N (lb)    | 450(102)  | 530(120)  | 620 (141) | 710(161)  | 770(125)  | 1070(243) | 1220(243) | 1410(320)  | 1720(391) | 530(120)  | 570(130)  |
| Elongacion                   |             | %         | >50       | >50       | >50       | >50       | >50       | >50       | >50       | >50        | >50       | >50       | >50       |
| Resistencia al punzonamiento | ASTM D 4833 | N (lb)    | 250(57)   | 310(70)   | 360(82)   | 400(91)   |           | 590(134)  | 590(134)  | 800(182)   | 800(182)  | 300(68)   | 320(73)   |
| Método CBR                   |             |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |           |           |
| Resistencia al punzonamiento | ASTM D 6241 | KN        | 1.3       | 1.6       | 1.8       | 2.2       | 2.4       | 3.1       | 3.5       | 4.1        | 5.4       | N/A       | N/A       |
| Resistencia al Rasgado       |             |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |           |           |
| Trapezoidal                  | ASTM D 4533 | N (lb)    | 210(48)   | 260(59)   | 280(64)   | 320(73)   | 340(77)   | 400(91)   | 460 (105) | 540(123)   | 600(136)  | 250(57)   | 290(66)   |
| Metodo Mullen Burst          |             |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |           |           |
| Resistencia al Estallido     | ASTM D 3786 | kPa (psi) | 1311(190) | 1587(230) | 1794(260) | 2070(300) | 2208(320) | 2829(410) | 3174(460) | 3795 (550) | 4830(700) | 1518(220) | 1587(230) |

| PROPIEDADES HIDRAULICAS     | NORMA       | UNIDAD           | NT 1600      | NT 1800   | NT 2000   | NT 2500    | NT 3000    | NT 4000    | NT 5000    | NT 6000    | NT 7000   | REPAV 400 | REPAV 450 |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Tamaño de abertura aparente | ASTM D 4751 | mm (No. Tamiz)   | 0.250 (60)   | 0.180(80) | 0.180(80) | 0.150(100) | 0.150(100) | 0.125(120) | 0.106(140) | 0.106(140) | 0.09(170) | N/A       | N/A       |
| Permeabilidad               | ASTM D 4491 | cm/s             | 46 x 10 (-2) | 41x10(-2) | 42x10(-2) | 40x10(-2)  | 40x10(-2)  | 34x10(-2)  | 32x10(-2)  | 28x10(-2)  | 22x10(-2) | N/A       | N/A       |
| Permitividad                | ASTM D 4491 | 1/s              | 3.1          | 2.4       | 2.0       | 1.9        | 2.0        | 1.4        | 1.2        | 0.9        | 0.7       | N/A       | N/A       |
| Retención de asfalto        | ASTM D 6140 | L/m <sup>2</sup> | N/A          | N/A       | N/A       | N/A        | N/A        | N/A        | N/A        | N/A        | N/A       | 1.0       | 1.1       |

| PROPIEDADES FISICAS        | NORMA       | UNIDAD         | NT 1600     | NT 1800     | NT 2000     | NT 2500     | NT 3000     | NT 4000     | NT 5000     | NT 6000     | NT 7000     | REPAV 400 | REPAV 450 |
|----------------------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| Espesor                    | ASTM D 5199 | mm             | 1.5         | 1.7         | 1.9         | 2.0         | 2.1         | 2.4         | 2.7         | 3.1         | 3.2         | 1.3       | 1.5       |
| Resistencia UV @ 500 horas | ASTM D 4355 | %              | >70         | >70         | >70         | >70         | >70         | >70         | >70         | >70         | >70         | >70       | >70       |
| Rollo Ancho                | Medido      | m              | 3.5-3.8-4.0 | 3.5-3.8-4.0 | 3.5-3.8-4.0 | 3.5-3.8-4.0 | 3.5-3.8-4.0 | 3.5-3.8-4.0 | 3.5-3.8-4.0 | 3.5-3.8-4.0 | 3.5-3.8-4.0 | 3.8-4.0   | 3.8-4.0   |
| Rollo Largo                | Medido      | m              | 160         | 150         | 130         | 120         | 120         | 130         | 120         | 100         | 80          | 180       | 150       |
| Rollo Area                 | Calculado   | m <sup>2</sup> | 560-608-640 | 525-570-600 | 455-494-520 | 420-456-480 | 420-456-480 | 455-494-520 | 420-456-480 | 350-380-400 | 280-304-320 | 680-720   | 570-600   |

Fuente: [ingenieriageosinteticos.amco@pavco.com.co](mailto:ingenieriageosinteticos.amco@pavco.com.co) • [www.pavco.com.co](http://www.pavco.com.co)

## Geo textiles usados para pavimentación

Esta especificación es aplicable al uso de telas sintéticas para pavimentación saturadas con cemento asfáltico entre dos capas de pavimento y pueda actuar como una membrana impermeable y aliviadora de esfuerzos dentro de una estructura de pavimento. El geotextil debe cumplir con los siguientes requerimientos:

### Geotextiles para pavimentación

| Propiedad               | Ensayo      | Unidad           | Requerimiento |
|-------------------------|-------------|------------------|---------------|
| Resistencia Grab        | ASTM D 4632 | N                | 450           |
| Elongación en Rotura    | ASTM D-4632 | %                | ≥ 50          |
| Masa por Unidad de Área | ASTM D-5261 | g/m <sup>2</sup> | 140           |
| Retención Asfáltica     | ASTM D-6140 | l/m <sup>2</sup> | Notas 2 y 3   |
| Punto de Fusión         | ASTM D-276  | °C               | 150           |

Fuente: MCSGGP

El REPAV 400 cumple con estas especificaciones en consecuencia su aplicación en la repavimentación es viable.

#### 4.1.7.2. Funciones geotextil no tejido REPAV 400

Cumple la función de barrera impermeabilizadora y membrana amortiguadora de esfuerzos. Dentro de cualquier proceso de repavimentación de una vía, el exceso de humedad y el calçado de fisuras son los dos fenómenos que afectan la durabilidad de las estructuras de pavimento y su integridad para resistir la aplicación de cargas. Los geotextiles no tejidos por su estructura y alta porosidad son ideales para esta aplicación; se disponen entre la superficie de la estructura de pavimento antigua y la nueva capa de rodadura de forma que actúen como barrera impermeabilizante y agente amortiguador para la reflexión de grietas hacia la superficie nueva cuando son saturados con emulsión asfáltica o cemento asfáltico.

Campos de aplicación Campos de aplicación

- En repavimentación de estructuras de pavimento (vías, pistas aeropuertos, parqueaderos, etc).
- En la construcción de estructuras asfálticas nuevas.
  - Para absorber diferencias de rigidez en la base de estructuras asfálticas.

##### **a) Barrera impermeabilizadora**

A pesar que el concreto asfáltico ha sido sometido a un proceso de compactación y que su relación de vacíos es muy baja, hay que considerársele como un elemento permeable, a través del cual se infiltrará un gran porcentaje del agua superficial que podrá llegar a las capas granulares y a la subrasante, ablandando estos suelos afectando los parámetros de resistencia y deformabilidad.

Otro efecto igualmente adverso es el incremento de presiones de poros que reduce los esfuerzos efectivos del suelo, además se presentará el efecto “prensa”, que hace disminuir la

disipación de los esfuerzos producidos por cargas de tráfico a través de las capas granulares, siendo estos transmitidos directamente por el agua que se encuentra entre las partículas de suelo a la subrasante. Con el fin de evitar las situaciones anteriores, es necesario la colocación de una barrera impermeabilizadora que detenga el proceso de infiltración, prolongando la vida útil del pavimento, disminuyendo los costos de mantenimiento y posponiendo un nuevo proceso de repavimentación.

Tal barrera deberá estar conformada por el geotextil no tejido especial para aplicaciones de pavimentación y repavimentación, que servirá como medio para albergar una cantidad determinada de asfalto residual hasta lograr su saturación, además de una cantidad adicional para permitir la adhesión del geotextil a la superficie antigua (capa asfáltica inferior) y a la nueva capa de rodadura. La cantidad de cemento asfáltico a utilizar es uno de los puntos donde se debe tener un mayor cuidado. Una de las normas constructivas internacionales para repavimentación, (Task Force 25, compuesta por la AASHTO, la AGC y la ARTBA) que ha tenido la mayor aceptación por parte de los ingenieros viales en todo el mundo, exige que como mínimo la cantidad de cemento asfáltico para saturar el geotextil debe ser de 0.9 L/m<sup>2</sup>, esta es una de las razones por las cuales el geotextil a usarse debe ser un no tejido punzonado por agujas, gracias a su espesor y porosidad que le permiten alojar tal cantidad de asfalto.

Se deben considerar otros factores adicionales para determinar la cantidad adecuada del cemento asfáltico o ligante a usarse, que contemplan el estado de porosidad del concreto asfáltico antiguo. Una cantidad insuficiente de ligante podría causar que

el geotextil no se sature totalmente, perdiéndose el efecto de impermeabilidad o puede que la adhesión entre el geotextil y las capas de concreto asfáltico no sea suficiente, originando tiempo después una superficie potencial de falla por deslizamiento. Una cantidad excesiva de ligante originará un posible problema de exudación de asfalto. Manual de diseño con Geosintéticos, octava edición. 2009, p.166.

#### **b) Membrana amortiguadora de esfuerzos**

Cuando una capa de repavimentación es colocada sobre la superficie antigua, los esfuerzos incluidos por agrietamiento en la capa de concreto asfáltico antigua, pueden ser transmitidos hacia la nueva capa de repavimentación, originando un agrietamiento por reflexión temprana. Esto resulta del contacto entre agregados del pavimento antiguo y la capa nueva de repavimentación.

Al instalar un geotextil para repavimentación entre las capas de concreto asfáltico nuevas y “viejas” ayuda a retardar el agrietamiento por reflexión, suministrando una capa flexible de espesor suficiente que absorbe parte de los esfuerzos entre la capa de pavimento antiguo y la capa de pavimento nuevo, permitiendo movimientos leves dentro de la intercapa del geotextil, sin tensionar la capa de repavimentación en concreto asfáltico. De esta forma se prolonga la vida de servicio de las capas repavimentadas. Los geotextiles no tejidos impregnados con asfalto tienen un módulo de elasticidad bajo y absorben las deformaciones sin transferirlas. Manual de diseño con Geosintéticos, octava edición. 2009, p.166.

El geotextil para repavimentación alivia parcialmente la transferencia de esfuerzos inducidos por el tráfico en la cercanía de las grietas, actuando como una capa aliviadora de

esfuerzos. La capa de base se protege de los esfuerzos cortantes generados por las cargas generadas por el tráfico y de aquí que sean toleradas deflexiones mayores. De estudios realizados se ha concluido que las 2/3 partes del alivio de esfuerzos se debe al cemento asfáltico que satura el geotextil y el resto es por el geotextil que funciona como contenedor. En el caso de que una estructura de pavimento en concreto tenga un espesor mayor, mayores serán los esfuerzos de tensión en la base cuando se defleccione debido a las cargas de tráfico. La mayoría de los agrietamientos en los pavimentos comienza en la base del pavimento debido a los esfuerzos de tensión, continuando hasta la superficie.

Al colocar una capa de repavimentación sin una intercapa de geotextil se está incrementando el espesor total de la estructura del pavimento, aumentándose los esfuerzos a tensión en la base del pavimento promoviendo el agrietamiento. Mediante la colocación de una intercapa que absorba los esfuerzos inducidos por las cargas cíclicas de tráfico, las capas de concreto asfáltico experimentarán menos esfuerzos desarrolladores de grietas internas que aquellas secciones que no tengan intercapas. La resistencia a la fatiga de una capa de repavimentación dependerá de las características de la membrana amortiguadora de esfuerzos incluyendo su módulo de elasticidad, espesor y de la cantidad de modificadores del asfalto. Manual de diseño con Geosintéticos, octava edición. 2009, p.167.

### 4.1.7.3. Costo del pavimento sin geotextil y pavimento con geotextil

Se presenta los cálculos para pavimento flexible con la utilización de geotextil y sin geotextil.

| MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL |                     | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE- RECAPEO |                       |
|--|---------------------|---|-----------------------|
| OBRAS ROVISIONALES                                   | S/3,500.00          | OBRAS ROVISIONALES                              | S/3,500.00            |
| OBRAS PRELIMINARES                                   | S/8,061.96          | OBRAS PRELIMINARES                              | S/8,061.96            |
| PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL                     | S/843,441.63        | PAVIMENTO FLEXIBLE -RECAPEO                     | S/1,205,247.98        |
| SEÑALIZACION   | S/1,841.50          | SEÑALIZACION                                    | S/1,841.50            |
| <b>COSTO DIRECTO</b>                                 | <b>S/856,845.09</b> | <b>COSTO DIRECTO</b>                            | <b>S/1,218,651.44</b> |
| <b>MONTO DE AHORRO CON GEOTEXTIL</b>                 |                     | S/361,806.35                                    | 29.69%                |

Fuente: propia (ver anexos)

### 4.1.8. Mantenimiento del pavimento flexible con geotextil no tejido

#### 4.1.8.1. Procedimiento de construcción

El procedimiento normal de construcción general de un proyecto nuevo a seguir es el siguiente:

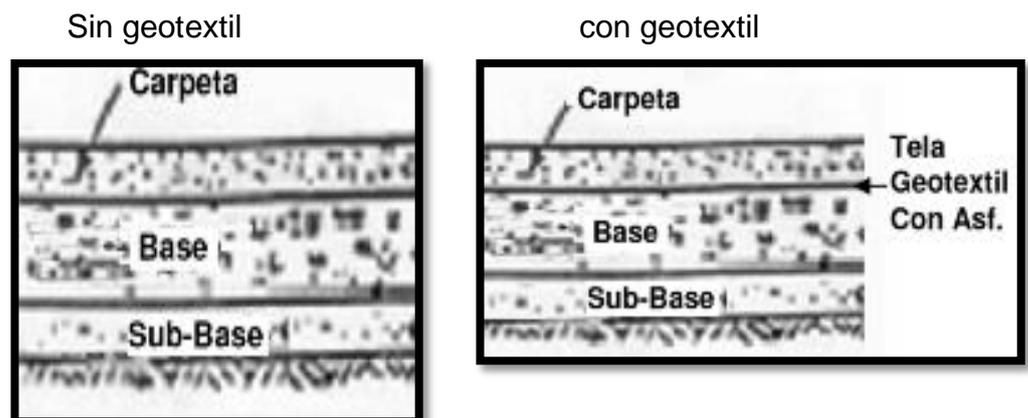
- a. Se construye la sub-estructura del pavimento de acuerdo al diseño efectuado: sub-rasante, sub-base, base.
- b. Sobre la base terminada, se aplica un riego de emulsión asfáltica, en proporción adecuada al tipo de superficie y al espesor del Geotextil a usar. El riego debe efectuarse con un ancho de unos 10 cm. más que del Geotextil.
- c. A continuación inmediata, se coloca el Geotextil, desenrollándola en el sentido del trabajo, cuidando de tensarla bien, de manera que no queden bolsas ni arrugas, los traslapes longitudinales se hacen en el sentido del trabajo, con un ancho mínimo de 20 cm, uniéndolos con emulsión y los transversales en el sentido descendente de la pendiente del bombeo.

Es conveniente trazar líneas guías a fin que la tela y cortes queden rectos y alineados.

d. Luego del tiempo de fraguado de la emulsión, cuando haya perdido su humedad, se procede a la colocación de la carpeta diseñada, por medio de los métodos normales de trabajo. Para evitar que los camiones que llevan el asfalto dañen o levanten la tela, se aplica un granzeado con la mezcla asfáltica para su protección. Sobre este granzeado, pueden transitar los camiones, sin poner en peligro el Geotextil.

En esta forma, se obtiene un pavimento asfáltico de óptima calidad, larga duración, poco mantenimiento y bajo costo.

**FIGURA N°7: Diferencia de pavimento Flexible**



Ahora planteamos el mantenimiento de un pavimento flexible con la utilización de geotextil, para ello se debe aplicar las etapas siguientes:

**1. Barrido y limpieza con aire comprimido o con cepillo la superficie.**

Debe removerse de la superficie a tratar, todo material suelto y extraño por medio de barrido, utilizando barredora mecánica, escoba giratoria y fuelle mecánico. Tanto la escoba como el fuelle deben estar diseñados especialmente para lograr una limpieza eficiente sin

dañar la superficie. El fuelle debe ser capaz de ajustarse para que sople del centro al borde exterior de la carretera. Todo este equipo debe de estar provisto de sistemas con ruedas de llantas neumáticas.

Si después de realizadas las operaciones anteriores persisten áreas con materiales extraños adheridos a la superficie, se requerirá el lavado con agua a presión y el cepillado de dichas áreas. Las partes lavadas deberán haber secado completamente antes de aplicar el riego de liga. Después de que la superficie ha sido barrida, se debe proceder a inspeccionarla visualmente a fin de observar si no presenta grietas, descascaramiento o alguna otra falla en condición desfavorable para la adherencia eficiente de la nueva capa bituminosa a colocar.

Delimitación de la Superficie. Para delimitar la superficie a tratar, se usa un cordel sujeto con clavos o se marca con pintura la línea que indique el borde del área y que sirve de guía para el operador de la distribuidora de asfalto para alinear la barra de distribución de ésta unidad. En los extremos de la sección a tratar, se coloca una faja de papel de construcción en todo el ancho, sujetándolo a la superficie, para que el derrame de exceso de emulsión asfáltica no la perjudique.

Protección de las Estructuras Adyacentes. Las superficies de todas las estructuras y construcciones adyacentes al área a tratar, deben protegerse adecuadamente para evitar su salpicadura o daño. En caso de que esto último ocurra, se debe, remover el material bituminoso salpicado y reparar todos los daños ocasionados.

## **2. Fresado de carpeta asfáltica**

Este trabajo consiste en cortar total o parcialmente la capa de rodadura del pavimento de la vía.

El fresado se efectuará sobre el área y el espesor del proyecto, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar a la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente. El material extraído como resultado del fresado, deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto.

El trabajo de fresado se podrá realizar en varias capas, hasta alcanzar el espesor del proyecto, debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas.

## **3. Imprima con emulsión asfáltica la superficie.**

La emulsión asfáltica diluida debe ser aplicada con uniformidad sobre la superficie a tratar. Para evitar una rotura prematura, siempre se agrega el agua a la emulsión y no la emulsión al agua. Para asegurarse de que el agua a ser utilizada es compatible con la emulsión, se recomienda hacer una dilución de prueba. La cantidad de aplicación debe de ser 0.13 Galón/metro<sup>2</sup>. El riego de liga debe ser aplicado sólo en áreas que pueden ser pavimentadas en el mismo día. La distribución de la emulsión asfáltica debe ser efectuada con un tanque distribuidor de asfalto a presión, equipado con sistema de calentamiento. La unidad debe ser autopropulsada o estar compuesta por un tanque distribuidor remolcado con cabezal, en todo caso, con ruedas de llantas neumáticas y fuerza de propulsión suficiente para mantener una velocidad constante que permita el riego

especificado. Debe de estar equipado con tacómetro en unidad de operación separada, adaptada al tanque distribuidor, graduado en unidades de velocidad de por lo menos 5 metros por minuto. En el sistema de distribución se debe conectar un tacómetro al eje de la bomba con indicador calibrado en revoluciones por minuto, de fácil lectura para el operador.

La barra de riego debe de permitir ajuste de longitud con variaciones cada 0.30 metros en más o en menos hasta una longitud de 8 metros y ajuste vertical para variar la altura de todas las boquillas, así como mecanismo de fijación o de compensación en el sistema de suspensión para mantener constante la altura de la barra respecto a la superficie a tratar en toda la longitud de riego. La altura de la barra será fijada para permitir un traslape triple en el riego en abanico de las boquillas interiores. La alineación de las boquillas respecto al eje de la barra deberá permitir el esparcimiento completo de cada abanico sin interferir con los de las boquillas adyacentes. La barra y boquillas deben tener válvulas que proporcionen un cierre positivo e inmediato al terminar la distribución y deben permanecer limpias sin atascarse, en las operaciones intermitentes. La capacidad de la bomba del tanque distribuidor debe de ser no menor de 1000 litros (250 galones) por minuto y ser capaz de distribuir la emulsión en una corriente uniforme y constante a través de todas las boquillas, con presión suficiente para asegurar un riego parejo de acuerdo con la cantidad requerida. El sistema de calentamiento para la emulsión debe proveer un calor uniforme para todo el material, con termómetros aislados, que no estén en contacto con los tubos de calentamiento. Cuando se use el sistema de

calentamiento, la emulsión deberá estar circulando en el tanque y se debe evitar el calentamiento excesivo para evitar su rompimiento. El distribuidor debe tener además una manguera con rociador anexa para cubrir las áreas que queden fuera del alcance de la barra o para efectuar correcciones.

Antes de proceder a cargar el tanque distribuidor con la emulsión asfáltica a usar, éste debe ser inspeccionado para determinar si no contiene residuos de un producto bituminoso u otros materiales distintos a los que se usan en el riego. Si este fuese el caso, se debe proceder a lavarlo y limpiarlo perfectamente con solvente adecuado cuyos residuos también deben ser removidos con agua, antes de efectuar las operaciones de carga y dilución de la emulsión. El tanque debe llenar de la parte de abajo hacia arriba y no por caída para evitar el rompimiento prematuro de la emulsión, además se deben inspeccionar las boquillas para asegurarse que todas funcionen libremente y se debe proceder a la calibración del distribuidor. Si después de aplicado el riego de liga, aparecen áreas que no han recibido adecuadamente el riego, éstas deberán ser cubiertas inmediatamente con emulsión asfáltica, usando una manguera con rociador anexo al tanque distribuidor. La emulsión asfáltica debe ser distribuida uniformemente sobre la superficie.

#### **4. Desenrolle el Geotextil sobre la superficie imprimada.**

Puede ser realizado manual o mecánicamente, existiendo equipos patentados para la colocación de los rollos. En nuestro medio la instalación se ha venido haciendo manualmente, siendo necesaria una cuadrilla de tres personas (dos manteniendo la alineación del rollo y desenrollándolo, y otra persona cepillando sobre el

geotextil no tejido repav 400, en adelante solo aremos referencia a geotextil, eliminando al máximo las arrugas), sin necesidad de ser mano de obra capacitada ni especializada. Para esta aplicación se debe instalar siempre la parte sin termo fundir en contacto directo con el ligante, sin arrugas.

Para facilitar un mayor contacto (adherencia) del geotextil con el ligante y con la capa antigua y eliminar en mayor proporción las arrugas del geotextil, se podrán utilizar equipos mecánicos como es el caso de un compactador de llantas en una pasada directamente sobre el geotextil transitando a bajas velocidades. No es necesario realizar la sujeción del geotextil a la capa vieja mediante clavos o puntillas. Cuando se está en zona de curva, para instalar el geotextil, éste se debe cortar en pequeñas secciones en forma rectangular como si se estuviera armando la curva por segmentos. Se deben tener cuidados especiales con las condiciones climatológicas, pues nunca se podrá instalar el geotextil cuando la capa de pavimento antiguo esté en condiciones húmedas, en el caso de querer hacer grandes avances en la instalación del geotextil es necesario prever que no lloverá en la zona. Esta es la única condición que pudiera llegar a afectar el avance de la obra. Si durante la instalación inicia la lluvia y el geotextil que se encontraba extendido se moja completamente, éste se debe secar totalmente antes de ser utilizado para esta aplicación. A manera de solución parcial para casos donde el geotextil se haya mojado con una llovizna superficial se podrá soplar con aire a presión para eliminar toda la humedad presente en el geotextil. Si se llegase a realizar el proceso de instalación de la nueva carpeta sobre el geotextil en

condiciones húmedas, no se logrará una buena adherencia de todo el sistema, generando posibles fallas posteriores en el funcionamiento del mismo. Como recomendación de trabajo en obra, solo se debe instalar la cantidad de geotextil que sé está seguro quedará completamente cubierta al finalizar el día. La colocación de la tela debe hacerse de tal modo que los solapes longitudinales y transversales sean de 6 pulgadas (15 cm) o menos y que sean solapados en la dirección de la operación de pavimentación. Todos los solapes deben recibir un riego de liga adicional para una saturación apropiada de la tela. Las orillas de la tela deben extenderse equidistantemente del cemento asfáltico esparcido por un camión distribuidor con barra de esparcimiento (aproximadamente dos pulgadas (5 cm) adentro del ancho del riego sobre cada lado).

##### **5. Coloque la nueva mezcla asfáltica directamente sobre el Geotextil.**

Luego del tiempo de fraguado de la emulsión, cuando haya perdido su humedad, se procede a la colocación de la nueva carpeta asfáltica en caliente de 40mm, por medio de los métodos normales de trabajo. Para evitar que los camiones que llevan el asfalto dañen o levanten la tela, se aplica un granzeado con la mezcla asfáltica para su protección. Sobre este granzeado, pueden transitar los camiones, sin poner en peligro el Geotextil.

Las mezclas deberán transportarse a los lugares de colocación en camiones tolva convenientemente preparados para ese objetivo, cubiertos con carpa térmica y distribuirse mediante una terminadora autopropulsada. La superficie sobre la cual se colocará la mezcla deberá

estar seca. En ningún caso se pavimentará sobre superficies congeladas o con tiempo brumoso o lluvioso, o cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 5°C. Cuando la temperatura ambiente descienda de 10°C o existan vientos fuertes deberá tomarse precauciones especiales para mantener la temperatura de compactación. No se aceptará camiones que lleguen a obra con temperatura de la mezcla inferior a 120° C. La temperatura de la mezcla al inicio del proceso de compactación no podrá ser inferior a 110° C. El equipo mínimo que se deberá disponer para colocar la mezcla asfáltica será el siguiente:

- Terminadora autopropulsada.
- Rodillo vibratorio liso con frecuencia, ruedas y peso adecuado al espesor de la capa a compactar.
  - Rodillo neumático, con control automático de la presión de inflado.
  - Equipos menores, medidor manual de espesor, rastrillos, palas, termómetros y otros.

