

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE CANTERA Km 0+860 Y CARABAMBA EN EL DISEÑO  
ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA TRAMO DV.LI-  
119: CENTRO POBLADO DE ANCUSH, PROVINCIA DE JULCAN,  
DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES**

**AUTOR:**

Bach. ANTÓN FIESTAS CRISTIAN JIM CARLO

Bach. YANGUA SALAZAR MARÍA LOURDES

DELMÍ.

**ASESOR:**

Mg. JUAN PAUL EDWARD HENRIQUEZ ULLOA

**TRUJILLO - PERÚ**  
**2020**

---

**PRESIDENTE**  
**Ing. Enrique Francisco Lujan**  
**Silva**

---

**SECRETARIO**  
**Ing. Cesar Leonidas Cancino**  
**Rodas**

---

**VOCAL**  
**Ing. Segundo Alfredo Vargas Lopez**

---

**ASESOR**  
**Ing. Juan Paul E. Henríquez**  
**Ulloa**

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres porque siempre me inculcaron y me dieron lo mejor, mi  
educación

**ANTÓN FIESTAS CRISTIAN JIM CARLO**

## **DEDICATORIA**

A Dios por brindarles salud a mis padres y a mí bendiciéndome con la hermosa oportunidad de estar a su lado, a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre Laura por dedicar toda su vida a mí y estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, noches en las que su compañía y sus sabias palabras fueron mi mayor aliento; a mi padre Elmer por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, a mi abuela Delmi por escucharme y darme siempre los mejores consejos a lo largo de mi vida y a mis tías Danitza y Yesenia por todo su amor e inculcarme principios y valores que me han ayudado a cumplir mis objetivos.

**YANGUA SALAZAR MARÍA LOURDES DELMI**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecido infinitamente con Dios, porque a pesar de muchas trabas que me pone la vida, siempre extiende su mano para terminar con mis metas y seguir adelante en bien de la sociedad.

**ANTÓN FIESTAS CRISTIAN JIM CARLO**

## **AGRADECIMIENTO**

**A:**

Dios, por bendecirme con salud para lograr cumplir mis metas.

Mis padres por su todo su apoyo moral y económico que me permitieron realizarme profesionalmente.

Mi asesor, Ing. Juan Paul Henriquez Ulloa por haber permitido la culminación de esta investigación con su constante colaboración.

**YANGUA SALAZAR MARÍA LOURDES DELMI**

## RESUMEN

La presente investigación denominada “Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo Dv.Li-119: Centro Poblado de Ancush, provincia de Julcán, departamento de La Libertad” tuvo como objetivo principal determinar las propiedades físico mecánicas del suelo y de los materiales de préstamo de las canteras para lograr un óptimo diseño estructural de un pavimento flexible, dicho tramo es muy importante en este centro poblado ya que es considerada como una carretera de tercera clase debido al alto tránsito, en particular de combis rurales las cuales dirigen los pobladores a las localidades aledañas para abastecer las necesidades agrarias y educativas del sector.

Por lo antes mencionado y siguiendo las normas pertinentes establecidos por el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) se ha determinado las variables tales como el diseño estructural para lo cual se tuvo en cuenta el volumen de tráfico vehicular, función de la carretera, nivel de serviciabilidad, número estructural y características del suelo y la exploración de canteras para lo cual se realizó un estudio de canteras para determinar las características de las capas base y sub - base según el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013).

Para el diseño estructural se determinó un SN (Número estructural) de 1.88, un periodo de diseño (T) de 20 años, el Eje Equivalente de diseño (W18) es de 317,051.62 EE se redondeó dicho valor a 320,000.00 EE para tener un diseño conservador y se procedió a realizar un cálculo analítico mediante la ecuación AASHTO-93 arrojando así un espesor de capa de rodadura de 2.5 cm, un espesor de la carpeta base de 20 cm. y una carpeta sub base con espesor de 15 cm, obteniendo así un diseño económicamente viable.

## ABSTRACT

The investigation called "Evaluation of quarry Km 0+860 and Carabamba in the structural design of flexible pavement of stretch of road DF -Li 119, population center of Ancush, province of Julcán, department of La Libertad" the main objective was determination soil's physical-mechanical characteristics and loan materials of quarries in order to achieve an optimal structural design of a flexible pavement, said traffic is very important in this populated center, since it is determined as a third-class highway due to high traffic, particularly rural combustion, which is directed by the residents to the surrounding towns. to supply the agricultural and educational needs of the sector.