## **6. Compacte la mezcla asfáltica.**

Una vez esparcidas, enrasadas y alisadas las irregularidades de la superficie, la mezcla deberá compactarse hasta que alcance una densidad no inferior al 97% ni superior al 102 % de la densidad Marshall. La cantidad, peso y tipo de rodillos que se empleen deberá ser el adecuado para alcanzar la densidad requerida dentro del lapso durante el cual la mezcla es trabajable, la compactación deberá comenzar por los bordes más bajos para proseguir longitudinalmente en dirección paralela con el eje de la vía, traslapando cada pasada en un mínimo de 15 cm, avanzando gradualmente hacia la

parte más alta del perfil transversal. Cuando se pavimente una pista adyacente a otra colocada previamente, la junta longitudinal deberá compactarse en primer lugar, para enseguida continuar con el proceso de compactación antes descrito. En las curvas con peralte la compactación deberá comenzar por la parte baja y progresar hacia la parte alta con pasadas longitudinales paralelas al eje. Los rodillos deberán desplazarse lenta y uniformemente con la rueda motriz hacia el lado de la terminadora. La compactación deberá continuar hasta eliminar toda marca de rodillo y alcanzar la densidad especificada. Las maniobras de cambios de velocidad o de dirección de los rodillos no deberán realizarse sobre la capa que se está compactando. En las superficies cercanas a aceras, cabezales, muros y otros lugares no accesibles por los rodillos descritos, la compactación se deberá realizar por medio de rodillos de operación manual, y de peso estático mínimo 2 ton, asegurando el número de pasadas que corresponda para alcanzar los requisitos de densidad exigidas. Durante la colocación y compactación de la mezcla, se deberá verificar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

Los requisitos estipulados anteriormente deberán considerar los aspectos climáticos y no se asfaltará si ellos no se cumplen.

- La superficie a cubrir deberá estar limpia, seca y libre de materiales extraños
- Se recomienda que la compactación se realice entre las temperaturas de 110° C y 140° C
- La mezcla deberá alcanzar el nivel de compactación especificado.

– La superficie terminada no deberá presentar segregación de material (nidos), fisuras, grietas, ahuellamientos, deformaciones, exudaciones ni otros defectos.

## **7. Control de calidad**

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el constructor.
- Verificar la limpieza de la superficie de la capa asfáltica antigua y la correcta reparación de las fallas existentes, de acuerdo a lo definido en la ejecución de los trabajos.
- Vigilar la correcta dosificación de la cantidad de ligante asfáltico según las especificaciones particulares del proyecto y las previsiones.
- Verificar la temperatura del ligante en el momento de instalación del geotextil, de acuerdo a lo descrito en la ejecución de los trabajos de esta especificación.
- Verificar la colocación y la densificación de la nueva capa asfáltica y sus dimensiones, según lo especificado en el diseño.
- Vigilar las condiciones climáticas durante los procesos de aplicación del ligante asfáltico e instalación del geotextil y la colocación de la capa asfáltica.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN RESULTADOS**

#### **5.1. Discusión de resultados**

El presente proyecto de investigación se realizó el análisis de fallas superficial, diseño y el comportamiento del Geotextil en el pavimento flexible, para poder mantener el periodo de vida útil con su diseño optimo, en cuanto a la funcionalidad, operación, seguimiento y control sea más económico, eficiente durante su ciclo. Presentando las condiciones adecuadas para el tránsito vehicular y el confort de los beneficiarios.

En el Mantenimiento de un pavimento flexible con la utilización de Geotextil en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km en la Provincia de Huancayo 2016.

1. Se presenta los cálculos obtenidos en el pavimento flexible con la utilización del geotextil y sin ello. Con sus respectiva variación en la carpeta asfáltica.

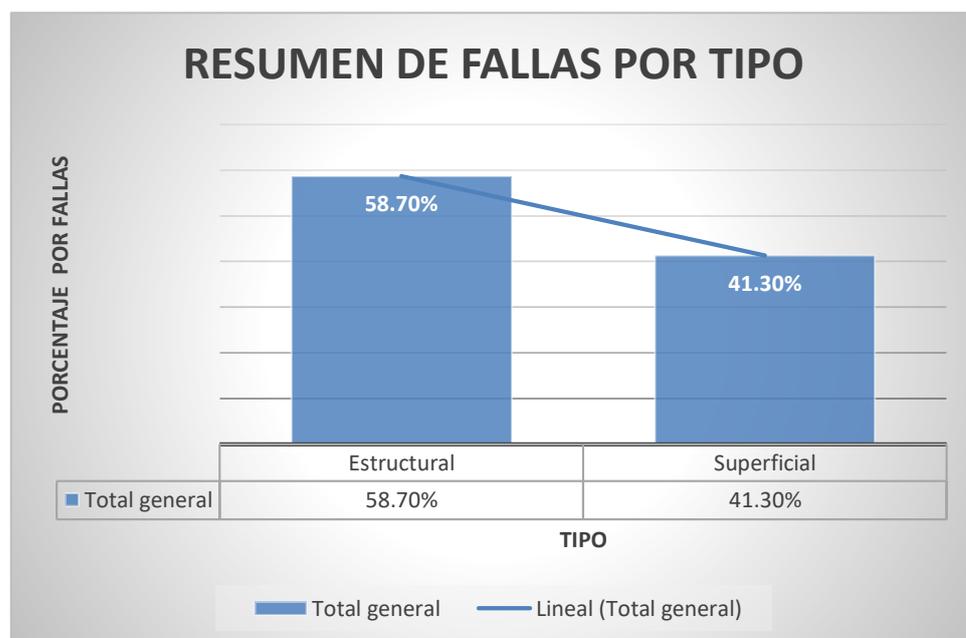


| MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL |                     | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE- RECAPEO |                       |
|--|---------------------|---|-----------------------|
| OBRAS ROVISIONALES                                   | S/3,500.00          | OBRAS ROVISIONALES                              | S/3,500.00            |
| OBRAS PRELIMINARES                                   | S/8,061.96          | OBRAS PRELIMINARES                              | S/8,061.96            |
| PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL                     | S/843,441.63        | PAVIMENTO FLEXIBLE -RECAPEO                     | S/1,205,247.98        |
| SEÑALIZACION   | S/1,841.50          | SEÑALIZACION                                    | S/1,841.50            |
| <b>COSTO DIRECTO</b>                                 | <b>S/856,845.09</b> | <b>COSTO DIRECTO</b>                            | <b>S/1,218,651.44</b> |
| <b>MONTO DE AHORRO CON GEOTEXTIL</b>                 |                     | S/361,806.35                                    | 29.69%                |

Con la utilización del geotextil no tejido Repav 400, se logra reducir un porcentaje de 29.69 % en costo.

3. Se presenta las fallas superficiales y estructurales, existentes en el pavimento flexible.

| Gravedad             | Estructural   |                     |                          |               | superficial    |                      |                            |               | Total general  |
|----------------------|---------------|---------------------|--------------------------|---------------|----------------|----------------------|----------------------------|---------------|----------------|
|                      | Ahuellamiento | Fisura longitudinal | Reparaciones y parchados | Total         | Baches- huecos | fisura Transversales | peladura y desprendimiento | Total         |                |
| alto                 | 0.00%         | 15.22%              | 4.35%                    | 19.57%        | 8.70%          | 2.17%                | 2.17%                      | 13.04%        | 32.61%         |
| bajo                 | 6.52%         | 4.35%               | 6.52%                    | 17.39%        | 0.00%          | 0.00%                | 8.70%                      | 8.70%         | 26.09%         |
| Medio                | 0.00%         | 6.52%               | 15.22%                   | 21.74%        | 2.17%          | 2.17%                | 15.22%                     | 19.57%        | 41.30%         |
| <b>Total general</b> | <b>6.52%</b>  | <b>26.09%</b>       | <b>26.09%</b>            | <b>58.70%</b> | <b>10.87%</b>  | <b>4.35%</b>         | <b>26.09%</b>              | <b>41.30%</b> | <b>100.00%</b> |



4. Se presenta las propiedades y funciones del geotextil no tejido Repav 400.

| PROPIEDADES DEL REPAV 400 |                                    |        |              |
|---------------------------|------------------------------------|--------|--------------|
|                           | PROPIEDADES                        | UNIDAD | VALOR TIPICO |
| PROPIEDADES MECANICAS     | RESISTENCIA A LA TENSION           | N      | 530          |
|                           | ELONGACION                         |        |              |
|                           | RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO       | N      | 300          |
|                           | RESISTENCIA AL RASGADO TRAPEZOIDAL | N      | 235          |
|                           | RESISTENCIA AL ESTALLIDO           | Kpa    | 1518         |
| PROPIEDADES HIDRAULICAS   | RETENCION DE ASFALTO               | L/m2   | 1            |
| PROPIEDADES FISICAS       | ESPESOR                            | mm     | 1.5          |
|                           | RESISTENCIA UV 500 HORAS           | %      | >70          |
|                           | PUNTO DE FUSION                    | °C     | 150          |
|                           | ROLLO ANCHO                        | m      | 3.8          |
|                           | ROLLO LARGO                        | m      | 180          |
|                           | ROLLO AREA                         | m2     | 684          |

Además de cumplir las funciones de barrera impermeabilizadora y membrana amortiguadora de esfuerzos.

## CONCLUSIONES

1. La utilización del geotextil no tejido Repav 400, se puede apreciar que contribuye reduciendo en 3 cm la careta asfáltica y tiene una reducción en cuanto al costo en un porcentaje de 29.69 %, en comparación del pavimento flexible convencional.
2. Las fallas en el pavimento encontradas en la zona de estudio de mayor incidencia son los parchados, baches y fisuras, estas se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto. Por ello realizo un adecuado análisis de la vía para plantear un mantenimiento, factor que nos ayuda a la conservación vial de manera adecuada.
3. Se obtuvo los siguientes valores de los parámetros de diseño un IMD 8,426.00 veh/día, además según los cálculos se determinó un Nrep de EE8.2 tn de 1, 544,519.00, se encontró un CBR de diseño 14.92, con un Módulo de resiliencia 14,407.98 psi. Del cual se obtuvo un número estructural requerido de 2.97, así mismo se halló el espesor la carpeta asfáltica convencional de 9.00 cm y un espesor la carpeta asfáltica con geotextil de 6.00 cm.
4. La función del geotextil es de barrera impermeabilizadora y membrana amortiguadora de esfuerzos, las propiedades son Resistencia a la Tensión es 530N; Resistencia al Punzonamiento 300N; la Retención Asfáltica es 1.0 Lt/m<sup>2</sup>, el espesor es 1.5mm.

## RECOMENDACIONES

1. Por las fallas superficiales encontradas en las vías y por la variabilidad de las mismas, es recomendable que las entidades encargadas realicen verificaciones rutinarias permanentemente, con el fin de que dichas fallas no siga avanzando y propagándose progresivamente. Se recomienda los mantenimientos de conservación vial periódica con geotextil Repav 400 en todas las vías monitoreadas.
2. Proponer que exista un laboratorio de muestras de geosintéticos para que el estudiante de la carrera de Ingeniería Civil pueda conocer los tipos que hay físicamente y pueda estar capacitado, ya que, no solo existe la aplicación en repavimentación sino en todas las áreas de la ingeniería civil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS

1. American association of state highway and transportation officials – AASHTO (1993). Guide for design of pavement structures. Estados Unidos: American Association Of State Highway And Transportation Officials.
2. Avila. R, (2001). Metodología de la investigación. como elaborar la tesis y o investigación. Estudios y ediciones R.A. Lima – Perú.
3. Chang, M. (2007). Pavimentos un enfoque al futuro, Perú, Editorial ICG
4. Consejo nacional de viabilidad, (2002). Especificaciones generales para conservación de carreteras, caminos y puentes en Costa Rica, Costa Rica
5. Corredor, G. (2005). Apuntes de Pavimentos - Volumen 2; Mezclas Asfálticas Materiales y Diseño, Venezuela.
6. Coronado, J. (2002). Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala.
7. Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo, (EGCCNE) (2013). California bearing ratio (CBR) & Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC).
8. Gutiérrez, R., Anguas. P. y Rodríguez. A, (1998).pavimentos flexibles: problemática, metodologías de diseño y tendencias. Instituto mexicano del transporte., México D.F.
9. Hernandez. R, (1999). Metodología de la investigación. editorial mc Graw – HILL S.A. México.
10. Huang. Y, (2004). Pavement Analysis And Design. Traducción propia. Segunda edición Estados Unidos: Pearson Prentice Hall.

11. Instituto de desarrollo urbano – Universidad Nacional de Colombia, (2001). Manual de diagnóstico de fallas y mantenimiento de vías, Bogotá.
12. Koerner, R.M. (2014). Geosynthetic Applications in Unpaved and Paved Roads. 27th central PA Geotechnical conf. Hershey, PA, USA.
13. Koerner, R. M., & Koerner, G. R. (2015). Lessons learned from geotextile filter failures under challenging field conditions. *Geotextiles and Geomembranes*, 43(3).
14. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC), (2014). Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima - Perú.
15. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC), (2014). Mantenimiento o conservación vial. Lima - Perú.
16. Melchor, J. (2009). Diseño y evaluación de pavimentos flexibles, universidad nacional de ingeniería, Lima - Perú.
17. Menendez, J. (2012). Ingeniería de pavimentos materiales, diseño y conservación, Lima - Perú.
18. Montejo, A. (2001). Ingeniería de pavimentos para carreteras, Panamericana Formas e Impresos, S.A., Universidad Católica de Colombia. Bogotá.
19. Montejo. A, (2006). Ingeniería de pavimentos. Fundamentos, estudios básicos y diseño. Tercera edición. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
20. Montejo, A. (2006). Ingeniería de pavimentos: fundamentos, estudios básicos y diseño, Panamericana Formas e Impresos, S.A., Tomo I, Bogotá.

21. Pavco, G. (2012). Manual de diseño con geosintéticos. Geosistemas Pavco.
22. Regalado, O. (2011). Medición, Técnicas e Instrumentos de Investigación. Slide Share.
23. Rondon. H., y Reyes F., (2015). Pavimentos materiales, construcción y diseño. Lima – Perú.
24. Rico. A., y Del Castillo. H, (1999). La ingeniería de suelos en las vías terrestres. Volumen 2. México: Limusa.
25. Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte. (SCTIMT), (2004). Conceptos mecanicistas en pavimentos. México.
26. Solminihaç, H. (2005). Gestión de infraestructura vial. 3ra edición, Alfaomega grupo editor, s.a. de c.v., México d.f.
27. Sabogal, F. (1992). Pavimentos. Universidad La Gran Colombia. Tomo I. Bogotá.
28. Sanches H, y Reyes C. (1996). Metodología y diseños en la investigación científica. editorial talleres “los jazmines” Lima – Perú.
29. Shukla, S. K. (2002). *Geosynthetics and their applications.1st edition, Thomas Telford Ltd.*
30. Tamayo. M, (1990). El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa. México d.f.
31. Zagaceta. I, y Romero. R, (2008). El pavimento de concreto hidráulico premezclado. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura., México D.F.

## PÁGINAS WEB

1. Eduardo Castelán Sayago, Tesis Trazo y Construcción de una Carretera, <http://caminos.construaprende.com/entrada/Tesis1/index.php>. Activa
2. Grupo Obras Civiles, Temario de caminos 2 en la página que menciona, <http://icc.ucv.cl/obrasviales/docencia/pavimentos%20flexibles.htm>. Activa.
3. <https://www.google.com.pe/#q=tesis+de+pavimentos+pucp>.
4. <http://www.uphm.edu.mx/manuales/Manual-para-elaboracion-de-tesis-y-trabajos-de-investigacion.pdf>.
5. <https://www.google.com.pe/#q=libros+de+investicgacion+tesis>.
6. [http://tesis.pucp.edu.pe:8080/repositorio/bitstream/handle/123456789/5419/orrego\\_daniel\\_analisis\\_geomallas\\_bases\\_granulares\\_pavimentos\\_flexibles.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe:8080/repositorio/bitstream/handle/123456789/5419/orrego_daniel_analisis_geomallas_bases_granulares_pavimentos_flexibles.pdf?sequence=1).
7. <http://geotexan.com/Geotextils-en-carreteras-y-ferrocarriles/>.
8. <http://www.geosyntheticssociety.org/wpcontent/plugins/resources/documents/Road%20Engineering/Espanol.pdf>.
9. Ing. M.Eng. Jorge Timaná Rojas, Universidad de Piura, Diseño Estructural basado en la guía para el diseño estructural de pavimentos Aashto1993, [http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Quinto%20Trimestre/PAV/Jorge%20Timan%E1/l\\_Introducci%F3n%20al%20dise%F1o%20estructural%20\(2\).ppt](http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Quinto%20Trimestre/PAV/Jorge%20Timan%E1/l_Introducci%F3n%20al%20dise%F1o%20estructural%20(2).ppt). Activa.

## TESIS DE INVESTIGACIÓN

1. Carhuamaca (2012). Realizo la tesis: “el asfalto, en la conservación y mantenimiento de pavimento flexibles” en la facultad de ingeniería de la Universidad peruana los andes.
2. De la Cruz (2013). Realizo la tesis: “evaluación de la estructura vial del pavimento flexible – carretera 3 de diciembre - log1+433.40 km – Provincia de Chupaca-2013” en la facultad de ingeniería de la Universidad peruana los andes.
3. Forero (2012). Realizo la tesis: “rehabilitación de pavimentos fisurados por flexión implementado sistemas de membrana antifisura s.a.m.i” en la facultad de ingeniería de la Pontifica Universidad Javeriana.
4. Humpiri (2015). Realizo la tesis: "análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de puno” en la escuela post grado de la Universidad Andina de Juliaca, Puno.
5. Sicha (2018). Realizo la tesis: “diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles” en la facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
6. Zuluaga (2014). Realizo la tesis: “diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos invias, aashto 93 e instituto del asfalto para la vía la ye- santa lucia barranca lebrija entre los abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del cesar” en la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Colombia.

## **ANEXOS**

Anexo N° 01. Matriz de consistencia

Anexo N° 02. Verificación del estado del pavimento flexible

Anexo N° 03. Estudio de tráfico

Anexo N° 04. Estudio de suelo

Anexo N° 05. Validación de instrumentos y fichas

Anexo N° 06. Presupuesto

Anexo N° 07. Datos generales

Anexo N° 08. Planos

**ANEXO N° 01**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA:

### “MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016”

| PROBLEMA   | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS   | VARIABLES<br>INDICADORES  | E | METODOLOGÍA  |
|--|--|---|---|---|--|
| <p><b>1. PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo contribuye la utilización del geotextil en el mantenimiento de un pavimento flexible en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km en la Provincia de Huancayo?</p> <p><b>2. PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>a) ¿Qué tipos de fallas existen en el pavimento flexible en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km?</p> <p>b) ¿Cuáles son los parámetros para diseñar el pavimento flexible?</p> <p>c) ¿Qué propiedades y funciones tiene el geotextil no tejido que es utilizado en el mantenimiento de un pavimento flexible?</p> | <p><b>1. OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Establecer como contribuye la utilización del geotextil en el mantenimiento de un pavimento flexible en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km en la Provincia de Huancayo</p> <p><b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) Analizar las fallas que existen en el pavimento flexible.</p> <p>b) Determinar los parámetros para diseñar el pavimento flexible.</p> <p>c) Identificar las propiedades y funciones del geotextil no tejido que es utilizado en el mantenimiento de un pavimento flexible.</p> | <p><b>1. HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>La utilización del geotextil contribuye técnica y económicamente en el mantenimiento del pavimento flexible en la en la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km</p> <p><b>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>a) Las fallas existentes en el pavimento flexible son; fisuras, parchados y baches.</p> <p>b) Los parámetros para diseñar el pavimento flexible son el conteo vehicular, estudio de tráfico vehicular,, ejes equivalentes,, diseño del pavimento flexible, determinación del espesor de la carpeta asfáltica.</p> <p>c) Las propiedades y funciones del geotextil no tejido que es utilizado en el mantenimiento de un pavimento flexible es alta resistencia, barrera impermeabilizante, retarda el calcado de fisuras.</p> | <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Geotextil</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación</li> <li>• Refuerzo</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Mantenimiento de Pavimento flexible</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación superficial</li> <li>• Diseño</li> </ul> |   | <p><b>Tipo de Investigación:</b><br/>Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b><br/>Descriptivo- explicativo</p> <p><b>Método de investigación:</b><br/>Científico</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b><br/>Pre experimental</p> <p><b>M x O1</b></p> <p>Dónde:<br/>M = mantenimiento de pavimento flexible<br/>X= utilización de Geotextil<br/>O1 = post test</p> <p><b>Población y Muestra:</b><br/><b>Población:</b><br/>En esta investigación la población estuvo conformada por el pavimento flexible de la Av. Calmell del solar, por 10 kilómetros.</p> <p><b>Muestra:</b><br/>El tipo de muestreo fue el no aleatorio o dirigido, la muestra seleccionada fue el tramo entre la Av. Leandra Torres – Jr. San Roque log.1+ 345 Km.</p> <p><b>Instrumentos:</b><br/>-Observación directa<br/>-Análisis de documentos</p> <p><b>Técnica de procesamiento de datos:</b><br/>-Formatos para caracterizar el tráfico<br/>-Evaluación in-situ de las fallas<br/>-superficiales del pavimento actual<br/>-Metodo AASTHO para diseñar la estructura del pavimento.</p> |

**ANEXO N° 02**  
**VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

Realizamos el estudio de evaluación superficial del pavimento flexible largo del 1+345 kilómetros de estudio, las cuales encontramos las diferentes tipos de fallas.



**IMAGEN N° 01.** Se observa la falla de ahuellamiento y baches con un nivel de severidad alto.



**IMAGEN N° 02.** Se observa la falla de bache con un nivel de severidad alto.



**IMAGEN N° 03. Se observa peladura y desprendimiento con un nivel de severidad media**



**IMAGEN N° 04. Se observa la falla de bache con un nivel de severidad alto.**



**IMAGEN N° 05. Se observa la falla de bache con un nivel de severidad alto.**



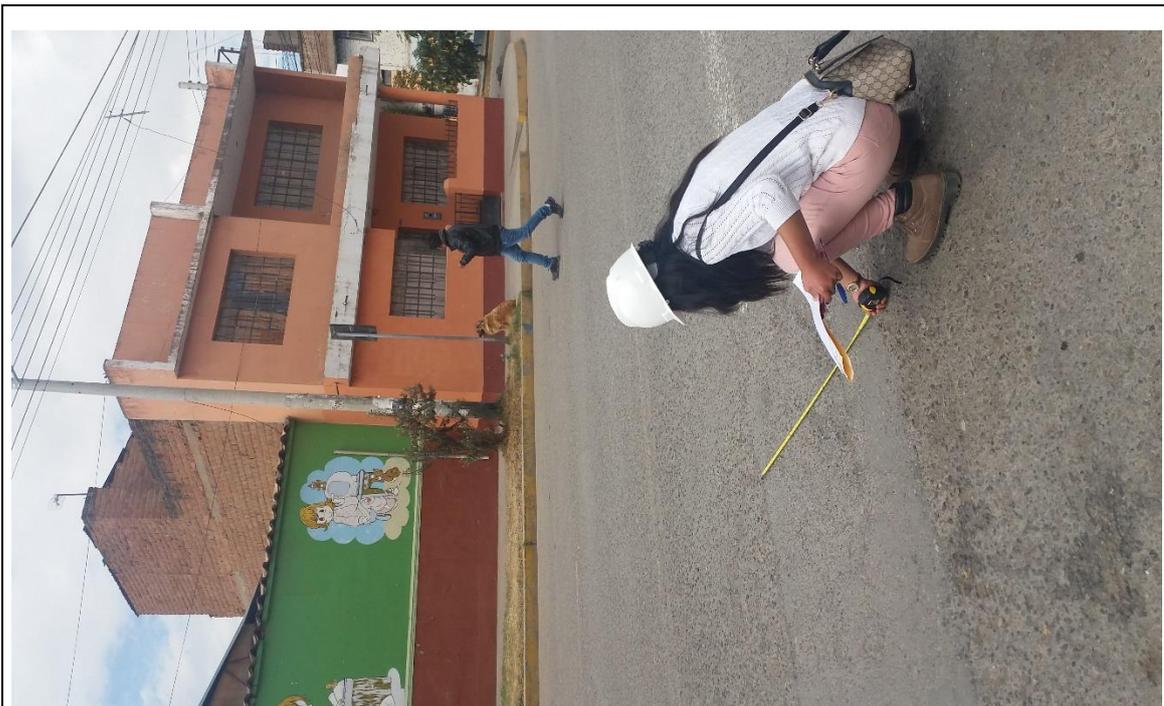
**IMAGEN N° 06. Se observa la falla de bache con un nivel de severidad alto.**



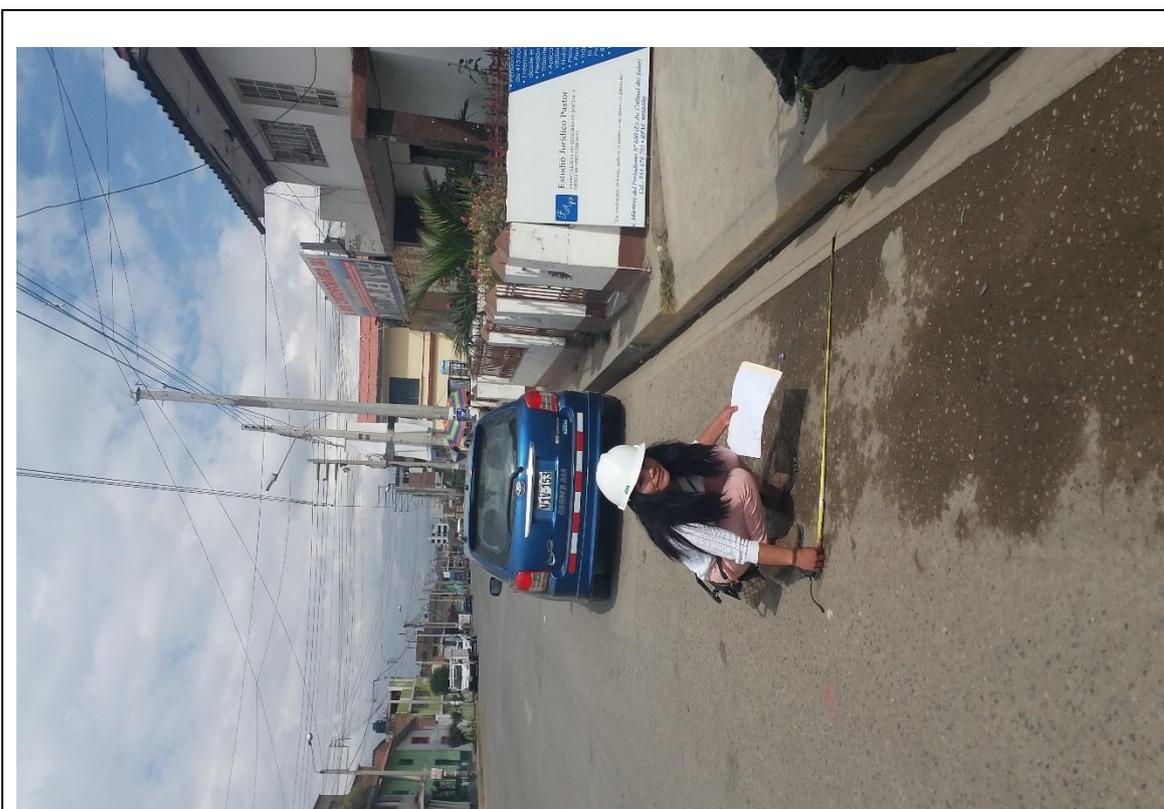
**IMAGEN N° 07. Se observa la falla de bache con un nivel de severidad alto, además el parche con un nivel de severidad media.**