For the aforementioned and following the corresponding regulations established by the MTC (Ministry of Transport and Communications), variables such as the structural design for which the volume of vehicular traffic, function of the road, level of serviceability, structural number and characteristics of the soil and the exploration of quarries, for which a study of quarries was carried out to determine the characteristics of the base and sub-base layers according to the Manual of General Technical Specifications for Construction (EG-2013).

For the structural design a SN (Structural Number) of 1.88 was determined, a design period (T) of 20 years, the Design Equivalent Axis (W18) is 317,051.62 EE, this value was rounded to 320,000.00 EE to have a conservative design. and an analytical calculation was carried out using the AASHTO-93 equation, thus yielding a thickness of the rolling layer of 2.5 cm, a thickness of the base folder of 20 cm. and a sub-base folder with a thickness of 15 cm, thus obtaining an economically viable design.



# INDICE

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....                                 | 1  |
| 1.1. Problema de Investigación .....                           | 1  |
| 1.1.1. Formulación del problema: .....                         | 4  |
| 1.2. Objetivos.....  | 4  |
| 1.2.1. Objetivo General .....                                  | 4  |
| 1.2.2. Objetivos específicos: .....                            | 4  |
| 1.3. Justificación de la investigación.....                    | 4  |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....                                 | 5  |
| 2.1. Antecedentes de la investigación:.....                    | 5  |
| 2.1.1. Antecedentes Locales.....                               | 5  |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales.....                            | 6  |
| 2.1.3. Antecedentes internacionales.....                       | 7  |
| 2.2. Marco Teórico: .....                                      | 8  |
| 2.2.1. El pavimento.....                                       | 8  |
| 2.2.2. Clasificación de pavimentos.....                        | 9  |
| 2.2.3. Funciones de un pavimento. ....                         | 9  |
| 2.2.4. Diseño de un pavimento. ....                            | 9  |
| 2.2.5. Factores que influyen en el diseño de un pavimento..... | 10 |
| 2.2.6. Exploración de sub - rasantes.....                      | 11 |
| 2.2.7. Exploración de canteras .....                           | 12 |
| 2.2.8. Características de la capa Sub – base. ....             | 13 |
| 2.2.9. Características de la capa base. ....                   | 14 |
| 2.2.10. Método AASHTO para diseño de pavimentos.....           | 15 |
| 2.2.11. Diseño estructural del pavimento. ....                 | 17 |
| 2.3. Marco Conceptual.....                                     | 19 |
| 2.4. Sistema de Hipótesis.....                                 | 21 |
| 2.4.1. Variable dependiente: .....                             | 21 |
| 2.4.2. Variable Independiente:.....                            | 21 |
| 2.4.3. Operacionalización de variables.....                    | 22 |
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....             | 24 |
| 3.1. Tipo y nivel de investigación: .....                      | 24 |
| Línea de investigación: .....                                  | 24 |
| 3.2. Población y muestra de estudio.....                       | 24 |
| 3.3. Diseño de Investigación.....                              | 24 |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.4. Técnicas e instrumentos de investigación..... | 24        |
| 3.5. Procesamiento y análisis de datos.....        | 25        |
| <b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....</b>                | <b>26</b> |
| 4.1. Análisis e interpretación de Datos.....       | 26        |
| 4.1.1. Ubicación de la Zona de Estudio.....        | 26        |
| 4.1.2. Estudios de caracterización de suelos.....  | 30        |
| 4.1.3. Estudio de canteras.....                    | 35        |
| 4.1.4. Estudio de tráfico vehicular.....           | 40        |
| 4.1.5. Diseño de pavimento flexible.....           | 46        |
| 4.1.6. Espesores del pavimento.....                | 51        |
| <b>V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>         | <b>54</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>                            | <b>66</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                 | <b>68</b> |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Cantidad de calicatas .....  | 11 |
| Tabla 2: Cantidad de ensayos CBR .....  | 12 |
| Tabla 3: Requerimiento para carpeta sub base .....                                    | 13 |