**IMAGEN N° 08. Se observa la falla de bache con un nivel de severidad alto. Además el parche con un nivel de severidad media.**



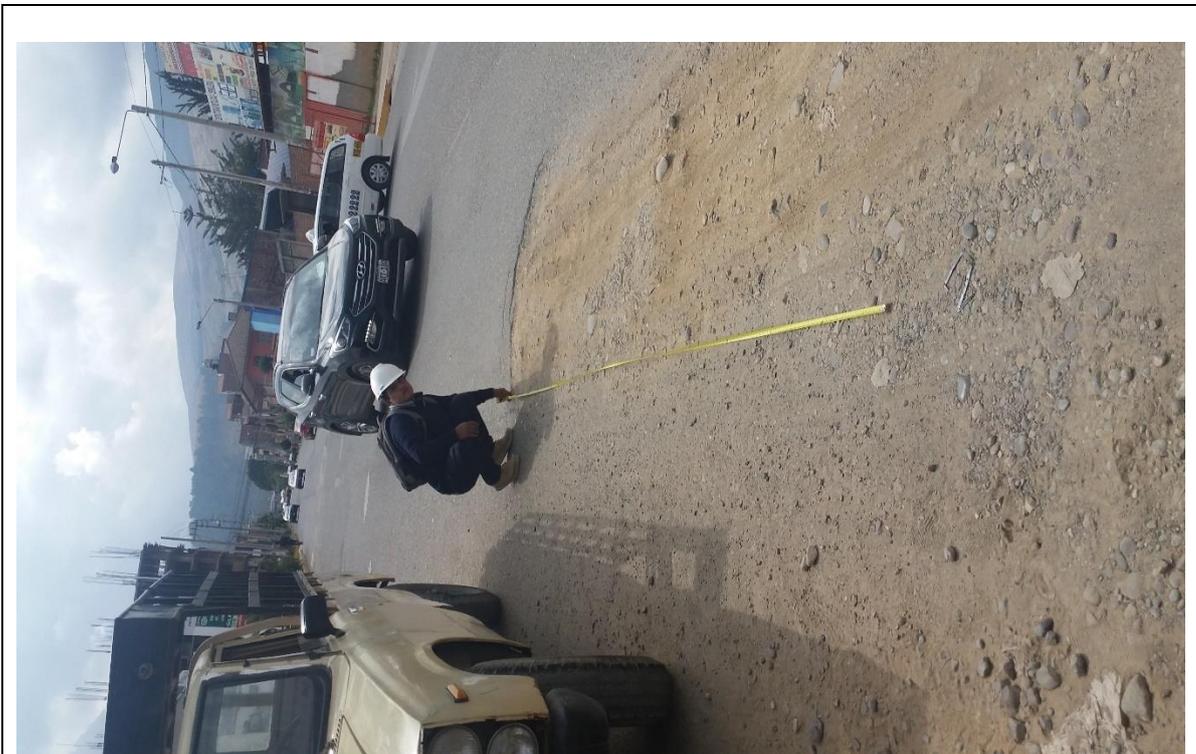
**IMAGEN N° 09.** Se observa la falla de peladura y desprendimiento con un nivel de severidad medio, además el parche con un nivel de severidad media.



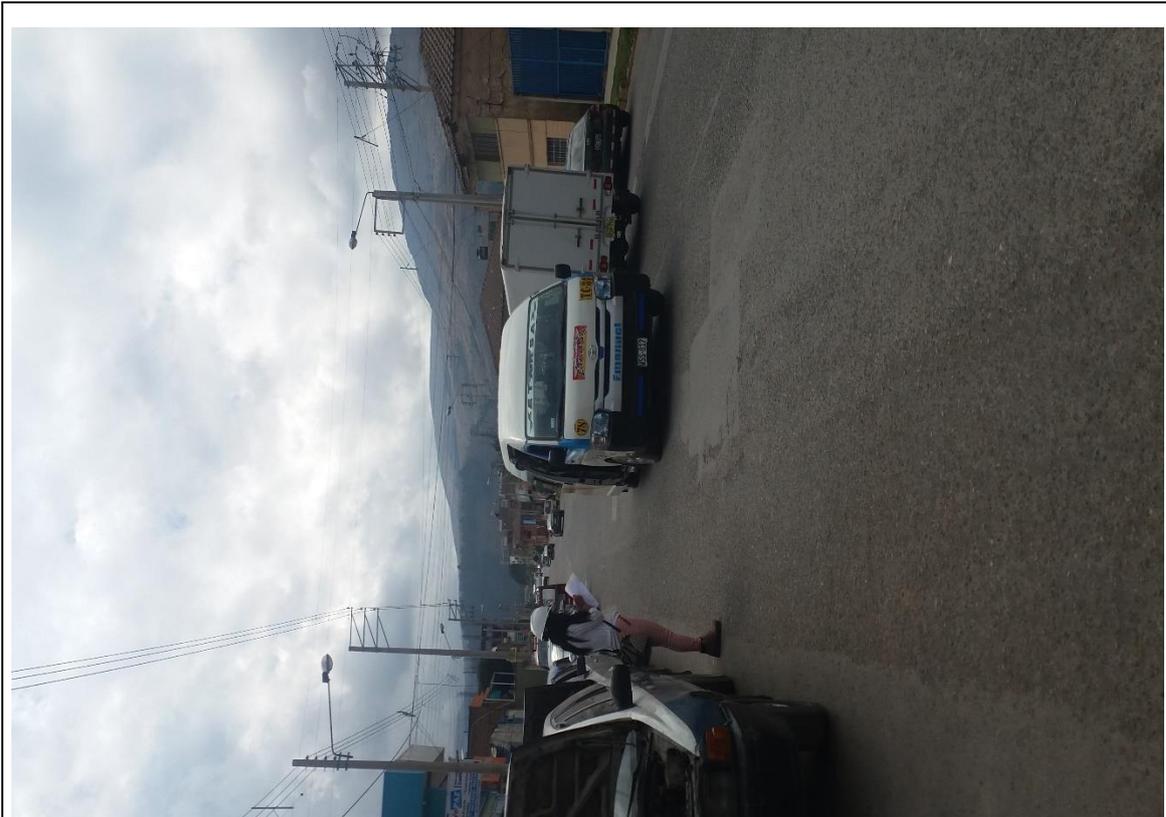
**IMAGEN N° 10.** Se observa la falla de peladura y desprendimiento con un nivel de severidad medio.



**IMAGEN N° 11.** Se observa la falla de peladura y desprendimiento con un nivel de severidad medio. además el parche con un nivel de severidad media.



**IMAGEN N° 12.** Se observa la falla de peladura y desprendimiento con un nivel de severidad alto.



**IMAGEN N° 13. Se observa la falla de peladura y desprendimiento s con un nivel de severidad medio.**



**IMAGEN N° 14. Se observa la falla de fisura longitudinal con un nivel de severidad medio**



**IMAGEN N° 15.** Se observa la falla de peladura y desprendimiento con un nivel de severidad medio. Además de la falla de parcheo con un nivel de severidad medio.



**IMAGEN N° 16.** Se observa la peladura y desprendimiento de finos con un nivel de severidad medio. Además de la falla de parcheo con un nivel de severidad medio.

### **ANEXO N° 03 ESTUDIO DE TRÁFICO**

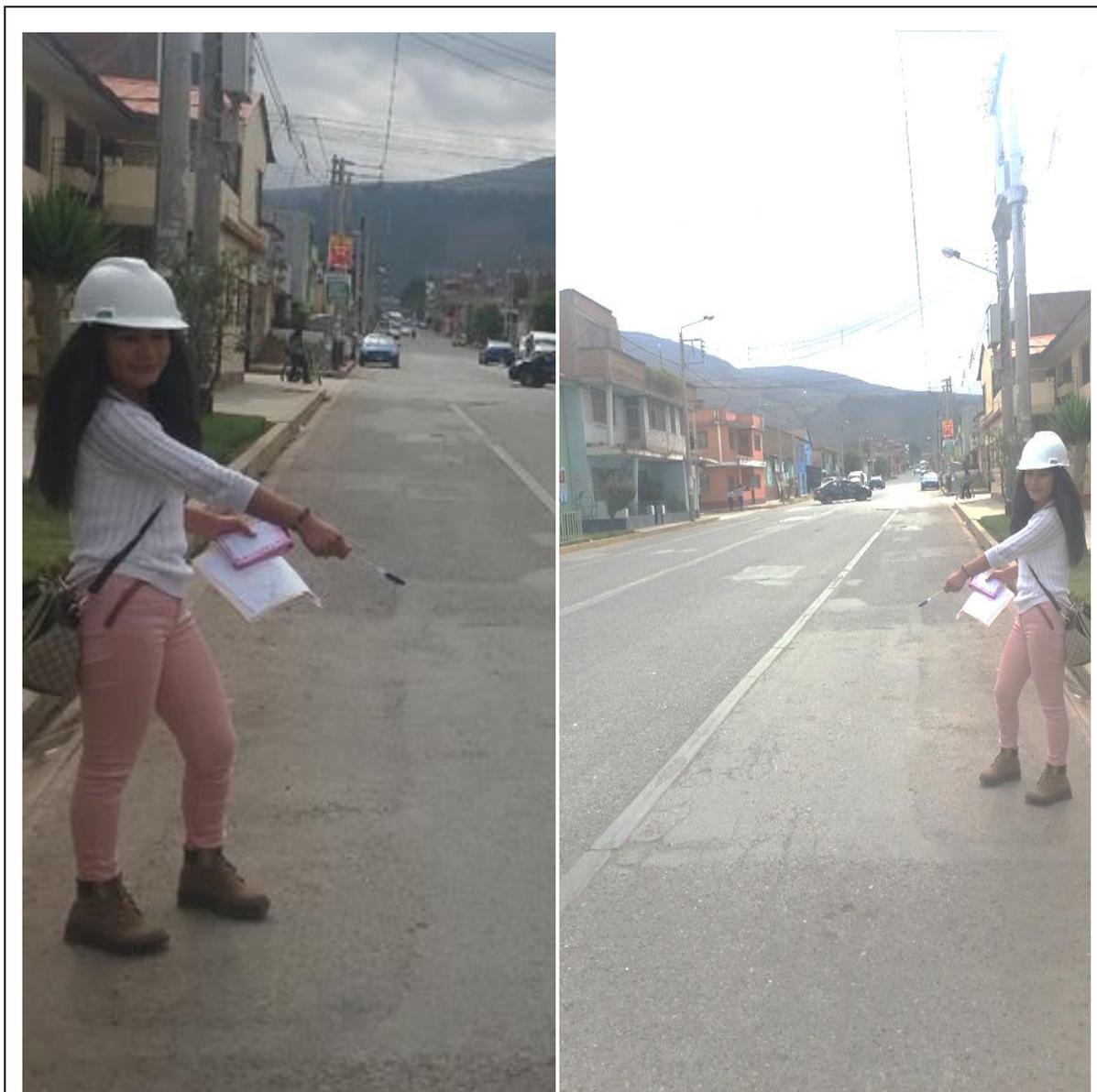
Realizamos la toma de recolección de datos sobre el volumen del tráfico donde encontramos una gran variedad de vehículos tales como autos, camionetas, buses y camiones según su tipo de ejes encontrados en la Av. Calmell Del Solar.



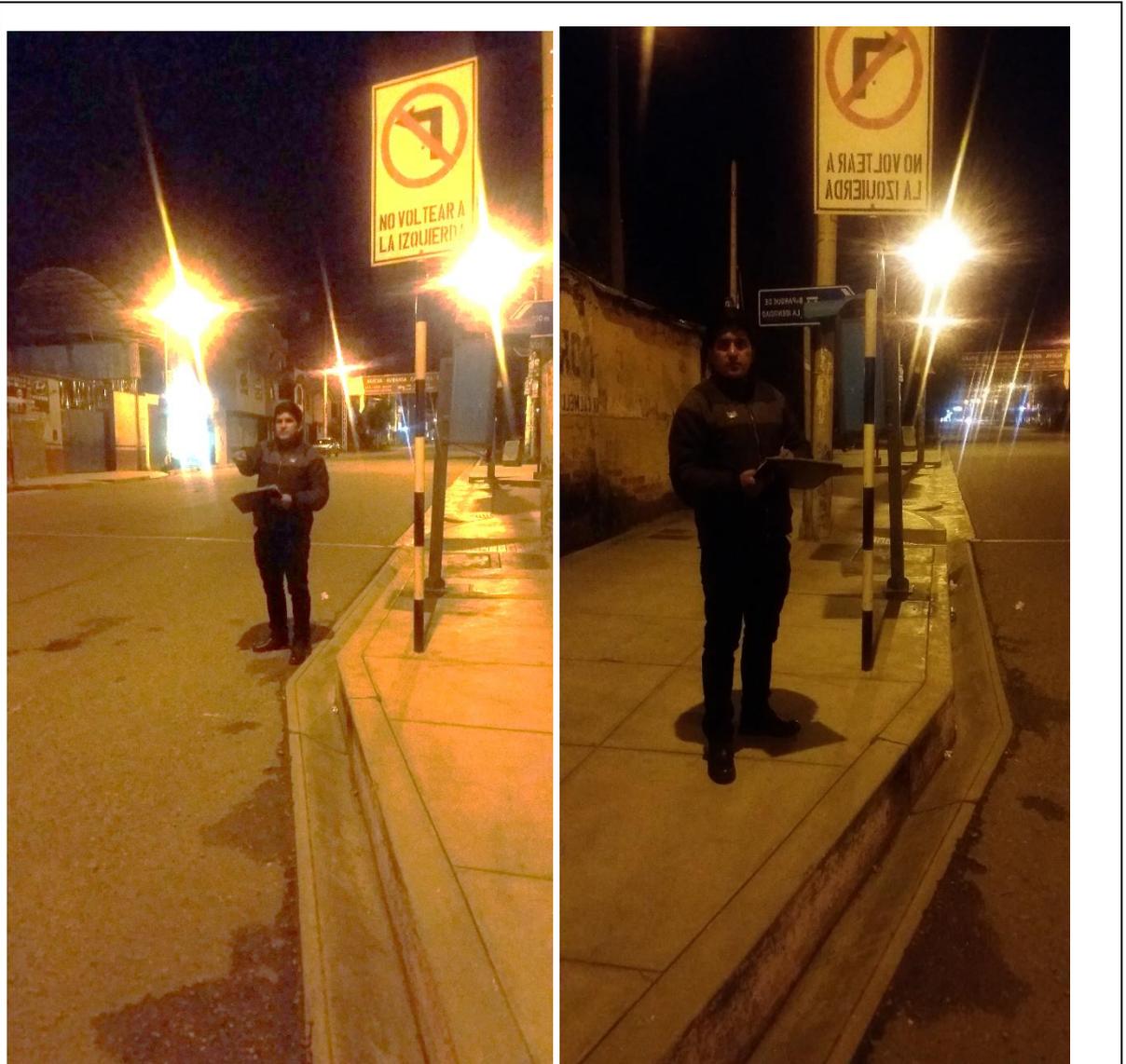
**IMAGEN N° 17. Se observa la realización de conteo vehicular de bajada de la UPLA hacia el centro.**



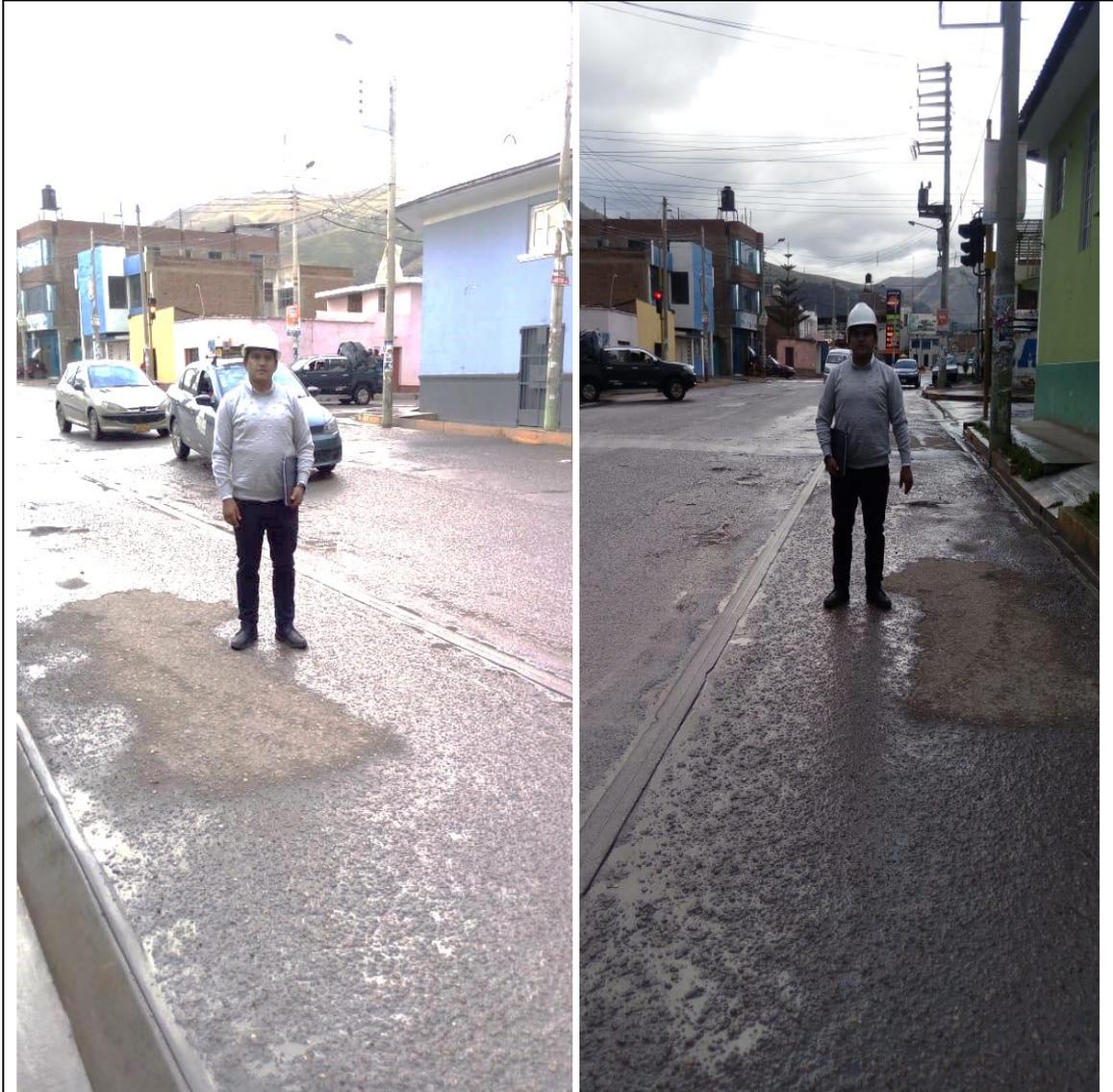
**IMAGEN N° 18. Se observa la realización de conteo vehicular de subida del centro hacia la UPLA.**



**IMAGEN N° 19.** Se observa la realización de conteo vehicular de subida y bajada en ambos sentidos, como se muestra el volumen de transito es continuo, los vehículos ligeros son los más incidentes.



**IMAGEN N° 20.** Se observa la realización de conteo vehicular de subida y bajada en ambos sentidos, como se muestra el volumen de transito baja en función de los otros horarios, los vehículos ligeros son los más incidentes.



**IMAGEN N° 21.** Se observa la realización de conteo vehicular de subida y bajada en ambos sentidos, como se muestra el volumen de transito baja en función de los horarios de la mañana, los vehículos ligeros son los más incidentes.

## **ANEXO Nº 04 ESTUDIOS DE SUELO**

## EXCAVACIÓN DE CALICATA

En la Av. Calmell Del Solar tramo, Huancayo a Vilcacoto, desarrollamos la excavación de la calicata a una profundidad de 2.50 metros y de ella extraemos 120kg para desarrollar los diferentes ensayos.



IMAGEN N° 22. Se observa el traza para la excavación de la calicata. En el tramo del estudio.



IMAGEN N° 23. Se observa la excavación a una profundidad de 2.00 m.

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.



## SERVICIOS DE:

Ensayos para Mecánica de Suelos  
Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
Ensayos en Rocas  
Ensayos químicos en suelos y agua  
Ensayos Triaxiales para Suelos  
Ensayos de SPT, DPL, DPSH

Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto  
Estudios y Ensayos Geofísicos  
Estudios Geotécnicos  
Perforaciones y Extracción Diamantinas.  
Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto  
Extracción y traslado de muestras Insitu con personal calificado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

Web: <http://centauroingenieros.com/>

Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 911-2018-AS  
2. PETICIONARIO : LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELLY  
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
4. PROYECTO : MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO  
5. UBICACIÓN : HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN  
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE JULIO DEL 2018  
7. FECHA DE EMISIÓN : 14 DE JULIO DEL 2018

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>ENSAYO:</b>       | <b>MÉTODO:</b>   |
| Contenido de Humedad | NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo |

PAGINA 1 DE 1

| CÓDIGO     | CALICATA | UBICACIÓN  | TIPO DE MATERIAL | CONDICIÓN DE MUESTRA | MÉTODO | % DE HUMEDAD |
|------------|----------|--|------------------|----------------------|--------|--------------|
| P-155-2018 | C-1      | AV.<br>LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE<br>LONG. 1+345KM | SUELO            | MUESTRA ALTERADA     | B      | 2.31         |

HC-AS-001 REV.00 FECHA: 2018/05/30

TRAZABILIDAD: EQUIPO BALANZA MARCA PINZUAR MODELO DQ1001 SERIE KG089932, CALIBRACIÓN: 2018-06-02 M-5371

OBSERVACION : Muestra remitidas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
GERENCIA TÉCNICA  
Ing. Victor Peña Dueñas  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 11446

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ÁREA DE CALIDAD  
Ing. Janet Yessica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 10275

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.



**SERVICIOS DE:**  
 Ensayos para Mecánica de Suelos  
 Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
 Ensayos en Rocas  
 Ensayos químicos en suelos y agua  
 Ensayos Triaxiales para Suelos  
 Ensayos de SPT, DPL, DPSH

Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto  
 Estudios y Ensayos Geofísicos  
 Estudios Geotécnicos  
 Perforaciones y Extracción Diamantinas.  
 Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto  
 Extracción y traslado de muestras in situ con personal calificado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### LABORATORIO DE SUELOS

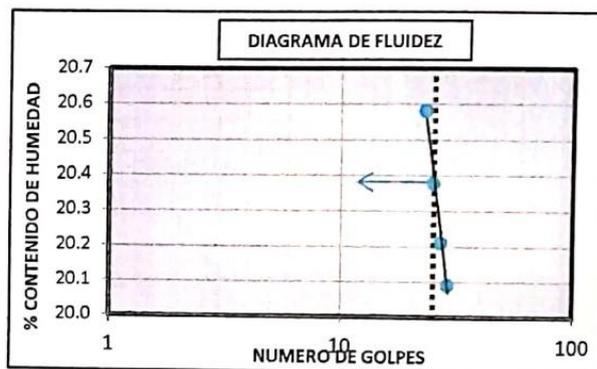
- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. EXPEDIENTE N°      | : 912-2018-AS   |
| 2. PETICIONARIO       | : LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELY  |
| 3. ATENCIÓN           | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES   |
| 4. PROYECTO           | : MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |
| 5. UBICACIÓN          | : HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN   |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 09 DE JULIO DEL 2018  |
| 7. FECHA DE EMISIÓN   | : 14 DE JULIO DEL 2018  |

|                          |  |                             |
|--------------------------|--|-----------------------------|
| Código : P-155-2018-AS   | Calicata : C-1                           | Profundidad (m): 2.00       |
| Tipo de material : Suelo | Condiciones de muestra: Muestra Alterada | Ubicación: Huancayo - Junín |

|                                      |  |  |
|--------------------------------------|--|--|
| <b>ENSAYOS:</b>                      | <b>MÉTODO:</b>   |  |
| Análisis Granulométrico por tamizado | NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayos para el análisis granulométrico  |  |
| Límites de Consistencia              | NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayos para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos                  |  |
| Clasificación SUCS                   | NTP 339.134 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) |  |

PAGINA 1 DE 2

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO |               |            |
|--------------------------------------|---------------|------------|
| TAMIZ                                | ABERTURA (mm) | % QUE PASA |
| 3"                                   | 75.000        | 100.00     |
| 2"                                   | 50.000        | 100.00     |
| 1 1/2"                               | 37.500        | 96.35      |
| 1"                                   | 25.000        | 89.78      |
| 3/4"                                 | 19.000        | 85.28      |
| 3/8"                                 | 9.500         | 74.92      |
| N°4                                  | 4.750         | 65.89      |
| N°10                                 | 2.000         | 57.00      |
| N°20                                 | 0.850         | 49.30      |
| N°40                                 | 0.425         | 41.92      |
| N°60                                 | 0.250         | 35.80      |
| N°140                                | 0.106         | 26.68      |
| N°200                                | 0.075         | 24.37      |



|                           |            |
|---------------------------|------------|
| MÉTODO DE ENSAYO          | Multipunto |
| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA | Húmeda     |

| CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA |        |        |
|------------------------------|--------|--------|
| FINO                         | ARENA  | GRAVA  |
| 24.37%                       | 41.52% | 34.11% |
| 100.00%                      |        |        |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA |       |
|-------------------------|-------|
| % LÍMITE LÍQUIDO        | 20.38 |
| % LÍMITE PLÁSTICO       | 16.98 |
| % ÍNDICE PLÁSTICO       | 3.40  |

| CLASIFICACIÓN (S.U.C.S) |                        |
|-------------------------|------------------------|
| SM                      | ARENA LIMOSA CON GRAVA |

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

HC-AS-004 REV.00 FECHA:2018/04/30

TRAZABILIDAD: EQUIPO BALANZA MARCA PINZUAR MODELO BQ1001 SERIE KG089932, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 M-5371

HORNO DIGITAL DE 120 L MARCA PINZUAR MODELO PG-190-2 SERIE 327 CALIBRACIÓN 2018-02-06 T-3157 Y JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2018-02

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993)

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 GERENCIA TÉCNICA

Ing. Víctor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD

Ing. Janet Yessica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.



**SERVICIOS DE:**  
 Ensayos para Mecánica de Suelos  
 Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
 Ensayos en Rocas  
 Ensayos químicos en suelos y agua  
 Ensayos Triaxiales para Suelos  
 Ensayos de SPT, DPL, DPSH

Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto  
 Estudios y Ensayos Geofísicos  
 Estudios Geotécnicos  
 Perforaciones y Extracción Diamantinas.  
 Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto  
 Extracción y traslado de muestras Insitu con personal calificado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### LABORATORIO DE SUELOS

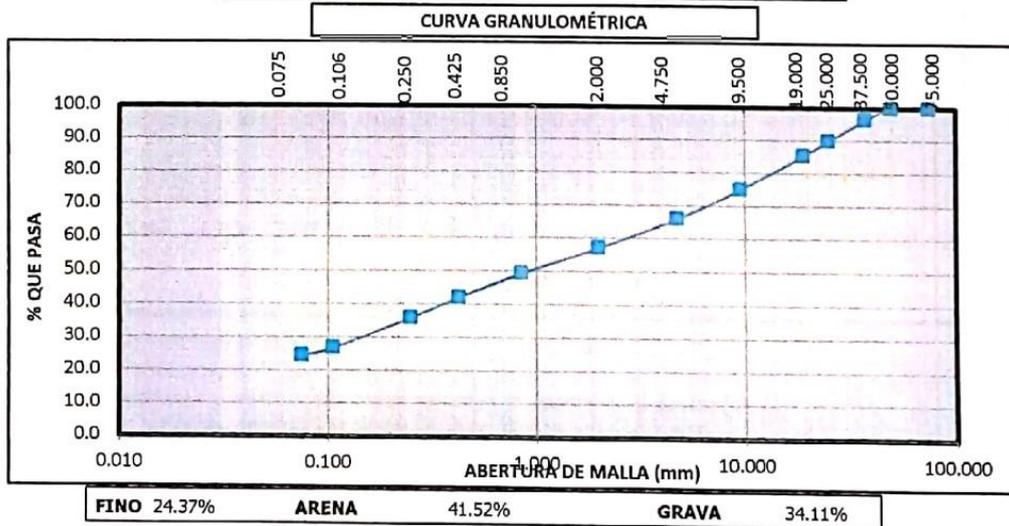
- 1. EXPEDIENTE N° : 912-2018-AS
- 2. PETICIONARIO : LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELLY
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO
- 5. UBICACIÓN : HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE JULIO DEL 2018
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 14 DE JULIO DEL 2018

|                          |  |                             |
|--------------------------|--|-----------------------------|
| Código : P-155-2018-AS   | Calicata : C-1                           | Profundidad (m): 2.00       |
| Tipo de material : Suelo | Condiciones de muestra: Muestra Alterada | Ubicación: Huancayo - Junín |

| ENSAYOS                              | MÉTODO   |
|--------------------------------------|--|
| Análisis Granulométrico por tamizado | NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayos para el análisis granulométrico  |
| Límites de Consistencia              | NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayos para determinar el límite líquido, límite plástico, e Índice de plasticidad de suelos                  |
| Clasificación SUCS                   | NTP 339.134 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) |

PAGINA 2 DE 2

| DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA          |      |            |
|--------------------------------------|------|------------|
| % GRAVA                              | GG % | 14.72      |
|                                      | GF % | 34.11      |
| % ARENA                              | AG % | 8.89       |
|                                      | AM % | 15.08      |
|                                      | AF % | 17.54      |
| % FINOS                              |      | 24.37      |
| Tamaño Máximo de la Grava (pulg)     |      | 1 1/2"     |
| Forma del suelo grueso               |      | REDONDEADA |
| Porcentaje retenido en la 3 pulg (%) |      | 0.00       |
| Coeficiente de Curvatura             |      | 0.28       |
| Coeficiente de Uniformidad           |      | 0.29       |



**OBSERVACION :** Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

Clasificación a AASHTO: A-1-b, Índice de Grupo: 0 Descripción AASHTO: BUENO

HC-AS-004 REV.00 FECHA:2018/04/30

TRAZABILIDAD: EQUIPO BALANZA MARCA HENKEL MODELO BQ1001 SERIE KG089932, CALIBRACIÓN: 2018-06-02 M-5371, HORNO DIGITAL DE 120 L MARCA PINZUAR MODELO PG-190-2 SERIE 327 CALIBRACIÓN 2018-02-06 T-3157 Y JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2018-02

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

**Victor Peña Dueñas**  
 INGENIERO CIVIL

**Janet Yessica Andia Arias**  
 INGENIERA CIVIL

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.



## SERVICIOS DE:

Ensayos para Mecánica de Suelos  
Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
Ensayos en Rocas  
Ensayos químicos en suelos y agua  
Ensayos Triaxiales para Suelos  
Ensayos de SPT, DPL, DPSH

Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto  
Estudios y Ensayos Geofísicos  
Estudios Geotécnicos  
Perforaciones y Extracción Diamantinas.  
Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto  
Extracción y traslado de muestras Insitu con personal calificado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 913-2018-AS  
PETICIONARIO : LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELLY  
ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
PROYECTO : MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO  
UBICACIÓN : HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE JULIO DEL 2018  
FECHA DE EMISIÓN : 14 DE JULIO DEL 2018

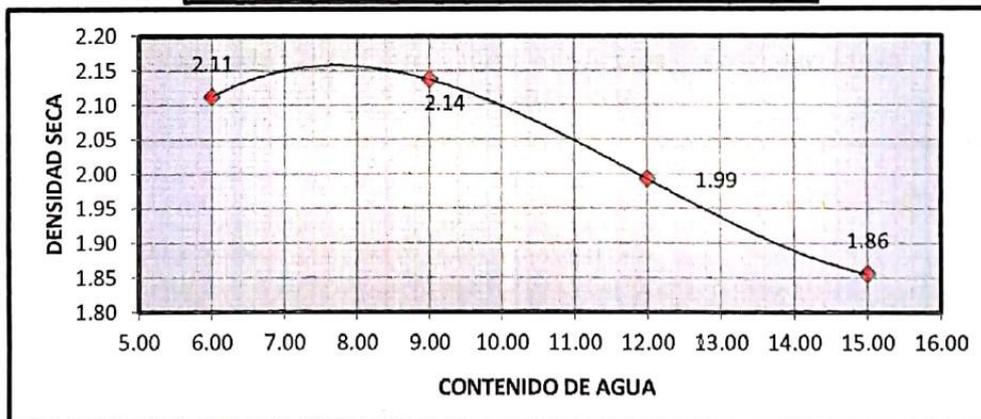
### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1, AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM

### ENSAYO PROCTOR MÉTODO C

| VOLUMEN DEL MOLDE:           |         | 2,106.00 |         |         |  |
|------------------------------|---------|----------|---------|---------|--|
| Peso suelo + molde           | 8005.00 | 8195.00  | 7990.00 | 7785.00 |  |
| Peso del molde               | 3290.00 | 3290.00  | 3290.00 | 3290.00 |  |
| Peso suelo humedo compactado | 4715    | 4905     | 4700    | 4495    |  |
| Peso volumetrico humedo      | 2.24    | 2.33     | 2.23    | 2.13    |  |
| Recipiente N°                | X-P     | A-1      | Y-5     | P-1     |  |
| Peso suelo humedo + tara     | 109.64  | 92.65    | 105.49  | 133.10  |  |
| Peso suelo seco + tara       | 106.27  | 88.09    | 98.75   | 121.68  |  |
| Tara                         | 26.74   | 21.97    | 27.54   | 28.66   |  |
| Peso del agua                | 3.37    | 4.56     | 6.74    | 11.42   |  |
| Peso suelo seco              | 79.53   | 66.12    | 71.21   | 93.02   |  |
| Contenido de agua            | 6.00    | 9.00     | 12.00   | 15.00   |  |
| Peso volumetrico seco        | 2.11    | 2.14     | 1.99    | 1.86    |  |

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.157 gr/cm<sup>3</sup>  
CONTENIDO DE AGUA : 7.65 %



OBSERVACION : Muestra remitida por el Petitioner.

HC-AS-007 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO R31P30 SERIE 8335100199, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 M-5377

HORNO DIGITAL DE 120 L MARCA PINZUAR MODELO PG-190-2 SERIE 327, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 T-3157

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

REVISADO POR : ING. JANET YESSICA ANDIA ARIAS

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
GERENCIA TÉCNICA  
Ing. Víctor Peña Dueñas  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 74427

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
JAA  
Ing. Janet Yessica Andia Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 69775

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.



**SERVICIOS DE:**

Ensayos para Mecánica de Suelos  
Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
Ensayos en Rocas  
Ensayos químicos en suelos y agua  
Ensayos Triaxiales para Suelos  
Ensayos de SPT, DPL, DPSH

Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto  
Estudios y Ensayos Geofísicos  
Estudios Geotécnicos  
Perforaciones y Extracción Diamantinas.  
Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto  
Extracción y traslado de muestras In situ con personal calificado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

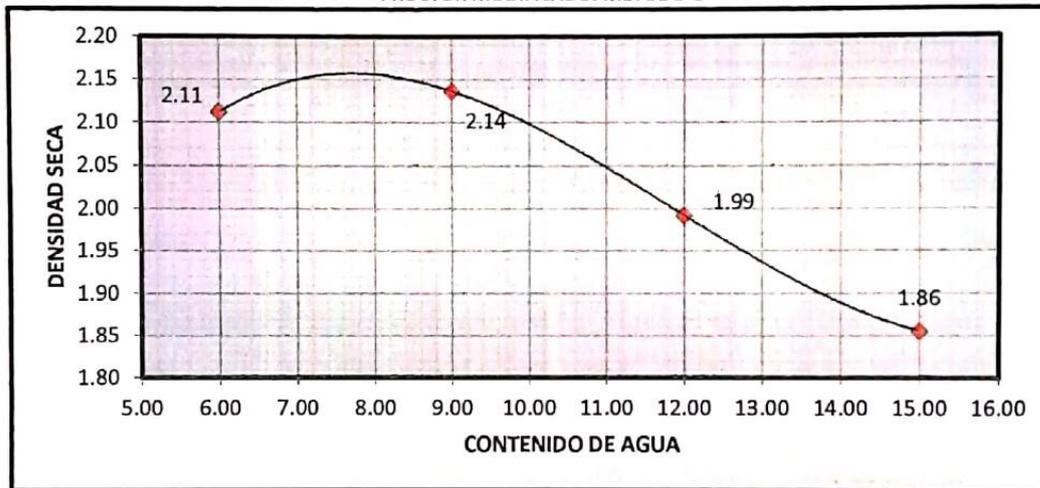
EXPEDIENTE N° : 913-2018-AS  
 PETICIONARIO : LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELLY  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV.  
 LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO  
 UBICACIÓN : HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE JULIO DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE JULIO DEL 2018

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C-1, AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Máxima Densidad Seca        | 2.157 gr/cm <sup>3</sup> |
| Óptimo Contenido de Humedad | 7.65 %                   |

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

HC-AS-007 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO R31P30 SERIE 8335100199, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 M-5377

HORNO DIGITAL DE 120 L MARCA PINZUAR MODELO PG-190-2 SERIE 327, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 T-3157

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

REVISADO POR : ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

  
 PERSONAS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**GERENCIA TÉCNICA**  
 Ing. Víctor Peña Dueñ  
 INGENIERO CIVIL

PERSONAS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**ÁREA DE CALIDAD**  
  
 Ing. Janet Yéssica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 59775

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.



**SERVICIOS DE:**

Ensayos para Mecánica de Suelos  
Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
Ensayos en Rocas  
Ensayos químicos en suelos y agua  
Ensayos Triaxiales para Suelos  
Ensayos de SPT, DPL, DPSH

Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto

Estudios y Ensayos Geofísicos

Estudios Geotécnicos

Perforaciones y Extracción Diamantinas.

Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto

Extracción y traslado de muestras Insitu con personal calificado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

Web: <http://centauroingenieros.com/>

Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 914-2018-AS  
 PETICIONARIO : LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELLY  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO  
 UBICACIÓN : HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE JULIO DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE JULIO DEL 2018

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C-1, AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM

| ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO |                   |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Contenido de agua                    | %                 | 6.00  | 9.00  | 12.00 | 15.00 |
| Peso volumetrico seco                | g/cm <sup>3</sup> | 2.112 | 2.137 | 1.993 | 1.856 |

| ETAPA DE COMPACTACION    |         |          |          |
|--------------------------|---------|----------|----------|
| IDENTIFICACION DEL MOLDE | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE II |
| NUMERO DE CAPAS          | 5.00    | 5.00     | 5.00     |
| GOLPES POR CAPA          | 10.00   | 25.00    | 56.00    |

| MUESTRA                       | SIN SATURAR | SIN SATURAR | SIN SATURAR |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Peso del molde + suelo humedo | 8595        | 8815        | 9440        |
| Peso del molde                | 3805        | 3965        | 4540        |
| Peso del suelo humedo         | 4790        | 4850        | 4900        |
| Volumen del molde             | 2106        | 2106        | 2106        |
| Densidad humeda               | 2.274       | 2.303       | 2.327       |
| % de humedad                  | 7.65        | 7.65        | 7.65        |
| Densidad seca                 | 2.11        | 2.14        | 2.16        |
| Tara N°                       | SS          | CAP-42      | E-6         |
| Tara + suelo humedo           | 68.03       | 92.38       | 95.06       |
| Tara + suelo seco             | 65.13       | 88.29       | 89.74       |
| Peso del agua                 | 2.90        | 4.09        | 5.32        |
| Peso de la tara               | 27.57       | 30.17       | 20.66       |
| Peso del suelo seco           | 37.56       | 58.12       | 69.08       |
| % de humedad                  | 7.72        | 7.04        | 7.70        |

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : % 22.03  
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : % 14.92  
 MDS : GR/CM3 2.16  
 OCH : % CH 7.65

HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 F-4464

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 COMPETENCIA TECNICA  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD  
 Ing. Janet Yessica Andia Arias  
 INGENIERA CIVIL

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.



SERVICIOS DE:  
Ensayos para Mecánica de Suelos  
Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
Ensayos en Rocas  
Ensayos químicos en suelos y agua  
Ensayos Triaxiales para Suelos  
Ensayos de SPT, DPL, DPSH

Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto  
Estudios y Ensayos Geofísicos  
Estudios Geotécnicos  
Perforaciones y Extracción Diamantinas.  
Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto  
Extracción y traslado de muestras In situ con personal calificado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 914-2018-AS  
PETICIONARIO : LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELLY  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
PROYECTO : MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO  
UBICACIÓN : HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE JULIO DEL 2018  
FECHA DE EMISIÓN : 14 DE JULIO DEL 2018

CALICATA : C-1, AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM

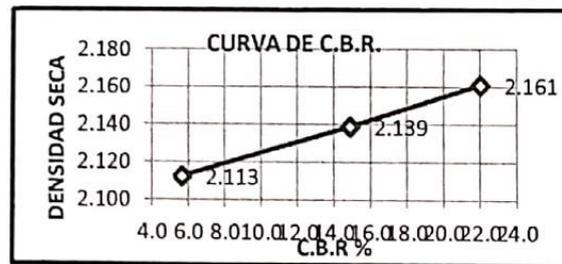
| ESPECIMEN I (10) |        |           |
|------------------|--------|-----------|
| KN               | LBS    | LBS/PUL 2 |
| 0.255            | 57.32  | 19.11     |
| 0.430            | 96.66  | 32.22     |
| 0.555            | 131.51 | 43.84     |
| 0.755            | 169.72 | 56.57     |
| 0.930            | 209.06 | 69.69     |
| 1.125            | 252.90 | 84.30     |
| 1.435            | 322.59 | 107.53    |
| 2.070            | 465.34 | 155.11    |
| 2.725            | 612.58 | 204.19    |
| 3.230            | 726.10 | 242.03    |

| C.H.  | DENS. SECA |
|-------|------------|
| 6.00  | 2.112      |
| 9.00  | 2.137      |
| 12.00 | 1.993      |
| 15.00 | 1.856      |



| ESPECIMEN II (25) |          |           |
|-------------------|----------|-----------|
| KN                | LBS      | LBS/PUL 2 |
| 0.540             | 121.39   | 40.46     |
| 1.010             | 227.05   | 75.68     |
| 1.450             | 325.96   | 108.65    |
| 1.991             | 447.55   | 149.19    |
| 2.450             | 550.76   | 183.59    |
| 3.143             | 706.55   | 235.52    |
| 4.303             | 967.31   | 322.44    |
| 6.370             | 1,431.98 | 477.33    |
| 8.110             | 1,823.13 | 607.71    |
| 9.580             | 2,153.58 | 717.86    |

| N° GOLPES | % CBR | D.S.  |
|-----------|-------|-------|
| 10.00     | 5.7   | 2.113 |
| 25.00     | 14.9  | 2.139 |
| 56.00     | 22.0  | 2.161 |



| ESPECIMEN III (56) |          |           |
|--------------------|----------|-----------|
| KN                 | LBS      | LBS/PUL 2 |
| 0.755              | 169.72   | 56.57     |
| 1.530              | 343.94   | 114.65    |
| 2.235              | 502.43   | 167.48    |
| 2.940              | 660.91   | 220.30    |
| 3.705              | 832.88   | 277.63    |
| 4.440              | 998.11   | 332.70    |
| 6.150              | 1,382.52 | 460.84    |
| 9.485              | 2,132.23 | 710.74    |
| 12.465             | 2,802.13 | 934.04    |
| 15.410             | 3,464.17 | 1,154.72  |

|          |       |
|----------|-------|
| MDS      | 2.16  |
| 95%MDS   | 2.049 |
| (10) MDS |       |

CBR AL 100% : 22.0  
CBR AL 95% : 14.9

HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 F-4464

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
GERENCIA TÉCNICA  
Ing. Víctor Peña Dueñas  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 10276

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
Ing. Janet Yessica Andia Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 10276

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.



SERVICIOS DE:  
 Ensayos para Mecánica de Suelos  
 Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
 Ensayos en Rocas  
 Ensayos químicos en suelos y agua  
 Ensayos Triaxiales para Suelos  
 Ensayos de SPT, DPL, DPSH

Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto  
 Estudios y Ensayos Geofísicos  
 Estudios Geotécnicos  
 Perforaciones y Extracción Diamantinas.  
 Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto  
 Extracción y traslado de muestras In situ con personal calificado

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauroingenieros

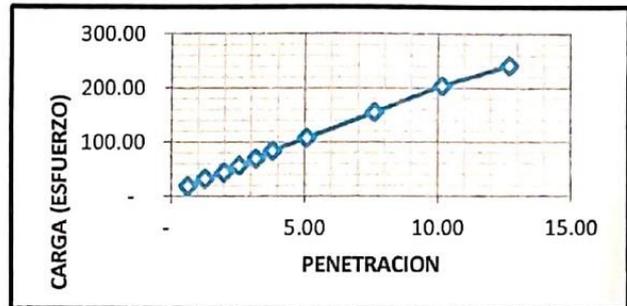
## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 914-2018-AS  
 PETICIONARIO : LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELLY  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO  
 UBICACIÓN : HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE JULIO DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE JULIO DEL 2018

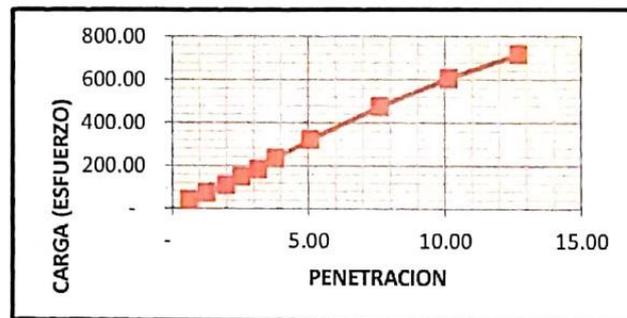
CALICATA : C-1, AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM

### PENETRACION

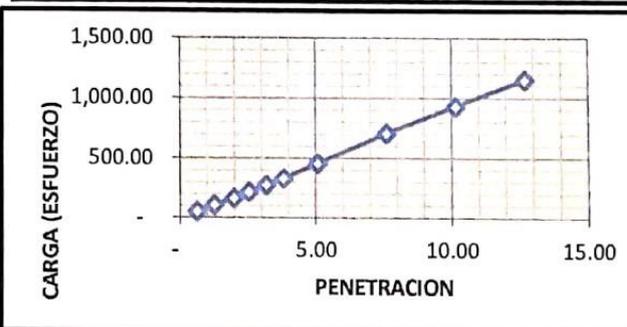
|           | KN    | LB    | AREA | ESFUERZO | P. EN PULG |
|-----------|-------|-------|------|----------|------------|
| 10 GOLPES | 0.255 | 57.3  | 3.00 | 19.11    | 0.63       |
|           | 0.430 | 96.7  | 3.00 | 32.22    | 1.27       |
|           | 0.585 | 131.5 | 3.00 | 43.84    | 1.99       |
|           | 0.755 | 169.7 | 3.00 | 56.57    | 2.34       |
|           | 0.930 | 209.1 | 3.00 | 69.69    | 3.17       |
|           | 1.125 | 252.9 | 3.00 | 84.30    | 3.81       |
|           | 1.435 | 322.6 | 3.00 | 107.53   | 5.08       |
|           | 2.070 | 465.3 | 3.00 | 155.11   | 7.62       |
|           | 2.725 | 612.6 | 3.00 | 204.19   | 10.16      |
|           | 3.230 | 726.1 | 3.00 | 242.03   | 12.70      |



|           | KN    | LB     | AREA | ESFUERZO | P. EN PULG |
|-----------|-------|--------|------|----------|------------|
| 25 GOLPES | 0.540 | 121.4  | 3.00 | 40.46    | 0.63       |
|           | 1.010 | 227.0  | 3.00 | 75.68    | 1.27       |
|           | 1.450 | 326.0  | 3.00 | 108.65   | 1.99       |
|           | 1.991 | 447.6  | 3.00 | 149.19   | 2.34       |
|           | 2.450 | 550.8  | 3.00 | 183.59   | 3.17       |
|           | 3.143 | 706.5  | 3.00 | 235.52   | 3.81       |
|           | 4.303 | 967.3  | 3.00 | 322.44   | 5.08       |
|           | 6.370 | 1432.0 | 3.00 | 477.33   | 7.62       |
|           | 8.110 | 1823.1 | 3.00 | 607.71   | 10.16      |
|           | 9.580 | 2153.6 | 3.00 | 717.86   | 12.70      |



|           | KN     | LB     | AREA | ESFUERZO | P. EN PULG |
|-----------|--------|--------|------|----------|------------|
| 50 GOLPES | 0.755  | 169.7  | 3.00 | 56.57    | 0.63       |
|           | 1.530  | 343.9  | 3.00 | 114.65   | 1.27       |
|           | 2.235  | 502.4  | 3.00 | 167.48   | 1.99       |
|           | 2.940  | 660.9  | 3.00 | 220.30   | 2.34       |
|           | 3.705  | 832.9  | 3.00 | 277.63   | 3.17       |
|           | 4.440  | 998.1  | 3.00 | 332.70   | 3.81       |
|           | 6.150  | 1382.5 | 3.00 | 460.84   | 5.08       |
|           | 9.485  | 2132.2 | 3.00 | 710.74   | 7.62       |
|           | 12.465 | 2802.1 | 3.00 | 934.04   | 10.16      |
|           | 15.410 | 3464.2 | 3.00 | 1,154.72 | 12.70      |



HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 F-4464

VERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 GERENCIA TÉCNICA  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL

VERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD  
 Ing. Janet Yéssica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.