| Tabla 4: Requerimiento para carpeta base material grueso .....                        | 14 |
| Tabla 5: Requerimiento para carpeta base material fino .....                          | 15 |
| Tabla 6: Niveles de confiabilidad .....   | 16 |
| Tabla 7: Cuadro de operación de variables.....  | 22 |
| Tabla 8: Cuadro de técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....              | 24 |
| Tabla 9: Cuadro de técnicas para recolección de datos.....                            | 25 |
| Tabla 10: Especificaciones de calicatas según tipo de carretera. ....                 | 30 |
| Tabla 11: Ensayos de laboratorio para Sub Rasante.....                                | 32 |
| Tabla 12: Características físico mecánicas de la Sub Rasante. ....                    | 34 |
| Tabla 13: Ensayos de laboratorio para Sub Base. ....                                  | 37 |
| Tabla 14: Ensayos de laboratorio para Base. ....                                      | 37 |
| Tabla 15: Resultados de capa Sub Base Cantera km +860. ....                           | 39 |
| Tabla 16: Resultados de capa Base Cantera Carabamba. ....                             | 39 |
| Tabla 17: Conteo Vehicular Total.....   | 41 |
| Tabla 18: Tráfico proyectado 2020-2030 .....  | 43 |
| Tabla 19: Tráfico proyectado 2031-2040 .....  | 44 |
| Tabla 20: Datos preliminares para el cálculo de ejes equivalentes. ....               | 45 |
| Tabla 21: Cálculo de ESAL.....  | 45 |
| Tabla 22: Tipo de tráfico.....  | 46 |
| Tabla 23: Nivel de confianza y Desviación estándar.....                               | 47 |
| Tabla 24: Nivel de servicialidad.....   | 47 |
| Tabla 25: Cuadro resumen de CBR. ....   | 48 |
| Tabla 26: Método analítico del número estructural.....                                | 49 |
| Tabla 27: Coeficientes estructurales. ....  | 52 |
| Tabla 28: Coeficiente de drenaje. ....  | 52 |
| Tabla 29: Alternativa de espesores para un pavimento flexible. ....                   | 53 |
| Tabla 30: Tráfico vehicular base y tráfico proyectado total. ....                     | 55 |
| Tabla 31: Parámetros para carpeta sub base ensayados en laboratorio.....              | 56 |
| Tabla 32: Parámetros para carpeta base ensayados en laboratorio .....                 | 57 |
| Tabla 33: Espesores para un Pavimento Flexible .....                                  | 58 |
| Tabla 34: Valores de CBR. ....  | 60 |
| Tabla 35: Cuadro comparativo de carpeta base y sub base de las canteras analizadas. . | 62 |
| Tabla 36: Variables de diseño de pavimento flexible. ....                             | 64 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Estado Actual de la Vía.....                                    | 3  |
| Figura 2: Tipos de pavimento. ....  | 9  |
| Figura 3: Gráfica de diseño para pavimento flexible. ....                 | 18 |
| Figura 4: Plano de Ubicación.....   | 26 |
| Figura 5: Estado actual de la vía.....                                    | 27 |
| Figura 6: Estado de la trocha carrozable. ....                            | 28 |
| Figura 7: Plano de la Ubicación de la vía.....                            | 29 |
| Figura 8: Excavación de pozos explorativos. ....                          | 30 |
| Figura 9: Ubicación de Calicatas. ....                                    | 31 |
| Figura 10: Ensayos de caracterización en laboratorio.....                 | 33 |
| Figura 11: Cantera Km 0+ 860. ....  | 35 |
| Figura 12 : Cantera Carabamba.....  | 36 |
| Figura 13: Ubicación geográfica de las canteras Km0+860 y Carabamba. .... | 36 |
| Figura 14: Ubicación de estación de conteo vehicular.....                 | 40 |
| Figura 15: Nomograma guía AASHTO - 93.....                                | 50 |
| Figura 16: Ecuación AASHTO 93 programa.....                               | 51 |
| Figura 17: Distribución de vehículos.....                                 | 54 |
| Figura 18:Estructuras de un micropavimento.....                           | 59 |
| Figura 19: Total de vehículos. ....                                       | 61 |
| Figura 20:Espesores para el pavimento flexible diseñado. ....             | 64 |

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Problema de Investigación**

En la actualidad, la infraestructura vial genera cada vez más preocupación debido al crecimiento poblacional y vehicular, por lo que se necesita una solución urgente. El pavimento constituye una estructura primordial para el desarrollo económico de una ciudad, con mayor razón si es una zona altamente productiva en ganadería, comercio, agricultura o turismo ya que permite el acceso a las diferentes ciudades de un país acelerando así el intercambio económico beneficiando a los habitantes con empleo, y desarrollo social.