SERVICIOS DE:  
 Ensayos para Mecánica de Suelos  
 Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
 Ensayos en Rocas  
 Ensayos químicos en suelos y agua  
 Ensayos Triaxiales para Suelos  
 Ensayos de SPT, DPL, DPSH

Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto  
 Estudios y Ensayos Geofísicos  
 Estudios Geotécnicos  
 Perforaciones y Extracción Diamantinas.  
 Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto  
 Extracción y traslado de muestras Insitu con personal calificado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

Web: <http://centauroingenieros.com/>

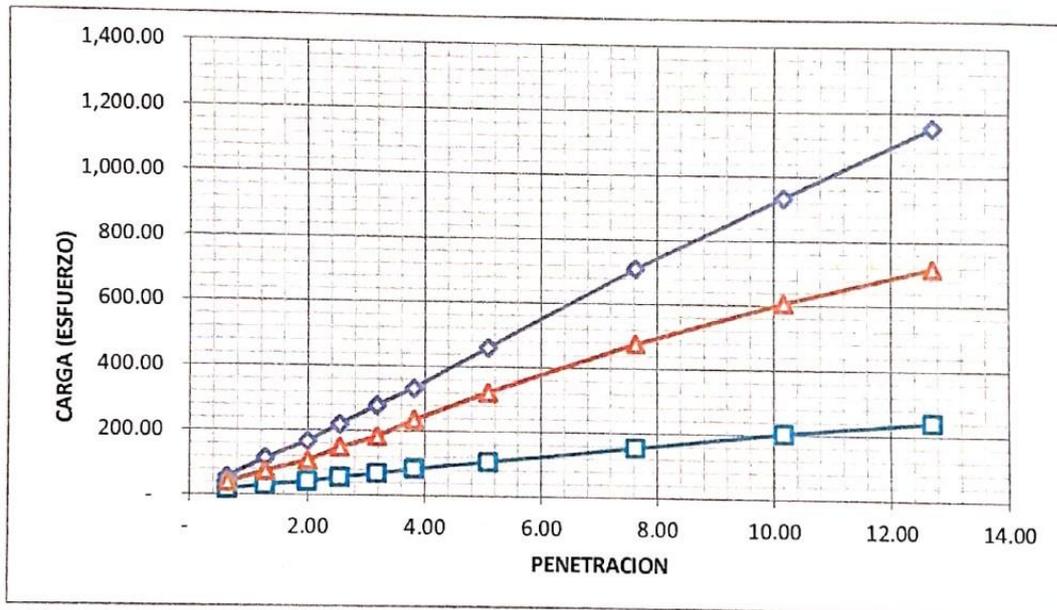
Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 914-2018-AS  
 PETICIONARIO : LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELLY  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO  
 UBICACIÓN : HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE JULIO DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE JULIO DEL 2018

CALICATA

: C-1, AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM



HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 F-4464

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 GERENCIA TECNICA  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 19774

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD  
 Ing. Janet Yessica Andia Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 19774



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C

**SERVICIOS DE:**

Ensayos para Mecánica de Suelos  
Ensayos en Agregados para Concreto y Asfalto  
Ensayos en Rocas  
Ensayos químicos en suelos y agua

Ensayos Triaxiales para Suelos  
Ensayos de SPT, DPL, DPSH  
Diseños de Mezclas para Concreto y Asfalto  
Estudios y Ensayos Geofísicos

Estudios Geotécnicos  
Perforaciones y Extracción Diamantinas.  
Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto  
Extracción y traslado de muestras In situ con personal calificado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

Web: <http://centauroingenieros.com/>

Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N°  
PETICIONARIO

: 914-2018-AS

PROYECTO

: LAUREANO ALMONACID ERVIN PEDRO Y TACORA DURAN KELY

UBICACIÓN

: HUANCAYO-HUANCAYO-JUNIN

FECHA DE RECEPCIÓN

: 09 DE JULIO DEL 2018

FECHA DE EMISIÓN

: 14 DE JULIO DEL 2018

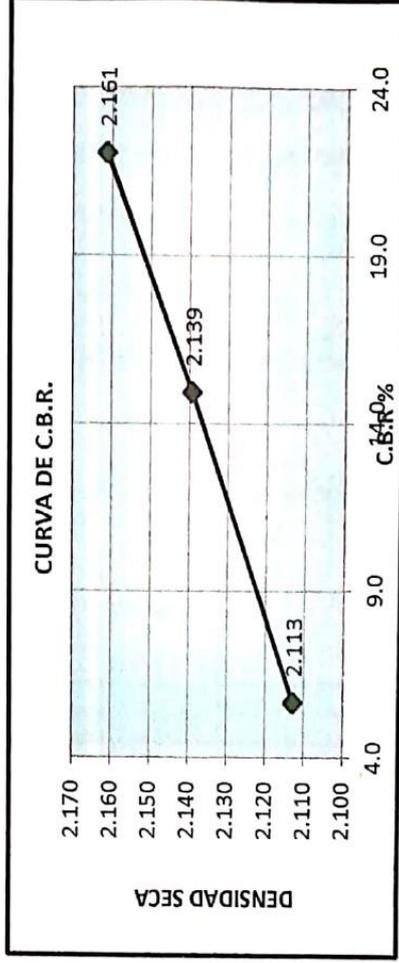
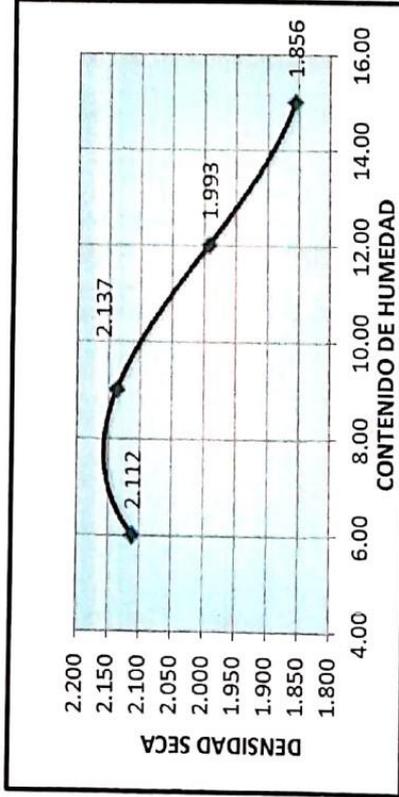
: MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR NTP 339.145 / ASTM D1883**

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA

: C-1, AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LONG. 1+345KM



OBSERVACION: Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2018-02-06 F-4464

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

REVISADO POR : ING. JANET YESSICA ANDIA ARIAS

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
GERENCIA TÉCNICA  
Ing. Víctor Peña Duenas  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 63774

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ÁREA DE CALIDAD  
Ing. Janet Yessica Andia Arias  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 63774

**ANEXO N° 05 VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS Y FICHAS**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**CARTA DE PRESENTACIÓN PARA VALIDACIÓN**

Huancayo, 28 de Abril de 2018

Sr.

Reciba un saludo cordial de la Universidad Peruana Los Andes y de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, así mismo le deseamos éxitos en su labor profesional en aras del fortalecimiento de nuestra sociedad.

La universidad tiene como uno de sus ejes educativos el DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN; como tal, la Escuela Profesional de Ingeniería Civil viene ejecutando, a través de su malla curricular, las diferentes formas de investigación para resolver problemas que aquejan a nuestro entorno y así aportar al bien de la comunidad. Los investigadores de esta Unidad de investigación estamos desarrollando la tesis titulada "MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016", es así que conocedores de su trayectoria profesional le solicitamos su colaboración con la validación del INFORME DE FALLAS Y CALCULOS EN PAVIMENTOS y emitir su JUICIO DE EXPERTO.

Es propicia la ocasión para expresarle las muestras de nuestra estima personal.

Atentamente,

Bach. Ervin Pedro Laureano

Amonacid

**Adjunto:**

1. Matriz de consistencia
2. Matriz de operacionalización
3. Instrumentos de investigación
4. Formatos de validación

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**CARTA DE PRESENTACIÓN PARA VALIDACIÓN**

Huancayo, 28 de Abril de 2016

Sr.

Reciba un saludo cordial de la Universidad Peruana Los Andes y de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, así mismo le deseamos éxitos en su labor profesional en aras del fortalecimiento de nuestra sociedad.

La universidad tiene como uno de sus ejes educativos el DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN; como tal, la Escuela Profesional de Ingeniería Civil viene ejecutando, a través de su malla curricular, las diferentes formas de investigación para resolver problemas que aquejan a nuestro entorno y así aportar al bien de la comunidad. Los investigadores de esta Unidad de investigación estamos desarrollando la tesis titulada "MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES – JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016", es así que conocedores de su trayectoria profesional le solicitamos su colaboración con la validación del INFORME DE FALLAS Y CALCULOS EN PAVIMENTOS y emitir su JUICIO DE EXPERTO.

Es propicia la ocasión para expresarle las muestras de nuestra estima personal.

Atentamente,

  
Basilio Kely Tacora Duran

**Adjunto:**

1. Matriz de consistencia
2. Matriz de operacionalización
3. Instrumentos de investigación
4. Formatos de validación





## INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. DATOS DEL INFORMANTE

1.1. Apellidos y nombres: Carlos Alberto Pineda Cuel

1.2. Grado académico: Ing. Civil

1.3. Cargo e institución donde labora: Supervisor de obras

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

#### INSTRUMENTO 01:

Nombre de instrumento : INFORME DE PAVIEMENTACION

Autor del instrumento : BACH. KELY TACORA DURAN  
BACH. ERVIN PEDRO LAUREANO ALMONACIO

#### DE LOS ÍTEMS

| Ítem | Validación    |                           |              |                |                 | Observación (se sugiere como debería ser) |
|------|---------------|---------------------------|--------------|----------------|-----------------|---|
|      | Adecuado<br>5 | Bás o menos adecuado<br>4 | Regular<br>3 | Modificar<br>2 | Inadecuado<br>1 |   |
| 1    |               | X                         |              |                |                 |   |
| 2    | X             | X                         |              |                |                 |   |
| 3    |               | X                         |              |                |                 |   |
| 4    | X             | X                         |              |                |                 |   |
| 5    | X             | X                         |              |                |                 |   |
| 6    | X             | X                         |              |                |                 |   |
| 7    | X             | X                         |              |                |                 |   |
| 8    | X             | X                         |              |                |                 |   |

#### DEL INSTRUMENTO

| Indicadores  | Criterios  | Interno |     | Regular |     | Bueno |     | Muy bueno |     | Excelente |      |
|--------------|--|---------|-----|---------|-----|-------|-----|-----------|-----|-----------|------|
|              |  | 5%      | 20% | 35%     | 45% | 55%   | 80% | 75%       | 95% | 95%       | 100% |
| Claridad     | Este formulario es claro y sencillo de entender                    |         |     |         |     |       |     |           | ✓   |           |      |
| Objetividad  | Este formulario no contiene preguntas o respuestas sesgadas        |         |     |         |     |       |     |           | ✓   |           |      |
| Actualidad   | Este formulario se adecua a la realidad de la zona y la tecnología |         |     |         |     |       |     |           |     | ✓         |      |
| Organización | Tiene una organización clara                                       |         |     |         |     |       |     |           | ✓   |           |      |
| Subsistencia | Contiene los espacios necesarios y suficientes                     |         |     |         |     |       |     |           | ✓   |           |      |



## INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. DATOS DEL INFORMANTE

1.1. Apellidos y nombres: Affredo Rafael Acevedo Choque

1.2. Grado académico: Ingr. Civil

1.3. Cargo e institución donde labora: Supervisor de Obras

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

#### INSTRUMENTO 01:

Nombre de instrumento : INFORME DE PAVIEMENTACION

Autor del instrumento : BACH. KELY TACORA DURAN

BACH. ERVIN PEDRO LAUREANO ALMONACID

#### DE LOS ÍTEMS

| Ítem | Valoración    |                           |              |                |                 | Observación (se sugiere como debería ser) |
|------|---------------|---------------------------|--------------|----------------|-----------------|---|
|      | Adecuado<br>5 | Más o menos adecuado<br>4 | Regular<br>3 | Modificar<br>2 | Inadecuado<br>1 |   |
| 1    |               | X                         |              |                |                 |   |
| 2    | X             |                           |              |                |                 |   |
| 3    | X             |                           |              |                |                 |   |
| 4    |               | X                         |              |                |                 |   |
| 5    |               | X                         |              |                |                 |   |
| 6    | X             |                           |              |                |                 |   |
| 7    |               | X                         |              |                |                 |   |
| 8    | X             |                           |              |                |                 |   |
| 9    | X             |                           |              |                |                 |   |
| ...  |               | X                         |              |                |                 |   |
| n    |               |                           |              |                |                 |   |

#### DEL INSTRUMENTO

| Indicadores         | Criterios  | Bastante |     | Regular |     | Bueno |     | Muy bueno |     | Excelente |      |
|---------------------|--|----------|-----|---------|-----|-------|-----|-----------|-----|-----------|------|
|                     |  | 15%      | 25% | 35%     | 45% | 55%   | 65% | 75%       | 85% | 95%       | 100% |
| <b>Claridad</b>     | Está formulado con lenguaje adecuado                     |          |     |         |     |       |     |           | X   |           |      |
| <b>Objetividad</b>  | Está expresado en preguntas objetivas-reservadas         |          |     |         |     |       |     |           |     |           | X    |
| <b>Actualidad</b>   | Está relacionado al avance de la ciencia y la tecnología |          |     |         |     |       |     |           |     |           | X    |
| <b>Organización</b> | Tiene una organización lógica                            |          |     |         |     |       |     | X         |     |           |      |
| <b>Suficiencia</b>  | Cubren los aspectos de calidad y cantidad                |          |     |         |     |       |     | X         |     |           |      |



**ANEXO N° 06 PRESUPUESTO**

## Presupuesto

Presupuesto 0203001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016  
 Subpresupuesto 002 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL  
 Cliente KELLY TACORA DURAN Costo al 22/10/2019  
 Lugar JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO

| Item        | Descripción  | Und. | Metrado   | Precio S/. | Parcial S/. |
|-------------|--|------|-----------|------------|-------------|
| 01          | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE - CON GEOTEXTIL             |      |           |            | 855,003.59  |
| 01.01       | OBRAS PROVISIONALES  |      |           |            | 3,500.00    |
| 01.01.01    | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS                          | gb   | 1.00      | 3,000.00   | 3,000.00    |
| 01.01.02    | OFICINA Y ALMACEN DE OBRA  | gb   | 1.00      | 500.00     | 500.00      |
| 01.02       | OBRAS PRELIMINARES   |      |           |            | 8,061.96    |
| 01.02.01    | TRAZO Y REPLANTEO INICAL   | m2   | 16,341.75 | 0.42       | 6,863.54    |
| 01.02.02    | CINTA Y MALLA PLASTIXA SENALIZADORA P/ LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA | gb   | 1.00      | 280.42     | 280.42      |
| 01.02.03    | IMPLEMENTACION DE SEGURIDAD INDIVIDUAL Y COLECTIVA                 | gb   | 1.00      | 918.00     | 918.00      |
| 01.03       | PAVIMENTACION CON GEOTEXTIL  |      |           |            | 843,441.63  |
| 01.03.01    | FRESADO DE CARPETA ASFÁLTICA                                       | m2   | 16,341.75 | 1.61       | 26,310.22   |
| 01.03.02    | IMPRIMACION CON ASFALTO CORTADO MC-30                              | m2   | 16,341.75 | 4.37       | 71,413.45   |
| 01.03.03    | INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO                                 | m2   | 16,341.75 | 8.63       | 141,029.30  |
| 01.03.04    | CARPETA ASFALTICA DE 6cm   | m2   | 16,341.75 | 36.89      | 602,847.16  |
| 01.03.05    | SEÑALIZACION   |      |           |            | 1,841.50    |
| 01.03.05.01 | PINTADO DE PAVIMENTOS - SIMBOLOS Y LETRAS                          | m2   | 50.00     | 5.83       | 291.50      |
| 01.03.05.02 | PINTADO DE PAVIMENTOS - LINEAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS            | m    | 1,000.00  | 1.55       | 1,550.00    |
|             | Costo Directo  |      |           |            | 855,003.59  |

SON : OCHOCIENTOS CINCUENTICINCO MIL TRES Y 59/100 NUEVOS SOLES

## Análisis de precios unitarios

| Presupuesto    | 0203001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016 |                |                |                                  | Fecha presupuesto | 22/10/2019   |          |
|----------------|--|----------------|----------------|----------------------------------|-------------------|--------------|----------|
| Subpresupuesto | 002 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXT   |                |                |                                  |                   |              |          |
| Partida        | 01.01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS   |                |                |                                  |                   |              |          |
| Rendimiento    | glb/DIA  | MO. 1.0000     | EQ. 1.0000     | Costo unitario directo por : glb |                   |              | 3,000.00 |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio \$/.       | Parcial \$/. |          |
|                | <b>Materiales</b>  |                |                |                                  |                   |              |          |
| 0201010022     | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS  | glb            |                | 1.0000                           | 3,000.00          | 3,000.00     | 3,000.00 |
| Partida        | 01.01.02 OFICINA Y ALMACEN DE OBRA   |                |                |                                  |                   |              |          |
| Rendimiento    | glb/DIA  | MO.            | EQ.            | Costo unitario directo por : glb |                   |              | 500.00   |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio \$/.       | Parcial \$/. |          |
|                | <b>Equipos</b>   |                |                |                                  |                   |              |          |
| 0301240009     | ALQUILER DE ALMACEN  | mes            |                | 1.0000                           | 500.00            | 500.00       | 500.00   |
| Partida        | 01.02.01 TRAZO Y REPLANTEO INICAL  |                |                |                                  |                   |              |          |
| Rendimiento    | m2/DIA   | MO. 1,500.0000 | EQ. 1,500.0000 | Costo unitario directo por : m2  |                   |              | 0.42     |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio \$/.       | Parcial \$/. |          |
|                | <b>Mano de Obra</b>  |                |                |                                  |                   |              |          |
| 0101010005     | PEON   | hh             | 2.0000         | 0.0107                           | 11.58             | 0.12         | 0.12     |
|                | <b>Materiales</b>  |                |                |                                  |                   |              |          |
| 02130300010001 | YESO BOLSA 28 kg   | bol            |                | 0.0350                           | 7.00              | 0.25         | 0.25     |
| 0292010001     | CORDEL   | m              |                | 0.1000                           | 0.50              | 0.05         | 0.30     |
|                | <b>Equipos</b>   |                |                |                                  |                   |              |          |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES  | %mo            |                | 3.0000                           | 0.12              | 0.00         | 0.00     |
| Partida        | 01.02.02 CINTA Y MALLA PLASTIXA SENALIZADORA P/ LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA  |                |                |                                  |                   |              |          |
| Rendimiento    | glb/DIA  | MO. 500.0000   | EQ. 500.0000   | Costo unitario directo por : glb |                   |              | 280.42   |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio \$/.       | Parcial \$/. |          |
|                | <b>Mano de Obra</b>  |                |                |                                  |                   |              |          |
| 0101010004     | OFICIAL  | hh             | 62.5000        | 1.0000                           | 12.84             | 12.84        | 12.84    |
| 0101010005     | PEON   | hh             | 62.5000        | 1.0000                           | 11.58             | 11.58        | 24.42    |
|                | <b>Materiales</b>  |                |                |                                  |                   |              |          |
| 0210030001     | MALLA CERCADORA NARANJA  | rl             |                | 0.5000                           | 50.00             | 25.00        | 25.00    |
| 0267110002     | CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA  | und            |                | 2.0000                           | 30.00             | 60.00        | 60.00    |
| 02671100060003 | BANDERINES   | und            |                | 3.0000                           | 7.00              | 21.00        | 21.00    |
| 0267110014     | TRANQUERAS   | und            |                | 3.0000                           | 50.00             | 150.00       | 256.00   |
| Partida        | 01.02.03 IMPLEMENTACION DE SEGURIDAD INDIVIDUAL Y COLECTIVA  |                |                |                                  |                   |              |          |
| Rendimiento    | glb/DIA  | MO. 1.0000     | EQ. 1.0000     | Costo unitario directo por : glb |                   |              | 918.00   |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio \$/.       | Parcial \$/. |          |
|                | <b>Materiales</b>  |                |                |                                  |                   |              |          |
| 02250700010006 | ZAPATOS DE SEGURIDAD   | und            |                | 8.0000                           | 45.00             | 360.00       | 360.00   |
| 02670100010009 | CASCOS   | und            |                | 8.0000                           | 16.00             | 128.00       | 128.00   |
| 0267020009     | LENTES DE SEGURIDAD  | und            |                | 15.0000                          | 6.00              | 90.00        | 90.00    |
| 0267040009     | MASCARILLA   | und            |                | 15.0000                          | 3.00              | 45.00        | 45.00    |
| 0267050010     | GUANTES DE CUERO REFORZADO   | und            |                | 10.0000                          | 14.00             | 140.00       | 140.00   |
| 0267060018     | CHALECO REFLECTIVO   | und            |                | 10.0000                          | 7.50              | 75.00        | 75.00    |

## Análisis de precios unitarios

|                |   |  |                   |            |        |
|----------------|---|--|-------------------|------------|--------|
| Presupuesto    | 0203001                                       | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016 |                   |            |        |
| Subpresupuesto | 002   | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXT   | Fecha presupuesto | 22/10/2019 |        |
| 0267100005     | BOTIQUIN (equipado segun lista de materiales) | und  | 1.0000            | 80.00      | 80.00  |
|                |   |  |                   |            | 918.00 |

|                |  |                              |                |          |                                 |              |      |
|----------------|--|------------------------------|----------------|----------|---------------------------------|--------------|------|
| Partida        | 01.03.01                                     | FRESADO DE CARPETA ASFÁLTICA |                |          |                                 |              |      |
| Rendimiento    | m2/DIA                                       | MO. 2,000.0000               | EQ. 2,000.0000 |          | Costo unitario directo por : m2 |              | 1.61 |
| Código         | Descripción Recurso                          | Unidad                       | Cuadrilla      | Cantidad | Precio \$/.                     | Parcial \$/. |      |
|                | Mano de Obra                                 |                              |                |          |                                 |              |      |
| 0101010003     | OPERARIO                                     | hh                           | 7.5000         | 0.0000   | 14.97                           | 0.45         |      |
| 0101010004     | OFICIAL                                      | hh                           | 0.2500         | 0.0010   | 12.84                           | 0.01         |      |
| 0101010005     | PEON   | hh                           | 2.0000         | 0.0080   | 11.58                           | 0.09         |      |
|                |  |                              |                |          |                                 | 0.55         |      |
|                | Equipos                                      |                              |                |          |                                 |              |      |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                        | %mo                          |                | 3.0000   | 0.55                            | 0.02         |      |
| 03011600010005 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 2.5 yd3 | hm                           | 1.0000         | 0.0040   | 180.97                          | 0.72         |      |
| 0301330009     | FRESADORA DE PAVIMENTOS 565 HP               | hm                           | 0.5000         | 0.0020   | 158.00                          | 0.32         |      |
|                |  |                              |                |          |                                 | 1.06         |      |

|                |   |                                       |                |          |                                 |              |      |
|----------------|---|---------------------------------------|----------------|----------|---------------------------------|--------------|------|
| Partida        | 01.03.02                                  | IMPRIMACION CON ASFALTO CORTADO MC-30 |                |          |                                 |              |      |
| Rendimiento    | m2/DIA                                    | MO. 1,800.0000                        | EQ. 1,800.0000 |          | Costo unitario directo por : m2 |              | 4.37 |
| Código         | Descripción Recurso                       | Unidad                                | Cuadrilla      | Cantidad | Precio \$/.                     | Parcial \$/. |      |
|                | Mano de Obra                              |                                       |                |          |                                 |              |      |
| 0101010003     | OPERARIO                                  | hh                                    | 2.0000         | 0.0089   | 14.97                           | 0.13         |      |
| 0101010004     | OFICIAL                                   | hh                                    | 3.0000         | 0.0133   | 12.84                           | 0.17         |      |
| 0101010005     | PEON                                      | hh                                    | 6.0000         | 0.0267   | 11.58                           | 0.31         |      |
|                |   |                                       |                |          |                                 | 0.61         |      |
|                | Materiales                                |                                       |                |          |                                 |              |      |
| 02010500010003 | ASFALTO LIQUIDO MC-30                     | gal                                   |                | 0.4500   | 6.00                            | 2.70         |      |
|                |   |                                       |                |          |                                 | 2.70         |      |
|                | Equipos                                   |                                       |                |          |                                 |              |      |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                     | %mo                                   |                | 3.0000   | 0.61                            | 0.02         |      |
| 0301140006     | COMPRESORA NEUMATICA                      | hm                                    | 1.0000         | 0.0044   | 63.71                           | 0.28         |      |
| 03012200080002 | CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl | hm                                    | 1.0000         | 0.0044   | 122.37                          | 0.54         |      |
| 03013900050001 | BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.     | hm                                    | 1.0000         | 0.0044   | 49.04                           | 0.22         |      |
|                |   |                                       |                |          |                                 | 1.06         |      |

|             |                        |                                    |              |          |                                 |              |      |
|-------------|------------------------|------------------------------------|--------------|----------|---------------------------------|--------------|------|
| Partida     | 01.03.03               | INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO |              |          |                                 |              |      |
| Rendimiento | m2/DIA                 | MO. 500.0000                       | EQ. 500.0000 |          | Costo unitario directo por : m2 |              | 8.63 |
| Código      | Descripción Recurso    | Unidad                             | Cuadrilla    | Cantidad | Precio \$/.                     | Parcial \$/. |      |
|             | Mano de Obra           |                                    |              |          |                                 |              |      |
| 0101010003  | OPERARIO               | hh                                 | 0.1000       | 0.0016   | 14.97                           | 0.02         |      |
| 0101010004  | OFICIAL                | hh                                 | 1.0000       | 0.0160   | 12.84                           | 0.21         |      |
| 0101010005  | PEON                   | hh                                 | 2.0000       | 0.0320   | 11.58                           | 0.37         |      |
|             |                        |                                    |              |          |                                 | 0.60         |      |
|             | Materiales             |                                    |              |          |                                 |              |      |
| 0210020004  | GEOTEXTIL NT REPAV 400 | m2                                 |              | 1.0000   | 8.00                            | 8.00         |      |
|             |                        |                                    |              |          |                                 | 8.00         |      |
|             | Equipos                |                                    |              |          |                                 |              |      |
| 0301010006  | HERRAMIENTAS MANUALES  | %mo                                |              | 5.0000   | 0.60                            | 0.03         |      |
|             |                        |                                    |              |          |                                 | 0.03         |      |

|             |                     |                          |                |          |                                 |              |       |
|-------------|---------------------|--------------------------|----------------|----------|---------------------------------|--------------|-------|
| Partida     | 01.03.04            | CARPETA ASFALTICA DE 6cm |                |          |                                 |              |       |
| Rendimiento | m2/DIA              | MO. 1,000.0000           | EQ. 1,000.0000 |          | Costo unitario directo por : m2 |              | 36.89 |
| Código      | Descripción Recurso | Unidad                   | Cuadrilla      | Cantidad | Precio \$/.                     | Parcial \$/. |       |
|             | Mano de Obra        |                          |                |          |                                 |              |       |

## Análisis de precios unitarios

| Presupuesto    | 0203001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016 |     |        |        | Fecha presupuesto | 22/10/2019 |
|----------------|--|-----|--------|--------|-------------------|------------|
| Subpresupuesto | 002 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXT   |     |        |        |                   |            |
| 0101010003     | OPERARIO   | hh  | 1.0000 | 0.0080 | 14.97             | 0.12       |
| 0101010004     | OFICIAL  | hh  | 2.0000 | 0.0160 | 12.84             | 0.21       |
| 0101010005     | PEON   | hh  | 2.0000 | 0.0160 | 11.58             | 0.19       |
|                |  |     |        |        |                   | 0.52       |
|                | <b>Materiales</b>  |     |        |        |                   |            |
| 0201040003     | PETROLEO BIO DIESEL 5  | gal |        | 0.0250 | 12.50             | 0.31       |
| 02070100010005 | PIEDRA CHANCADA DE 1/4 A 1/2"  | m3  |        | 0.0200 | 65.00             | 1.30       |
| 02070200010001 | ARENA FINA   | m3  |        | 0.0080 | 95.00             | 0.76       |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA   | m3  |        | 0.0300 | 65.00             | 1.95       |
| 0207020002     | FILLER   | kg  | 1.7000 |        | 1.80              | 3.06       |
| 02130100060003 | CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120/150   | gal | 2.0000 |        | 5.50              | 11.00      |
|                |  |     |        |        |                   | 18.38      |
|                | <b>Equipos</b>   |     |        |        |                   |            |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES  | %mo |        | 3.0000 | 0.52              | 0.02       |
| 0301100004     | RODILLO NEUMATICO  | hm  | 0.7000 | 0.0056 | 151.92            | 0.85       |
| 0301100005     | RODILLO TANDEM   | hm  | 0.7000 | 0.0056 | 180.00            | 1.01       |
| 03011600010005 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 2.5 yd3   | hm  | 0.7000 | 0.0056 | 180.97            | 1.01       |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3   | hm  | 3.7500 | 0.0300 | 130.00            | 3.90       |
| 03013900020002 | PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'  | hm  | 0.7000 | 0.0056 | 200.00            | 1.12       |
| 03013900030002 | PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE  | hm  | 0.7000 | 0.0056 | 1,800.00          | 10.08      |
|                |  |     |        |        |                   | 17.99      |

| Partida        | 01.03.05.01 PINTADO DE PAVIMENTOS - SIMBOLOS Y LETRAS |              |              |                                 |             |              |  |
|----------------|---|--------------|--------------|---------------------------------|-------------|--------------|--|
| Rendimiento    | m2/DIA  | MO. 500.0000 | EQ. 500.0000 | Costo unitario directo por : m2 |             | 5.83         |  |
| Código         | Descripción Recurso                                   | Unidad       | Cuadrilla    | Cantidad                        | Precio \$/. | Parcial \$/. |  |
|                | <b>Mano de Obra</b>                                   |              |              |                                 |             |              |  |
| 0101010003     | OPERARIO  | hh           | 1.0000       | 0.0160                          | 14.97       | 0.24         |  |
| 0101010004     | OFICIAL   | hh           | 0.2000       | 0.0032                          | 12.84       | 0.04         |  |
| 0101010005     | PEON  | hh           | 2.0000       | 0.0320                          | 11.58       | 0.37         |  |
|                |   |              |              |                                 |             | 0.65         |  |
|                | <b>Materiales</b>                                     |              |              |                                 |             |              |  |
| 0240020016     | PINTURA ASFALTICA                                     | gal          |              | 0.1500                          | 30.00       | 4.50         |  |
|                |   |              |              |                                 |             | 4.50         |  |
|                | <b>Equipos</b>  |              |              |                                 |             |              |  |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                                 | %mo          |              | 3.0000                          | 0.65        | 0.02         |  |
| 03011400060003 | COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP            | hm           | 0.7500       | 0.0120                          | 55.00       | 0.66         |  |
|                |   |              |              |                                 |             | 0.68         |  |

| Partida        | 01.03.05.02 PINTADO DE PAVIMENTOS - LINEAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS |              |              |                                |             |              |  |
|----------------|---|--------------|--------------|--------------------------------|-------------|--------------|--|
| Rendimiento    | m/DIA   | MO. 700.0000 | EQ. 700.0000 | Costo unitario directo por : m |             | 1.55         |  |
| Código         | Descripción Recurso   | Unidad       | Cuadrilla    | Cantidad                       | Precio \$/. | Parcial \$/. |  |
|                | <b>Mano de Obra</b>   |              |              |                                |             |              |  |
| 0101010003     | OPERARIO  | hh           | 1.0000       | 0.0114                         | 14.97       | 0.17         |  |
| 0101010004     | OFICIAL   | hh           | 0.2000       | 0.0023                         | 12.84       | 0.03         |  |
| 0101010005     | PEON  | hh           | 2.0000       | 0.0229                         | 11.58       | 0.27         |  |
|                |   |              |              |                                |             | 0.47         |  |
|                | <b>Materiales</b>   |              |              |                                |             |              |  |
| 0240020016     | PINTURA ASFALTICA   | gal          |              | 0.0200                         | 30.00       | 0.60         |  |
|                |   |              |              |                                |             | 0.60         |  |
|                | <b>Equipos</b>  |              |              |                                |             |              |  |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES   | %mo          |              | 3.0000                         | 0.47        | 0.01         |  |
| 03011400060003 | COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP                          | hm           | 0.7500       | 0.0086                         | 55.00       | 0.47         |  |
|                |   |              |              |                                |             | 0.48         |  |

## Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 0203001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016

Subpresupuesto 002 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL

Fecha 01/10/2019

Lugar 120101 JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO

| Código              | Recurso                                       | Unidad | Cantidad    | Precio S/.   | Parcial S/.       |                   |
|---------------------|---|--------|-------------|--------------|-------------------|-------------------|
| <b>MANO DE OBRA</b> |   |        |             |              |                   |                   |
| 0101010003          | OPERARIO                                      | hh     | 804.7756    | 14.97        | 12,047.49         |                   |
| 0101010004          | OFICIAL                                       | hh     | 760.0826    | 12.84        | 9,759.46          |                   |
| 0101010005          | PEON  | hh     | 1,556.1369  | 11.58        | 18,020.07         |                   |
|                     |   |        |             |              | <b>39,827.02</b>  |                   |
| <b>MATERIALES</b>   |   |        |             |              |                   |                   |
| 0201010022          | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS     | glb    | 1.0000      | 3,000.00     | 3,000.00          |                   |
| 0201040003          | PETROLEO BJO DIESEL 5                         | gal    | 408.5438    | 12.50        | 5,106.80          |                   |
| 02010500010003      | ASFALTO LIQUIDO MC-30                         | gal    | 7,353.7875  | 6.00         | 44,122.73         |                   |
| 02070100010005      | PIEDRA CHANCADA DE 1/4 A 1/2"                 | m3     | 326.8350    | 65.00        | 21,244.28         |                   |
| 02070200010001      | ARENA FINA                                    | m3     | 130.7340    | 95.00        | 12,419.73         |                   |
| 02070200010002      | ARENA GRUESA                                  | m3     | 490.2525    | 65.00        | 31,866.41         |                   |
| 0207020002          | FILLER  | kg     | 27,780.9750 | 1.80         | 50,005.76         |                   |
| 0210020004          | GEOTEXTIL NT REPAV 400                        | m2     | 16,341.7500 | 8.00         | 130,734.00        |                   |
| 0210030001          | MALLA CERCADORA NARANJA                       | ril    | 0.5000      | 50.00        | 25.00             |                   |
| 02130100060003      | CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120/150      | gal    | 32,683.5000 | 5.50         | 179,759.25        |                   |
| 02130300010001      | YESO BOLSA 28 kg                              | bol    | 586.0838    | 7.00         | 4,102.59          |                   |
| 02250700010006      | ZAPATOS DE SEGURIDAD                          | und    | 8.0000      | 45.00        | 360.00            |                   |
| 0240020016          | PINTURA ASFALTICA                             | gal    | 27.5000     | 30.00        | 825.00            |                   |
| 02670100010009      | CASCOS  | und    | 8.0000      | 16.00        | 128.00            |                   |
| 0267020009          | LENTE DE SEGURIDAD                            | und    | 15.0000     | 6.00         | 90.00             |                   |
| 0267040009          | MASCARILLA                                    | und    | 15.0000     | 3.00         | 45.00             |                   |
| 0267050010          | GUANTES DE CUERO REFORZADO                    | und    | 10.0000     | 14.00        | 140.00            |                   |
| 0267060018          | CHALECO REFLECTIVO                            | und    | 10.0000     | 7.50         | 75.00             |                   |
| 0267100005          | BOTIQUIN (equipado segun lista de materiales) | und    | 1.0000      | 80.00        | 80.00             |                   |
| 0267110002          | CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA | und    | 2.0000      | 30.00        | 60.00             |                   |
| 02671100060003      | BANDERINES                                    | und    | 3.0000      | 7.00         | 21.00             |                   |
| 0267110014          | TRANQUERAS                                    | und    | 3.0000      | 50.00        | 150.00            |                   |
| 0292010001          | CORDEL  | m      | 1,674.5250  | 0.50         | 837.26            |                   |
|                     |   |        |             |              | <b>485,197.81</b> |                   |
| <b>EQUIPOS</b>      |   |        |             |              |                   |                   |
| 0301100004          | RODILLO NEUMATICO                             | hm     | 91.5138     | 151.92       | 13,902.78         |                   |
| 0301100005          | RODILLO TANDEM                                | hm     | 91.5138     | 180.00       | 16,472.48         |                   |
| 0301140006          | COMPRESORA NEUMATICA                          | hm     | 71.9037     | 63.71        | 4,580.98          |                   |
| 03011400060003      | COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP    | hm     | 9.2000      | 55.00        | 506.00            |                   |
| 03011600010005      | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 2.5 yd3  | hm     | 156.8808    | 180.97       | 28,390.72         |                   |
| 03012200040001      | CAMION VOLQUETE DE 15 m3                      | hm     | 490.2525    | 130.00       | 63,732.83         |                   |
| 03012200080002      | CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl     | hm     | 71.9037     | 122.37       | 8,798.86          |                   |
| 0301240009          | ALQUILER DE ALMACEN                           | mes    | 1.0000      | 500.00       | 500.00            |                   |
| 0301330009          | FRESADORA DE PAVIMENTOS 565 HP                | hm     | 32.6835     | 158.00       | 5,163.99          |                   |
| 03013900020002      | PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'       | hm     | 91.5138     | 200.00       | 18,302.76         |                   |
| 03013900030002      | PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE                 | hm     | 91.5138     | 1,800.00     | 164,724.84        |                   |
| 03013900050001      | BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.         | hm     | 71.9037     | 49.04        | 3,526.16          |                   |
|                     |   |        |             |              | <b>328,602.40</b> |                   |
|                     |   |        |             | <b>Total</b> | <b>S/.</b>        | <b>853,627.23</b> |

## Presupuesto

Presupuesto 0203001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016

Subpresupuesto 001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016

Ciudad KELY TACORA DURAN Costo al 22/10/2019

Lugar JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO

| Item        | Descripción  | Und. | Metrado   | Precio S/. | Parcial S/.  |
|-------------|--|------|-----------|------------|--------------|
| 01          | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE - RECAPEO                   |      |           |            | 1,216,809.94 |
| 01.01       | OBRAS PROVISIONALES  |      |           |            | 3,500.00     |
| 01.01.01    | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS                          | g/b  | 1.00      | 3,000.00   | 3,000.00     |
| 01.01.02    | OFICINA Y ALMACEN DE OBRA  | g/b  | 1.00      | 500.00     | 500.00       |
| 01.02       | OBRAS PRELIMINARES   |      |           |            | 8,061.98     |
| 01.02.01    | TRAZO Y REPLANTEO INICAL   | m2   | 18,341.75 | 0.42       | 8,863.54     |
| 01.02.02    | CINTA Y MALLA PLASTIXA SENALIZADORA P/ LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA | g/b  | 1.00      | 280.42     | 280.42       |
| 01.02.03    | IMPLEMENTACION DE SEGURIDAD INDIVIDUAL Y COLECTIVA                 | g/b  | 1.00      | 918.00     | 918.00       |
| 01.03       | PAVIMENTACION RECAPEO  |      |           |            | 1,205,247.98 |
| 01.03.01    | FRESADO DE CARPETA ASFÁLTICA                                       | m2   | 18,341.75 | 1.61       | 26,310.22    |
| 01.03.02    | IMPRIMACION CON ASFALTO CORTADO MC-30                              | m2   | 18,341.75 | 4.37       | 71,413.45    |
| 01.03.03    | CARPETA ASFALTICA DE 9cm   | m2   | 18,341.75 | 87.88      | 1,105,682.81 |
| 01.03.04    | SEÑALIZACION   |      |           |            | 1,841.50     |
| 01.03.04.01 | PINTADO DE PAVIMENTOS - SIMBOLOS Y LETRAS                          | m2   | 50.00     | 5.83       | 291.50       |
| 01.03.04.02 | PINTADO DE PAVIMENTOS - LINEAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS            | m    | 1,000.00  | 1.55       | 1,550.00     |
|             | Costo Directo  |      |           |            | 1,216,809.94 |

SON : UN MILLON DOSCIENTOS DIECISEIS MIL OCHOCIENTOS NUEVE Y 94/100 NUEVOS SOLES

## Análisis de precios unitarios

| Presupuesto    | 0203001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016 |                |                |                                  |            |                   |            |
|----------------|--|----------------|----------------|----------------------------------|------------|-------------------|------------|
| Subpresupuesto | 001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXT   |                |                |                                  |            | Fecha presupuesto | 22/10/2019 |
| Partida        | 01.01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS   |                |                |                                  |            |                   |            |
| Rendimiento    | g/b/DIA  | MO. 1.0000     | EQ. 1.0000     | Costo unitario directo por : g/b |            |                   | 3,000.00   |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio S/. | Parcial S/.       |            |
| 0201010022     | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS  | g/b            |                | 1.0000                           | 3,000.00   | 3,000.00          |            |
|                |  |                |                |                                  |            | 3,000.00          |            |
| Partida        | 01.01.02 OFICINA Y ALMACEN DE OBRA   |                |                |                                  |            |                   |            |
| Rendimiento    | g/b/DIA  | MO.            | EQ.            | Costo unitario directo por : g/b |            |                   | 500.00     |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio S/. | Parcial S/.       |            |
| 0301240009     | ALQUILER DE ALMACEN  | mes            |                | 1.0000                           | 500.00     | 500.00            |            |
|                |  |                |                |                                  |            | 500.00            |            |
| Partida        | 01.02.01 TRAZO Y REPLANTEO INICAL  |                |                |                                  |            |                   |            |
| Rendimiento    | m2/DIA   | MO. 1,500.0000 | EQ. 1,500.0000 | Costo unitario directo por : m2  |            |                   | 0.42       |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio S/. | Parcial S/.       |            |
| 0101010005     | PEON   | hh             | 2.0000         | 0.0107                           | 11.58      | 0.12              |            |
|                |  |                |                |                                  |            | 0.12              |            |
| 02130300010001 | YESO BOLSA 28 kg   | bol            |                | 0.0350                           | 7.00       | 0.25              |            |
| 0292010001     | CORDEL   | m              |                | 0.1000                           | 0.50       | 0.05              |            |
|                |  |                |                |                                  |            | 0.30              |            |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES  | %mo            |                | 3.0000                           | 0.12       | 0.00              |            |
|                |  |                |                |                                  |            | 0.00              |            |
| Partida        | 01.02.02 CINTA Y MALLA PLASTIXA SENALIZADORA P/ LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA  |                |                |                                  |            |                   |            |
| Rendimiento    | g/b/DIA  | MO. 500.0000   | EQ. 500.0000   | Costo unitario directo por : g/b |            |                   | 280.42     |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio S/. | Parcial S/.       |            |
| 0101010004     | OFICIAL  | hh             | 62.5000        | 1.0000                           | 12.84      | 12.84             |            |
| 0101010005     | PEON   | hh             | 62.5000        | 1.0000                           | 11.58      | 11.58             |            |
|                |  |                |                |                                  |            | 24.42             |            |
| 0210030001     | MALLA CERCADORA NARANJA  | rl             |                | 0.5000                           | 50.00      | 25.00             |            |
| 0267110002     | CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA  | und            |                | 2.0000                           | 30.00      | 60.00             |            |
| 02671100060003 | BANDERINES   | und            |                | 3.0000                           | 7.00       | 21.00             |            |
| 0267110014     | TRANQUERAS   | und            |                | 3.0000                           | 50.00      | 150.00            |            |
|                |  |                |                |                                  |            | 256.00            |            |
| Partida        | 01.02.03 IMPLEMENTACION DE SEGURIDAD INDIVIDUAL Y COLECTIVA  |                |                |                                  |            |                   |            |
| Rendimiento    | g/b/DIA  | MO. 1.0000     | EQ. 1.0000     | Costo unitario directo por : g/b |            |                   | 918.00     |
| Código         | Descripción Recurso  | Unidad         | Cuadrilla      | Cantidad                         | Precio S/. | Parcial S/.       |            |
| 02250700010006 | ZAPATOS DE SEGURIDAD   | und            |                | 8.0000                           | 45.00      | 360.00            |            |
| 02670100010009 | CASCOS   | und            |                | 8.0000                           | 16.00      | 128.00            |            |
| 0267020009     | LENTES DE SEGURIDAD  | und            |                | 15.0000                          | 6.00       | 90.00             |            |
| 0267040009     | MASCARILLA   | und            |                | 15.0000                          | 3.00       | 45.00             |            |
| 0267050010     | GUANTES DE CUERO REFORZADO   | und            |                | 10.0000                          | 14.00      | 140.00            |            |
| 0267060018     | CHALECO REFLECTIVO   | und            |                | 10.0000                          | 7.50       | 75.00             |            |

Fecha : 17/01/2020 14:14:23

## Análisis de precios unitarios

| Presupuesto        | 0203001                                       | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016 |                       |                   |  |  |                    |
|--------------------|---|--|-----------------------|-------------------|--|--|--------------------|
| Subpresupuesto     | 001   | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXT   |                       | Fecha presupuesto | 22/10/2019                             |  |                    |
| 0267100005         | BOTIQUIN (equipado segun lista de materiales) | und  |                       | 1.0000            | 80.00                                  |  | 80.00              |
|                    |   |  |                       |                   |  |  | 918.00             |
| <b>Partida</b>     | <b>01.03.01</b>                               | <b>FRESADO DE CARPETA ASFÁLTICA</b>  |                       |                   |  |  |                    |
| <b>Rendimiento</b> | <b>m2/DIA</b>                                 | <b>MO. 2,000.0000</b>  | <b>EQ. 2,000.0000</b> |                   | <b>Costo unitario directo por : m2</b> |  | <b>1.61</b>        |
| <b>Código</b>      | <b>Descripción Recurso</b>                    | <b>Unidad</b>  | <b>Cuadrilla</b>      | <b>Cantidad</b>   | <b>Precio S/.</b>                      |  | <b>Parcial S/.</b> |
|                    | <b>Mano de Obra</b>                           |  |                       |                   |  |  |                    |
| 0101010003         | OPERARIO                                      | hh   | 7.5000                | 0.0300            | 14.97                                  |  | 0.45               |
| 0101010004         | OFICIAL                                       | hh   | 0.2500                | 0.0010            | 12.84                                  |  | 0.01               |
| 0101010005         | PEON  | hh   | 2.0000                | 0.0080            | 11.58                                  |  | 0.09               |
|                    |   |  |                       |                   |  |  | 0.55               |
|                    | <b>Equipos</b>                                |  |                       |                   |  |  |                    |
| 0301010006         | HERRAMIENTAS MANUALES                         | %mo  |                       | 3.0000            | 0.55                                   |  | 0.02               |
| 03011600010005     | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 2.5 yd3  | hm   | 1.0000                | 0.0040            | 180.97                                 |  | 0.72               |
| 0301330009         | FRESADORA DE PAVIMENTOS 565 HP                | hm   | 0.5000                | 0.0020            | 158.00                                 |  | 0.32               |
|                    |   |  |                       |                   |  |  | 1.06               |
| <b>Partida</b>     | <b>01.03.02</b>                               | <b>IMPRIMACION CON ASFALTO CORTADO MC-30</b>   |                       |                   |  |  |                    |
| <b>Rendimiento</b> | <b>m2/DIA</b>                                 | <b>MO. 1,800.0000</b>  | <b>EQ. 1,800.0000</b> |                   | <b>Costo unitario directo por : m2</b> |  | <b>4.37</b>        |
| <b>Código</b>      | <b>Descripción Recurso</b>                    | <b>Unidad</b>  | <b>Cuadrilla</b>      | <b>Cantidad</b>   | <b>Precio S/.</b>                      |  | <b>Parcial S/.</b> |
|                    | <b>Mano de Obra</b>                           |  |                       |                   |  |  |                    |
| 0101010003         | OPERARIO                                      | hh   | 2.0000                | 0.0089            | 14.97                                  |  | 0.13               |
| 0101010004         | OFICIAL                                       | hh   | 3.0000                | 0.0133            | 12.84                                  |  | 0.17               |
| 0101010005         | PEON  | hh   | 6.0000                | 0.0267            | 11.58                                  |  | 0.31               |
|                    |   |  |                       |                   |  |  | 0.61               |
|                    | <b>Materiales</b>                             |  |                       |                   |  |  |                    |
| 02010500010003     | ASFALTO LIQUIDO MC-30                         | gal  |                       | 0.4500            | 6.00                                   |  | 2.70               |
|                    |   |  |                       |                   |  |  | 2.70               |
|                    | <b>Equipos</b>                                |  |                       |                   |  |  |                    |
| 0301010006         | HERRAMIENTAS MANUALES                         | %mo  |                       | 3.0000            | 0.61                                   |  | 0.02               |
| 0301140006         | COMPRESORA NEUMATICA                          | hm   | 1.0000                | 0.0044            | 63.71                                  |  | 0.28               |
| 03012200080002     | CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl     | hm   | 1.0000                | 0.0044            | 122.37                                 |  | 0.54               |
| 03013900050001     | BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.         | hm   | 1.0000                | 0.0044            | 49.04                                  |  | 0.22               |
|                    |   |  |                       |                   |  |  | 1.06               |
| <b>Partida</b>     | <b>01.03.03</b>                               | <b>CARPETA ASFALTICA DE 9cm</b>  |                       |                   |  |  |                    |
| <b>Rendimiento</b> | <b>m2/DIA</b>                                 | <b>MO. 1,000.0000</b>  | <b>EQ. 1,000.0000</b> |                   | <b>Costo unitario directo por : m2</b> |  | <b>67.66</b>       |
| <b>Código</b>      | <b>Descripción Recurso</b>                    | <b>Unidad</b>  | <b>Cuadrilla</b>      | <b>Cantidad</b>   | <b>Precio S/.</b>                      |  | <b>Parcial S/.</b> |
|                    | <b>Mano de Obra</b>                           |  |                       |                   |  |  |                    |
| 0101010003         | OPERARIO                                      | hh   | 3.0000                | 0.0240            | 14.97                                  |  | 0.36               |
| 0101010004         | OFICIAL                                       | hh   | 2.0000                | 0.0160            | 12.84                                  |  | 0.21               |
| 0101010005         | PEON  | hh   | 10.0000               | 0.0800            | 11.58                                  |  | 0.93               |
|                    |   |  |                       |                   |  |  | 1.50               |
|                    | <b>Materiales</b>                             |  |                       |                   |  |  |                    |
| 0201040003         | PETROLEO BIO DIESEL 5                         | gal  |                       | 0.5000            | 12.50                                  |  | 6.25               |
| 02070100010005     | PIEDRA CHANCADA DE 1/4 A 1/2"                 | m3   |                       | 0.0350            | 65.00                                  |  | 2.28               |
| 02070200010001     | ARENA FINA                                    | m3   |                       | 0.0080            | 95.00                                  |  | 0.76               |
| 02070200010002     | ARENA GRUESA                                  | m3   |                       | 0.0600            | 65.00                                  |  | 3.90               |
| 0207020002         | FILLER  | kg   |                       | 3.1500            | 1.80                                   |  | 5.67               |
| 02130100060003     | CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120/150      | gal  |                       | 3.8000            | 5.50                                   |  | 20.90              |
|                    |   |  |                       |                   |  |  | 39.76              |
|                    | <b>Equipos</b>                                |  |                       |                   |  |  |                    |
| 0301010006         | HERRAMIENTAS MANUALES                         | %mo  |                       | 3.0000            | 1.50                                   |  | 0.05               |
| 0301100004         | RODILLO NEUMATICO                             | hm   | 1.0000                | 0.0080            | 151.92                                 |  | 1.22               |
| 0301100005         | RODILLO TANDEM                                | hm   | 1.0000                | 0.0080            | 180.00                                 |  | 1.44               |

Fecha : 17/01/2020 14:14:23

### Análisis de precios unitarios

|                |  |    |        |        |                   |            |
|----------------|--|----|--------|--------|-------------------|------------|
| Presupuesto    | 0203001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016 |    |        |        |                   |            |
| Subpresupuesto | 001 MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXT   |    |        |        | Fecha presupuesto | 22/10/2019 |
| 03011600010005 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 2.5 yd3   | hm | 1.0000 | 0.0080 | 180.97            | 1.45       |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3   | hm | 6.0000 | 0.0480 | 130.00            | 6.24       |
| 03013900020002 | PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'  | hm | 1.0000 | 0.0080 | 200.00            | 1.60       |
| 03013900030002 | PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE  | hm | 1.0000 | 0.0080 | 1,800.00          | 14.40      |
|                |  |    |        |        |                   | 26.40      |

|                |   |              |              |                                 |            |             |
|----------------|---|--------------|--------------|---------------------------------|------------|-------------|
| Partida        | 01.03.04.01 PINTADO DE PAVIMENTOS - SIMBOLOS Y LETRAS |              |              |                                 |            |             |
| Rendimiento    | m2/DIA  | MO. 500.0000 | EQ. 500.0000 | Costo unitario directo por : m2 |            | 5.83        |
| Código         | Descripción Recurso                                   | Unidad       | Cuadrilla    | Cantidad                        | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra   |   |              |              |                                 |            |             |
| 0101010003     | OPERARIO  | hh           | 1.0000       | 0.0160                          | 14.97      | 0.24        |
| 0101010004     | OFICIAL   | hh           | 0.2000       | 0.0032                          | 12.84      | 0.04        |
| 0101010005     | PEON  | hh           | 2.0000       | 0.0320                          | 11.58      | 0.37        |
|                |   |              |              |                                 |            | 0.65        |
| Materiales     |   |              |              |                                 |            |             |
| 0240020016     | PINTURA ASFALTICA                                     | gal          |              | 0.1500                          | 30.00      | 4.50        |
|                |   |              |              |                                 |            | 4.50        |
| Equipos        |   |              |              |                                 |            |             |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                                 | %mo          |              | 3.0000                          | 0.65       | 0.02        |
| 03011400060003 | COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP            | hm           | 0.7500       | 0.0120                          | 55.00      | 0.66        |
|                |   |              |              |                                 |            | 0.68        |

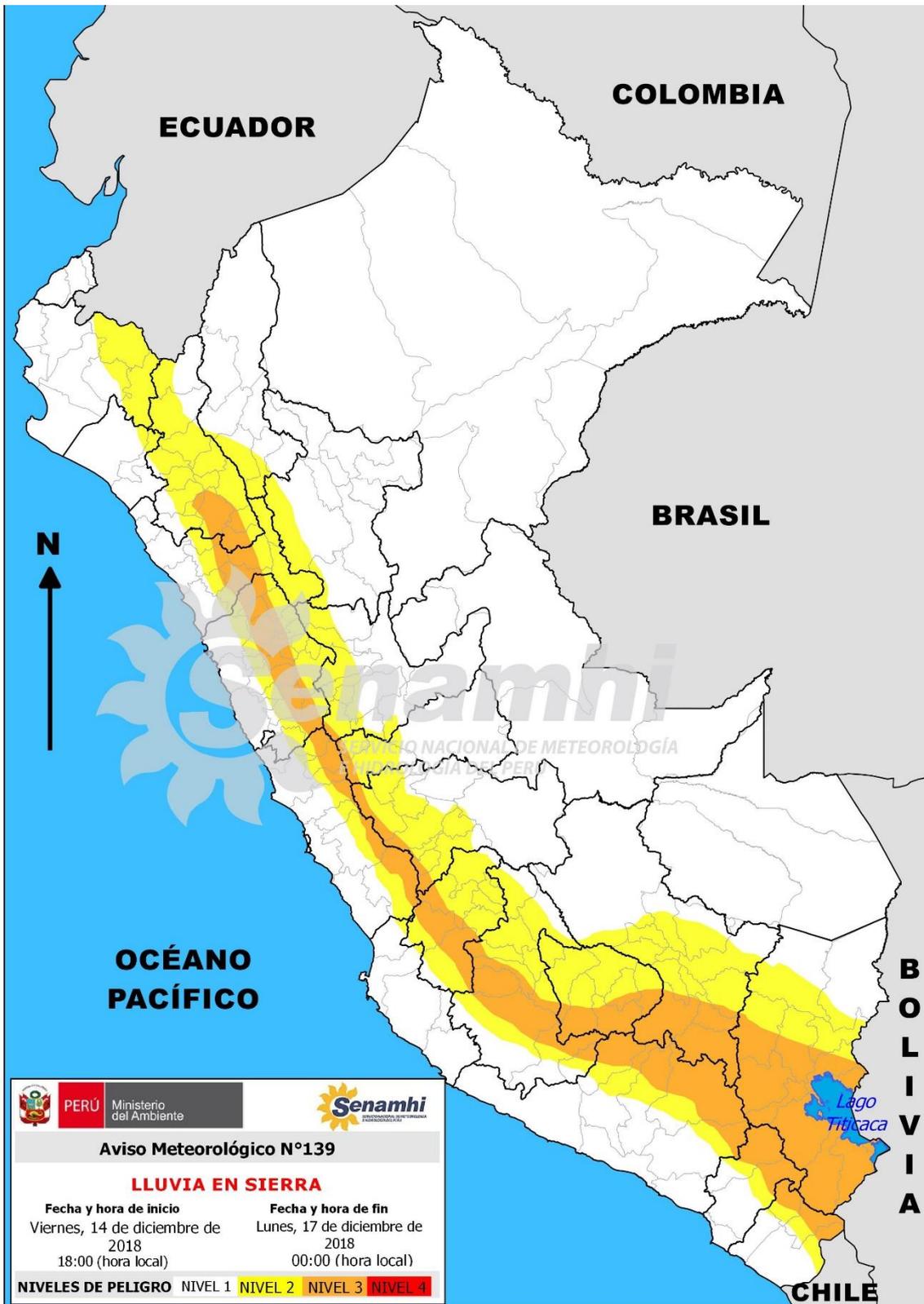
|                |   |              |              |                                |            |             |
|----------------|---|--------------|--------------|--------------------------------|------------|-------------|
| Partida        | 01.03.04.02 PINTADO DE PAVIMENTOS - LINEAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS |              |              |                                |            |             |
| Rendimiento    | m/DIA   | MO. 700.0000 | EQ. 700.0000 | Costo unitario directo por : m |            | 1.55        |
| Código         | Descripción Recurso   | Unidad       | Cuadrilla    | Cantidad                       | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra   |   |              |              |                                |            |             |
| 0101010003     | OPERARIO  | hh           | 1.0000       | 0.0114                         | 14.97      | 0.17        |
| 0101010004     | OFICIAL   | hh           | 0.2000       | 0.0023                         | 12.84      | 0.03        |
| 0101010005     | PEON  | hh           | 2.0000       | 0.0229                         | 11.58      | 0.27        |
|                |   |              |              |                                |            | 0.47        |
| Materiales     |   |              |              |                                |            |             |
| 0240020016     | PINTURA ASFALTICA   | gal          |              | 0.0200                         | 30.00      | 0.60        |
|                |   |              |              |                                |            | 0.60        |
| Equipos        |   |              |              |                                |            |             |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES   | %mo          |              | 3.0000                         | 0.47       | 0.01        |
| 03011400060003 | COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP                          | hm           | 0.7500       | 0.0086                         | 55.00      | 0.47        |
|                |   |              |              |                                |            | 0.48        |

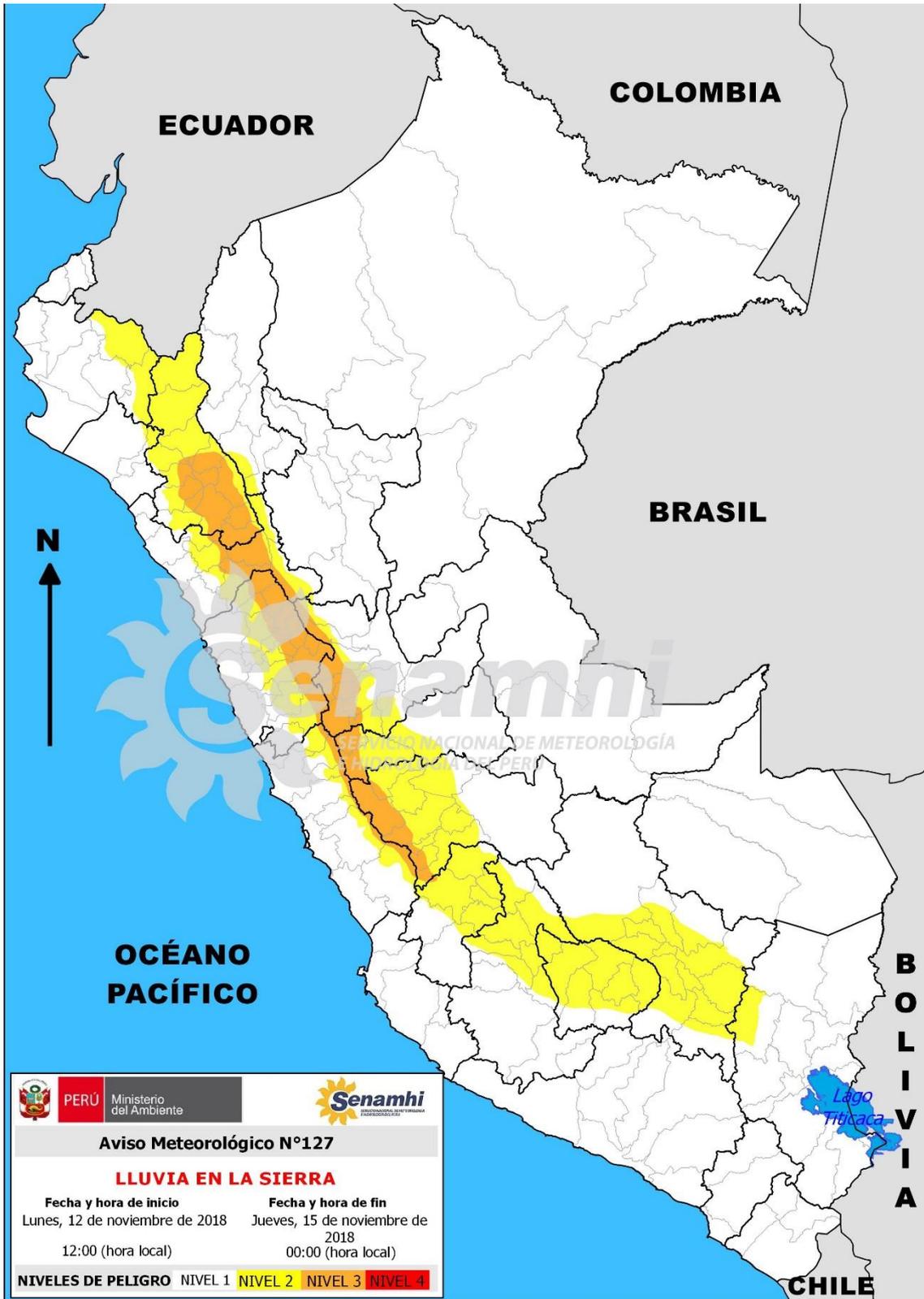
## Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

|                |            |  |
|----------------|------------|--|
| Obra           | 0203001    | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN ROQUE LOG. 1 + 345 KM EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2016 |
| Subpresupuesto | 001        | MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA UTILIZACION DE GEOTEXTIL EN LA AV. LEANDRA TORRES - JR. SAN I  |
| Fecha          | 01/10/2019 |  |
| Lugar          | 120101     | JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO  |

| Código              | Recurso                                       | Unidad | Cantidad    | Precio S/. | Parcial S/.         |
|---------------------|---|--------|-------------|------------|---------------------|
| <b>MANO DE OBRA</b> |   |        |             |            |                     |
| 0101010003          | OPERARIO                                      | hh     | 1,040.0961  | 14.97      | 15,570.24           |
| 0101010004          | OFICIAL                                       | hh     | 498.6145    | 12.84      | 6,402.21            |
| 0101010005          | PEON  | hh     | 2,074.7554  | 11.58      | 24,025.67           |
|                     |   |        |             |            | 45,998.12           |
| <b>MATERIALES</b>   |   |        |             |            |                     |
| 0201010022          | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS     | glb    | 1.0000      | 3,000.00   | 3,000.00            |
| 0201040003          | PETROLEO BIO DIESEL 5                         | gal    | 8,170.8750  | 12.50      | 102,135.94          |
| 02010500010003      | ASFALTO LIQUIDO MC-30                         | gal    | 7,353.7875  | 6.00       | 44,122.73           |
| 02070100010005      | PIEDRA CHANCADA DE 1/4 A 1/2"                 | m3     | 571.9613    | 65.00      | 37,177.48           |
| 02070200010001      | ARENA FINA                                    | m3     | 130.7340    | 95.00      | 12,419.73           |
| 02070200010002      | ARENA GRUESA                                  | m3     | 980.5050    | 65.00      | 63,732.83           |
| 0207020002          | FILLER  | kg     | 51,476.5125 | 1.80       | 92,657.72           |
| 0210030001          | MALLA CERCADORA NARANJA                       | rlf    | 0.5000      | 50.00      | 25.00               |
| 02130100060003      | CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120/150      | gal    | 62,098.6500 | 5.50       | 341,542.58          |
| 02130300010001      | YESO BOLSA 28 kg                              | bol    | 571.9613    | 7.00       | 4,003.73            |
| 02250700010006      | ZAPATOS DE SEGURIDAD                          | und    | 8.0000      | 45.00      | 360.00              |
| 0240020016          | PINTURA ASFALTICA                             | gal    | 27.5000     | 30.00      | 825.00              |
| 02670100010009      | CASCOS  | und    | 8.0000      | 16.00      | 128.00              |
| 0267020009          | LENTES DE SEGURIDAD                           | und    | 15.0000     | 6.00       | 90.00               |
| 0267040009          | MASCARILLA                                    | und    | 15.0000     | 3.00       | 45.00               |
| 0267050010          | GUANTES DE CUERO REFORZADO                    | und    | 10.0000     | 14.00      | 140.00              |
| 0267060018          | CHALECO REFLECTIVO                            | und    | 10.0000     | 7.50       | 75.00               |
| 0267100005          | BOTIQUIN (equipado segun lista de materiales) | und    | 1.0000      | 80.00      | 80.00               |
| 0267110002          | CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA | und    | 2.0000      | 30.00      | 60.00               |
| 02671100060003      | BANDERINES                                    | und    | 3.0000      | 7.00       | 21.00               |
| 0267110014          | TRANQUERAS                                    | und    | 3.0000      | 50.00      | 150.00              |
| 0292010001          | CORDEL  | m      | 1,634.1750  | 0.50       | 817.09              |
|                     |   |        |             |            | 703,608.83          |
| <b>EQUIPOS</b>      |   |        |             |            |                     |
| 0301100004          | RODILLO NEUMATICO                             | hm     | 130.7340    | 151.92     | 19,861.11           |
| 0301100005          | RODILLO TANDEM                                | hm     | 130.7340    | 180.00     | 23,532.12           |
| 0301140006          | COMPRESORA NEUMATICA                          | hm     | 71.9037     | 63.71      | 4,580.98            |
| 03011400060003      | COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP    | hm     | 9.2000      | 55.00      | 506.00              |
| 03011600010005      | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 2.5 yd3  | hm     | 196.1010    | 180.97     | 35,488.40           |
| 03012200040001      | CAMION VOLQUETE DE 15 m3                      | hm     | 784.4040    | 130.00     | 101,972.52          |
| 03012200080002      | CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl     | hm     | 71.9037     | 122.37     | 8,798.86            |
| 0301240009          | ALQUILER DE ALMACEN                           | mes    | 1.0000      | 500.00     | 500.00              |
| 0301330009          | FRESADORA DE PAVIMENTOS 565 HP                | hm     | 32.6835     | 158.00     | 5,163.99            |
| 03013900020002      | PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'       | hm     | 130.7340    | 200.00     | 26,146.80           |
| 03013900030002      | PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE                 | hm     | 130.7340    | 1,800.00   | 235,321.20          |
| 03013900050001      | BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.         | hm     | 71.9037     | 49.04      | 3,526.16            |
|                     |   |        |             |            | 465,398.14          |
| <b>Total</b>        |   |        |             | <b>S/.</b> | <b>1,215,005.09</b> |

## **ANEXO N° 07 DATOS GENERALES**





## ¿Cada cuánto repavimenta por calçado de fisuras?



Se ha empleado la siguiente estructura de costos en una vía típica urbana para contemplar la utilización del geotextil en repavimentación, visualizando sus beneficios a largo plazo. Los costos totales se han realizado calculando cantidades por km. de vía, trabajando con un ancho promedio de carril de 3.5m.

Vemos en la gráfica de costos acumulados la relevancia de utilizar un elemento, en este caso geotextil de repavimentación, que contribuye con la durabilidad de la estructura del pavimento en el tiempo.

La durabilidad finalmente se ve relegada en nuevas posibles inversiones por parte de las entidades y ahorros en el mantenimiento que deben realizar los contratistas para garantizar el confort de la vía.

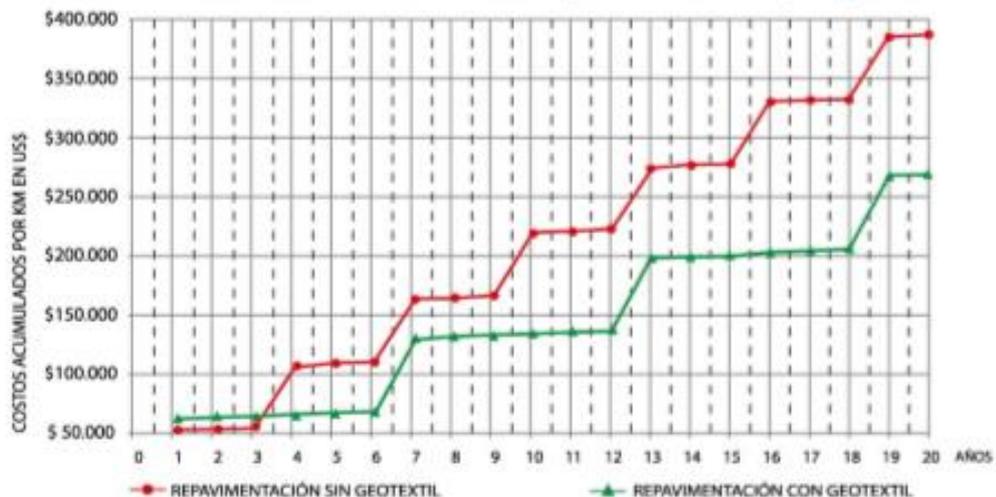


### Repavimentación con Geotextiles

- Retardo en el proceso de calçado de fisuras.
- Disminución en la continuidad del deterioro actuando como barrera impermeable.
- Mayor vida útil de la capa asfáltica en términos de fatiga en términos de fatiga.
- Disminución en los costos de mantenimiento hasta en un 30%.

| Item              | Descripción                                     |
|-------------------|---|
| <b>PERIODICOS</b> |   |
| 1                 | Limpieza de la superficie                       |
| 2                 | Sellado de fisuras                              |
| 3                 | Imprimación asfáltica                           |
| 4                 | Geotextil para repavimentación                  |
| 5                 | Rodañura asfáltica MDC-2 (5cm) compacto en obra |
| 6                 | Sellado de juntas longitudinales                |
| <b>ANUALES</b>    |   |
| 7                 | Líneas de demarcación discontinuas              |
| 8                 | Líneas de demarcación continuas                 |
| 9                 | Limpieza de pozos, incluye retiro               |
| 10                | Limpieza de sumideros, incluye retiro           |

### Costos en una vía teniendo en cuenta repavimentación con y sin geotextil



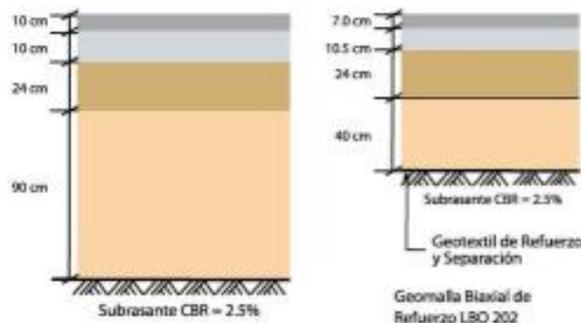
## Reforzar los pavimentos: ¿Alternativa o solución?

- Disminución en la explotación de materiales pétreos.
- Homogenización de la transferencia de esfuerzos a la subrasante.
- Alta resistencia a la tensión como complemento de los suelos.
- Ahorro en costos hasta en un 25%.



La capa de apoyo de los pavimentos debe cumplir unas especificaciones establecidas para soportar las capas superiores y los esfuerzos a los que es sometido el sistema en todo momento. Sin embargo, son muchos los casos en donde el material no tiene las resistencias apropiadas y debe mejorarse o reemplazarse por otro.

La baja capacidad portante termina influyendo en la degradación de las capas granulares y en el comportamiento de la estructura del pavimento, lo que conlleva a la disminución de la vida útil que inicialmente se determinó en el diseño.



Realizando un análisis de costos para valorizar el ahorro por m<sup>2</sup> de estructura de pavimento para determinadas condiciones, se tiene:

### Estructura sin refuerzo

CBR (%): 2.5  
Ancho de la Calzada (m): 7.0

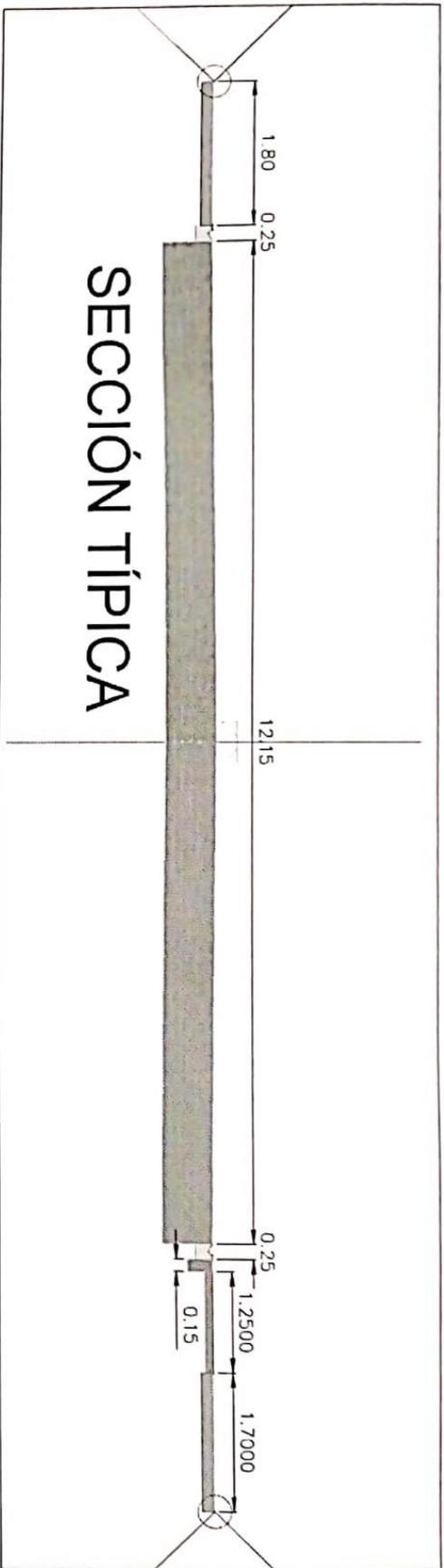
|                        |      | Cantidad (m <sup>2</sup> ) | Precio (US\$/m <sup>2</sup> ) |
|------------------------|------|----------------------------|-------------------------------|
| Carpeta Asfáltica (m): | 0.10 | 0.70                       | 8.33                          |
| Base Asfáltica (m):    | 0.14 | 0.98                       | 11.67                         |
| Base Granular (m):     | 0.24 | 1.68                       | 2.80                          |
| Subbase Granular (m):  | 0.90 | 6.30                       | 9.00                          |
| <b>Total</b>           |      |                            | <b>31.80</b>                  |

### Estructura con refuerzo

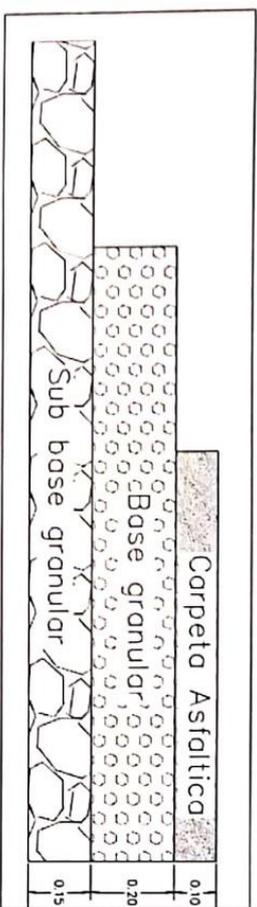
|                        |      | Cantidad (m <sup>2</sup> ) | Precio (US\$/m <sup>2</sup> ) |
|------------------------|------|----------------------------|-------------------------------|
| Carpeta Asfáltica (m): | 0.07 | 0.49                       | 5.83                          |
| Base Asfáltica (m):    | 0.10 | 0.74                       | 8.75                          |
| Base Granular (m):     | 0.24 | 1.68                       | 2.80                          |
| Subbase Granular (m):  | 0.40 | 2.80                       | 4.00                          |
| Geotextil TR 4000:     |      |                            | 1.94                          |
| Geomalla LBO 202:      |      |                            | 2.27                          |
| <b>Total</b>           |      |                            | <b>25.59</b>                  |

**Diferencia US\$ 6.21**  
**Ahorro 25%**

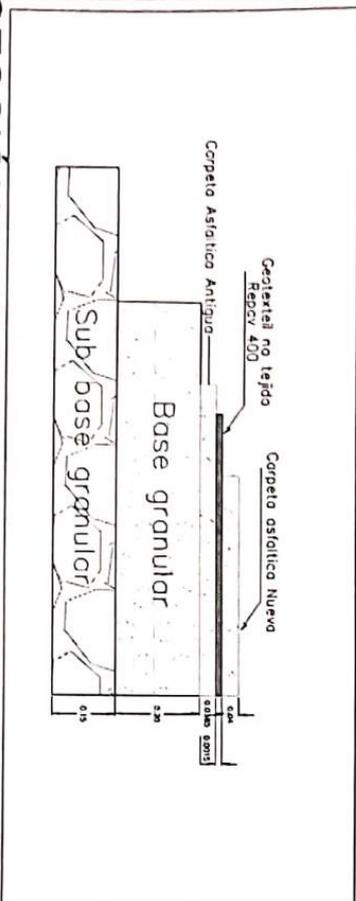
**ANEXO N° 08 PLANOS**



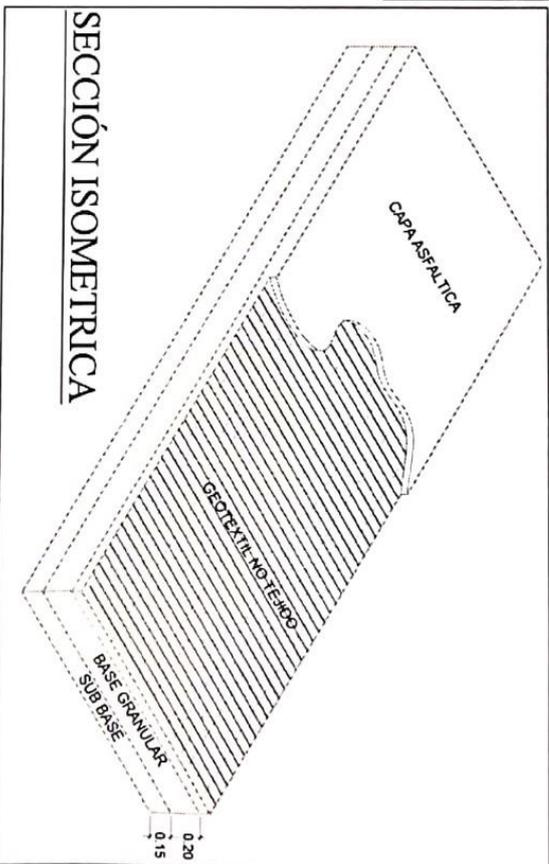
## SECCIÓN TÍPICA



## SECCIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE CONVENCIONAL



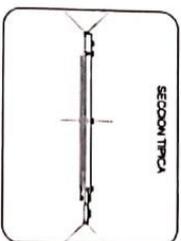
## SECCIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL



## SECCIÓN ISOMÉTRICA

**LEYENDA**

|  |                               |
|--|-------------------------------|
|  | Vitrados Esmerilados          |
|  | Buzones Esmerilados           |
|  | Esp. de VVA                   |
|  | Barras de Acero               |
|  | Borden ceras de res           |
|  | Abertura cruz de via          |
|  | Separacion en Cruz Principal  |
|  | Separacion Lateral Derecha    |
|  | Separacion Lateral Izquierda  |
|  | Separacion Simbol Circulacion |
|  | Separacion Simbol Circulacion |
|  | Separacion Simbol Circulacion |
|  | Regulador de Velocidad        |
|  | Arbol Verde                   |
|  | Unidad de Propiedad           |



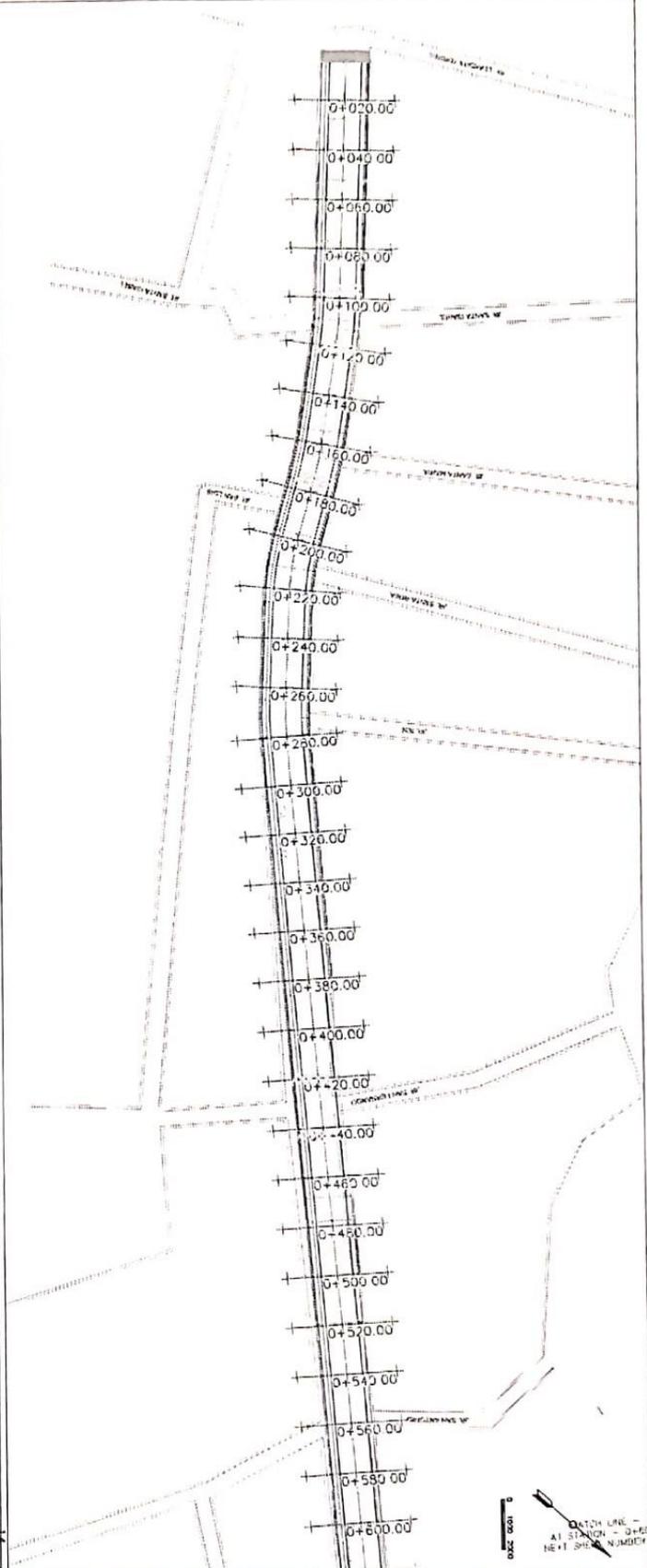
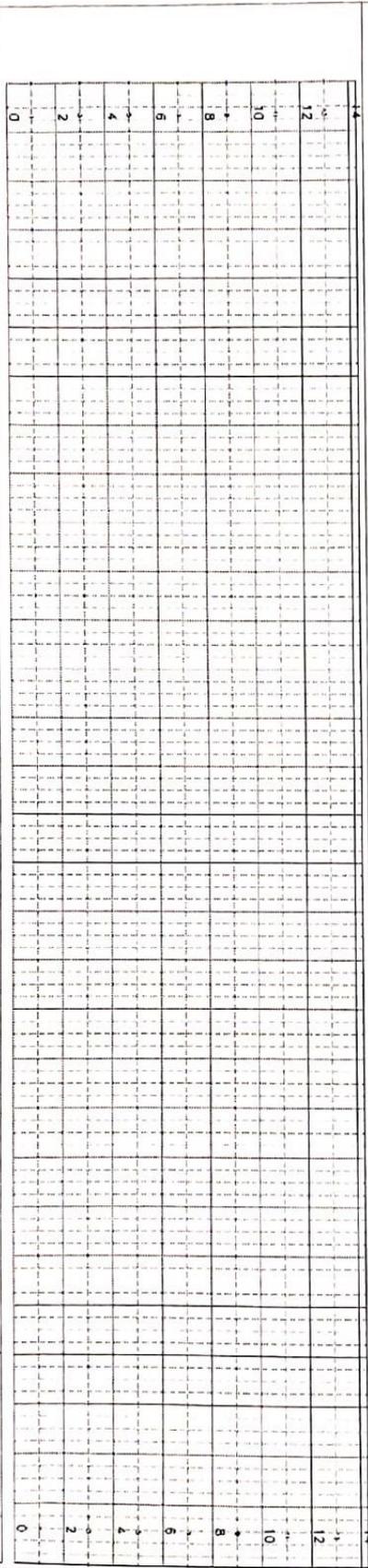
SECCION TÍPICA

MANEJO DE OBRAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

No. Proyecto: \_\_\_\_\_  
 No. Contrato: \_\_\_\_\_  
 No. Documento: \_\_\_\_\_  
 No. Hoja: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_  
 Escala: \_\_\_\_\_  
 Autor: \_\_\_\_\_  
 Revisor: \_\_\_\_\_  
 Aprobado: \_\_\_\_\_  
 Firma: \_\_\_\_\_  
 Cargo: \_\_\_\_\_



| ESTACION | ALTIMETRIA (M) | ALTIMETRIA (M) |
|----------|----------------|----------------|
| 0+00     | 3281.496       | 3281.496       |
| 0+02     | 3282.285       | 3282.285       |
| 0+04     | 3283.074       | 3283.074       |
| 0+06     | 3283.864       | 3283.864       |
| 0+08     | 3284.653       | 3284.653       |
| 0+10     | 3285.443       | 3285.443       |
| 0+12     | 3286.232       | 3286.232       |
| 0+14     | 3287.021       | 3287.021       |
| 0+16     | 3287.810       | 3287.810       |
| 0+18     | 3288.599       | 3288.599       |
| 0+20     | 3289.388       | 3289.388       |
| 0+22     | 3290.177       | 3290.177       |
| 0+24     | 3290.966       | 3290.966       |
| 0+26     | 3291.755       | 3291.755       |
| 0+28     | 3292.544       | 3292.544       |
| 0+30     | 3293.333       | 3293.333       |
| 0+32     | 3294.122       | 3294.122       |
| 0+34     | 3294.911       | 3294.911       |
| 0+36     | 3295.700       | 3295.700       |
| 0+38     | 3296.489       | 3296.489       |
| 0+40     | 3297.278       | 3297.278       |
| 0+42     | 3298.067       | 3298.067       |
| 0+44     | 3298.856       | 3298.856       |
| 0+46     | 3299.645       | 3299.645       |
| 0+48     | 3300.434       | 3300.434       |
| 0+50     | 3301.223       | 3301.223       |
| 0+52     | 3302.012       | 3302.012       |
| 0+54     | 3302.801       | 3302.801       |
| 0+56     | 3303.590       | 3303.590       |
| 0+58     | 3304.379       | 3304.379       |
| 0+60     | 3305.168       | 3305.168       |



**MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO RIGIDO**

CONSTRUCCION DE UN PAVIMENTO RIGIDO

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA CARRETERA NACIONAL N° 100, ENTRE EL KM 100 Y EL KM 110, DEPARTAMENTO DE BOGOTA, COLOMBIA.

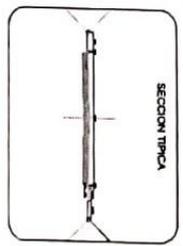
PROYECTADO POR: [Logo]

REVISADO POR: [Logo]

APROBADO POR: [Logo]

FECHA: 15/03/2017

ESCALA: 1:1000



**LEYENDA**

|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| [Symbol] | Veredas Externas              |
| [Symbol] | Buzones Externos              |
| [Symbol] | Eje de Via                    |
| [Symbol] | Parque de Acceso              |
| [Symbol] | Baldon cruce de via           |
| [Symbol] | Asfaltado cruces de via       |
| [Symbol] | Sanitation en Cruce Pasajero  |
| [Symbol] | Sanitation Lineal Ordinaria   |
| [Symbol] | Sanitation Sereno Circulacion |
| [Symbol] | Reduccion de Velocidad        |
| [Symbol] | Area Verde                    |
| [Symbol] | Limites de Propiedad          |

APROBADO POR: [Signature]

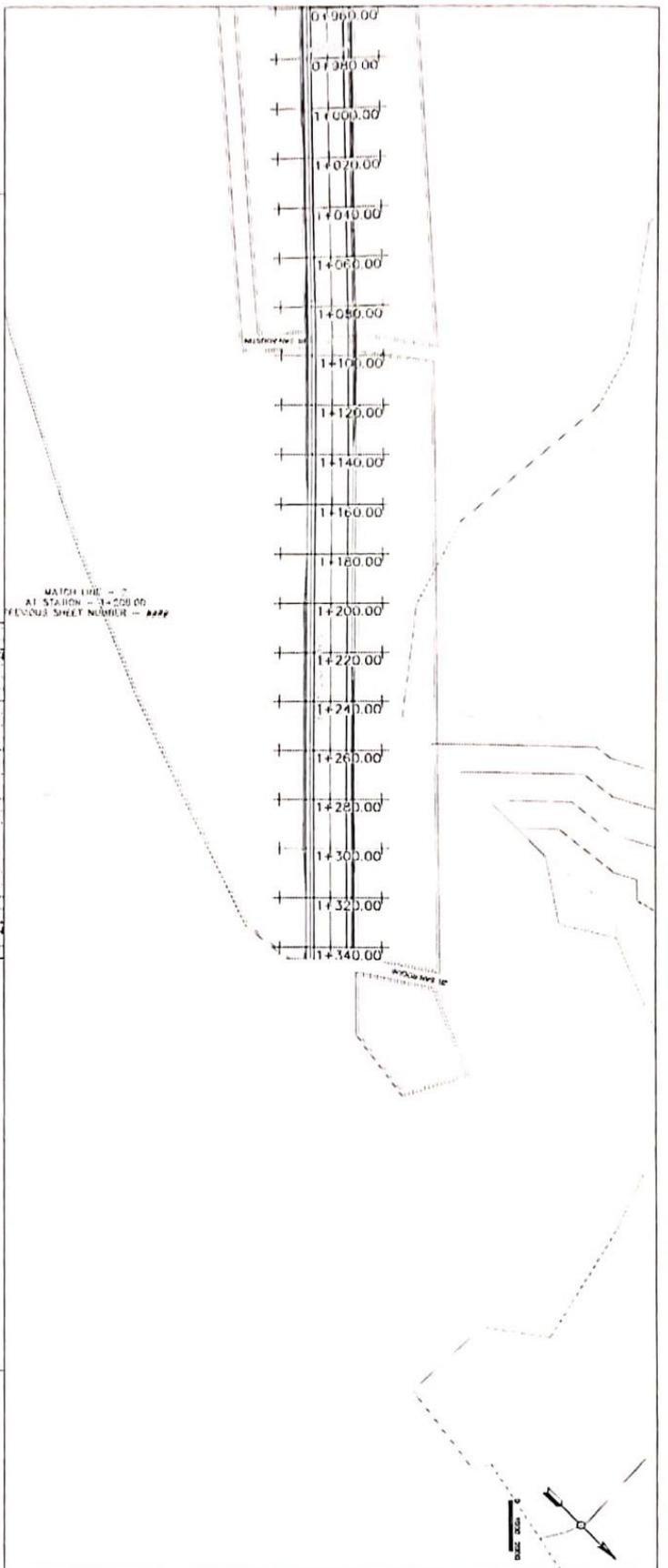
REVISADO POR: [Signature]

PROYECTADO POR: [Signature]

FECHA: 15/03/2017

ESCALA: 1:1000

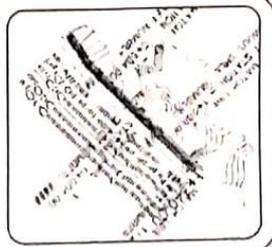




MATCH LINE - 1  
 AT STATION - 1+299.00  
 PREVIOUS SHEET NUMBER - 1000

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

| SECCIONITE | SUBSECCIONITE | TIEMPO | CORTE | RELLEVO | ALARGAMIENTO | PROGRESIVA | PERALTE |
|------------|---------------|--------|-------|---------|--------------|------------|---------|
| 3310 316   |               |        |       |         |              | 1+200      |         |
| 3310 336   |               |        |       |         |              | 1+220      |         |
| 3310 354   |               |        |       |         |              | 1+240      |         |
| 3310 373   |               |        |       |         |              | 1+260      |         |
| 3310 392   |               |        |       |         |              | 1+280      |         |
| 3310 412   |               |        |       |         |              | 1+300      |         |
| 3310 431   |               |        |       |         |              | 1+320      |         |
| 3310 450   |               |        |       |         |              | 1+340      |         |
| 3310 468   |               |        |       |         |              |            |         |
| 3310 488   |               |        |       |         |              |            |         |
| 3310 507   |               |        |       |         |              |            |         |
| 3310 526   |               |        |       |         |              |            |         |
| 3310 544   |               |        |       |         |              |            |         |
| 3310 563   |               |        |       |         |              |            |         |
| 3310 574   |               |        |       |         |              |            |         |



**LEYENDA**

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
|  | Viveros Existentes                 |
|  | Bocinas Existentes                 |
|  | Eje de Vía                         |
|  | Paredes de Acero                   |
|  | Balizas cruzes de vía              |
|  | Acomodación cruces de vía          |
|  | Señalización en Cruz Peatonal      |
|  | Señalización Lateral Diagonales    |
|  | Señalización Señales Circulares    |
|  | Señalización Señales Rectangulares |
|  | Señalización Señales Triangulares  |
|  | Paredes de Velocidad               |
|  | Área Vereda                        |
|  | Límites de Propiedad               |



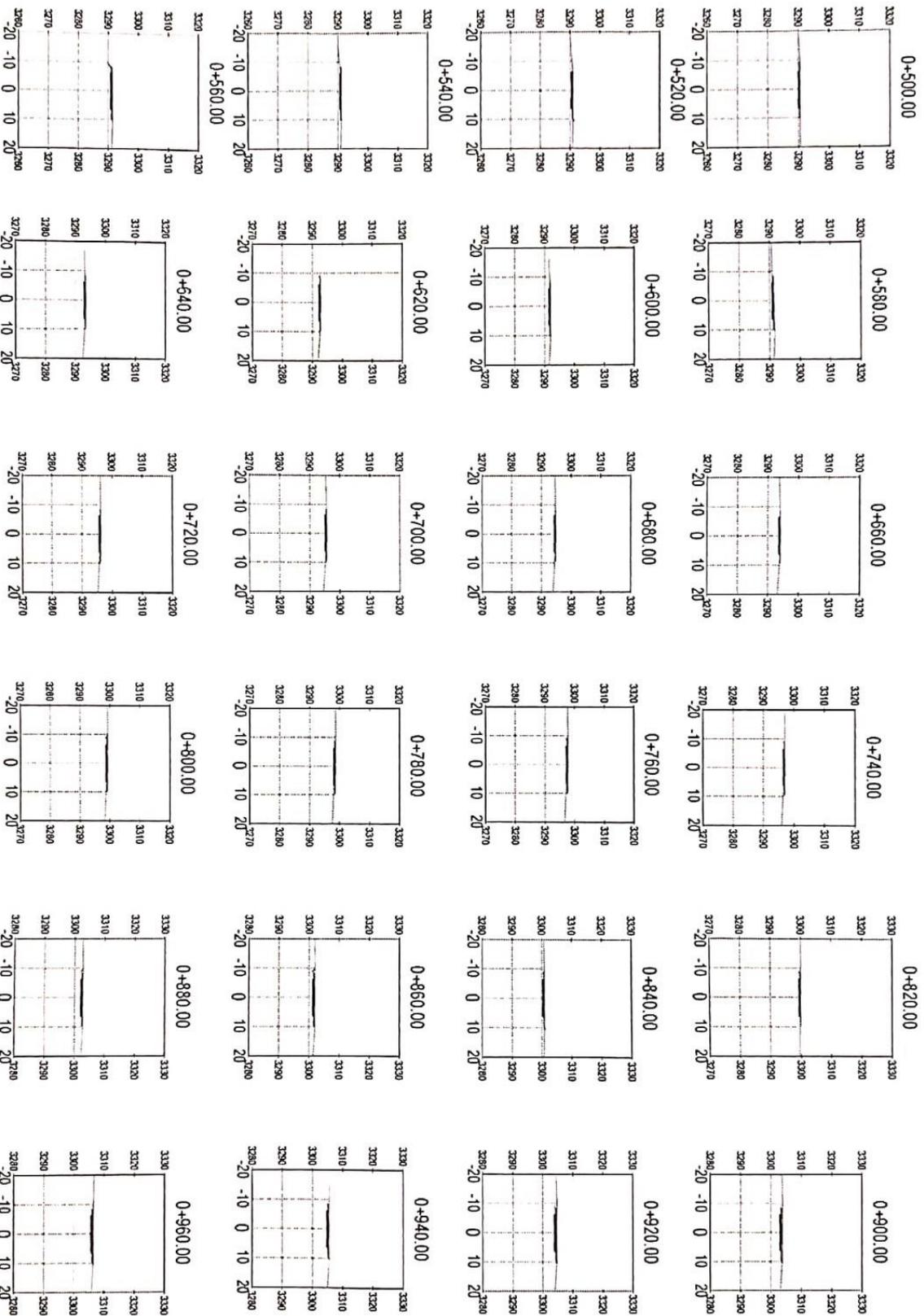
**MONTEVIDEO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE**

Proyecto: ...

Escala: 1:50



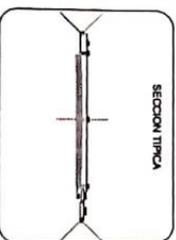
# SECCIONES



## LEYENDA

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
|  | Pavimento Existente             |
|  | Bases Existentes                |
|  | Subgr. de IVA                   |
|  | Rampa de Acceso                 |
|  | Baldes cruce de via             |
|  | Alcantarilla cruce de via       |
|  | Señalización en Cruce Peatonal  |
|  | Señalización Lineal (Direccion) |
|  | Señalización Señado Circulacion |
|  | Placa de Velocidad              |
|  | Arco Verde                      |
|  | Llaves de Propiedad             |

## SECCION TYPICA



## MANEJO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CARRIL DE VEHICULOS PESADOS EN LA CARRETERA FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS - SECCION 100+000 A 100+500

ESTADO DE GUERRERO

CIUDAD DE ACAPULCO

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CARRIL DE VEHICULOS PESADOS EN LA CARRETERA FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS - SECCION 100+000 A 100+500

ESTADO DE GUERRERO

CIUDAD DE ACAPULCO

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CARRIL DE VEHICULOS PESADOS EN LA CARRETERA FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS - SECCION 100+000 A 100+500

ESTADO DE GUERRERO

CIUDAD DE ACAPULCO

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CARRIL DE VEHICULOS PESADOS EN LA CARRETERA FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS - SECCION 100+000 A 100+500

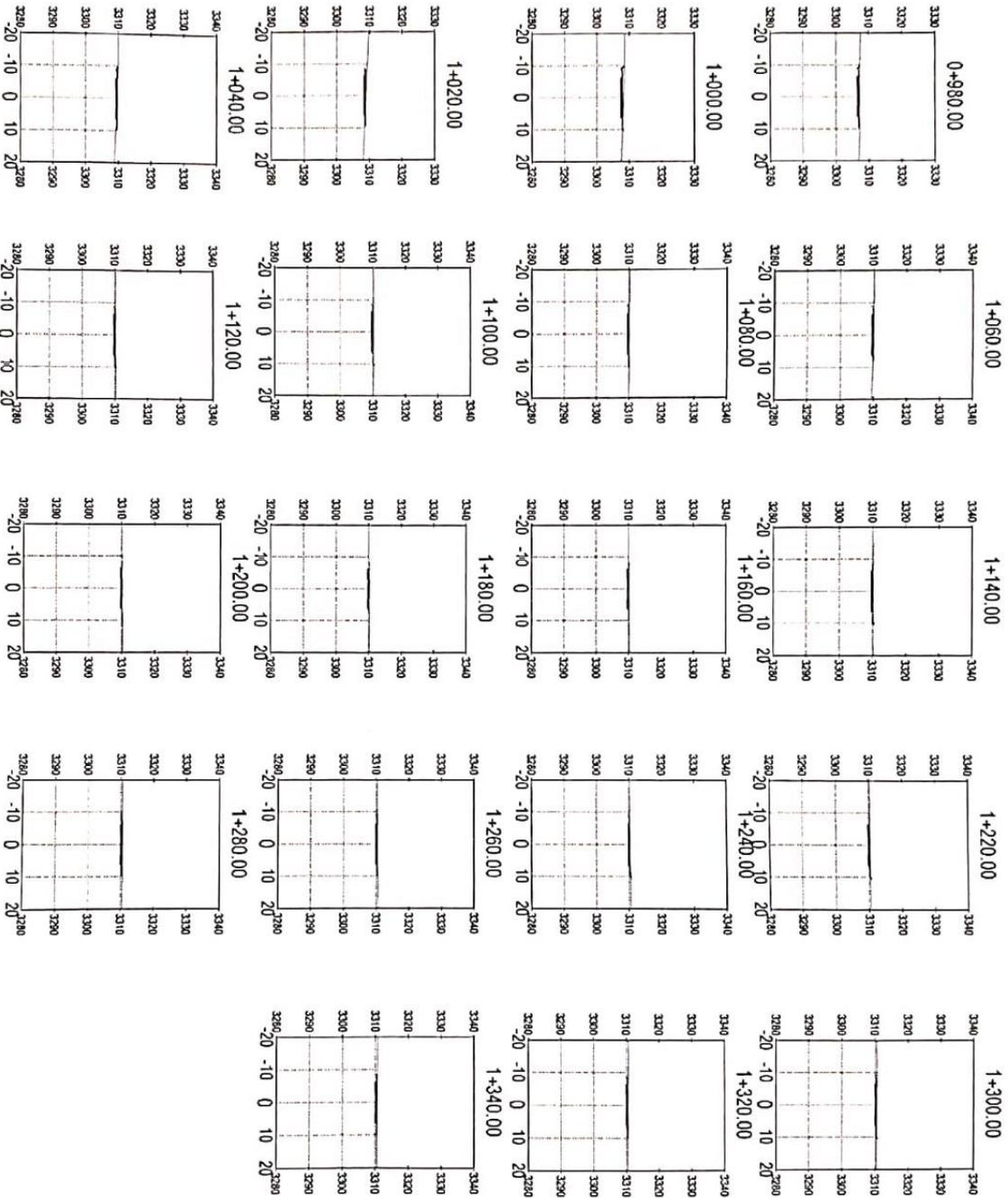
ESTADO DE GUERRERO

CIUDAD DE ACAPULCO

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CARRIL DE VEHICULOS PESADOS EN LA CARRETERA FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS - SECCION 100+000 A 100+500

ESTADO DE GUERRERO

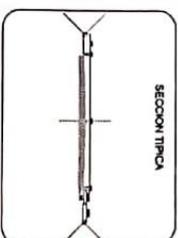
# SECCIONES



## LEGENDA

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
|  | Ventada Existente                |
|  | Barrera Existente                |
|  | Eje de Vía                       |
|  | Fianza de Acceso                 |
|  | Señal cruz de vía                |
|  | Abertura cruz de vía             |
|  | Señalización en Cruce Principal  |
|  | Señalización Lateral Discontinua |
|  | Señalización Señalo Continuada   |
|  | Señalización Señalo Continuada   |
|  | Señalización Señalo Continuada   |
|  | Reducir de Velocidad             |
|  | Avís Virota                      |
|  | Límites de Propiedad             |

## SECCION TÍPICA



## MANEJO DE MATERIALES

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| PROYECTO  | MANEJO DE MATERIALES |
| FECHA     | 2011                 |
| ELABORADO | J. S. S.             |
| REVISADO  | J. S. S.             |
| APROBADO  | J. S. S.             |
| ESCALA    | 1:50                 |