En América Latina se presenta un problema muy preocupante debido a que poco menos del 18% de la red vial total estaba pavimentada en 2015; esto equivale en términos de área de tierra a 3 km por cada 100 km<sup>2</sup>, eso se plasma en la puntuación alcanzada en la última encuesta del World Economic Forum (WEF) 2017/2018 que fue de 3,6 siendo 1 extremadamente pobre y 7 extremadamente buena. También, la flota total de vehículos en términos de su población creció más de 59% para 2007-2015, es decir, alrededor de 6% por año, llegando a 322 vehículos cada 1000 habitantes. (Chauvet & Albertone, 2018).

En el Perú muchos de los accesos a los pueblos y carreteras principales no se encuentran pavimentadas, siendo precisos solo el 66,9% equivalente a 7,037.7 kilómetros de carreteras de toda la red vial nacional, se encuentra pavimentado; solo el 10,1% de las vías de acceso a los departamentos y localidades está pavimentado, es decir, 946 kilómetros, con lo que la brecha en infraestructura vial en esta parte del país sigue siendo muy grande. Con respecto a la red vial vecinal o rural, solo el 1% se encuentra pavimentado (448.2 kilómetros) según el centro de investigación empresarial (CIE) de PERUCÁMARAS.

Del total de carreteras no pavimentadas, el 54,2% se encuentra afirmado, el 28,9% sin afirmar y el 16,9% es trocha. La Libertad es una de las regiones con menor porcentajes de pavimentación, siendo solo un 5%.

La calidad de sus vías de comunicación tanto principales como secundarias se encuentran en déficit, debido a que solo 1824.8 km de la red vial departamental se encuentran pavimentadas y solo el 2.7% de toda la red vial rural del departamento se encuentran pavimentadas siendo un total de 5666.8km. (PERUCAMARAS)

Dentro del departamento se encuentra la provincia de Julcán la cual se caracteriza por su agricultura, ganadería y el comercio prolifero, la provincia de Julcán posee localidades aledañas que benefician a dichos comercios y ayudan al progreso de la provincia, una de estas localidades de Áncush. Dicha localidad posee un camino vecinal que lleva el nombre de LI 119 – José Faustino Sánchez Carrión, dicho camino se encuentra en una situación crítica con el material granular de su trocha carrozable perdida y en épocas de precipitaciones se generan problemas de acceso a la localidad debido a que la escorrentía de agua genera desestabilización del suelo resultando en un deterioro constante de dicha carretera imposibilitando el comercio exterior de dicha localidad y la comunicación con sus alrededores.

Además, otra causa alarmante que impide el acceso del comercio exterior por dicha trocha carrozable es el virus COVID-19 que ha ido dejando en la actualidad 16 infectados, si bien son pocos los contagios que se han dado debido a los refuerzos del personal de la Red de Julcán, PNP y las rondas campesinas que han servido para redoblar los esfuerzos con las medidas de seguridad sanitaria e impedir el paso de la población por esta carretera. Sin embargo, la necesidad de los pobladores de reactivar el comercio es de suma importancia para eliminar la pobreza que ha ido dejando esta pandemia. (MINSA,2020).

Debido a estos problemas mencionados y falta de estudios de la calidad de materiales que tienen las canteras de la zona se propone dar una solución a las necesidades de los pobladores mediante la elaboración de un diseño estructural con datos referenciales. Con este presente proyecto se plantea investigar la calidad de los materiales de las probables zonas de las canteras para poder analizar las propiedades

físicas y mecánicas y con ello realizar un óptimo diseño estructural de la zona de estudio carretera tramo dv.li-119: centro poblado de Ancush, provincia de Julcán, departamento de La Libertad.

### **Zona de estudio**

La carretera “TRAMO DV.LI-119” se encuentra ubicada en el centro poblado de Ancush, provincia de Julcán, departamento de La Libertad.

Departamento: La Libertad

Provincia: Julcán

Distrito: Julcán

Sector: Centro poblado de Ancush

### **Estado actual de la vía**

La vía se encuentra a nivel de trocha carrozable, como se muestra se encuentra en un estado deplorable a la actualidad de dicha vía. Figura N°1.



*Figura 1: Estado Actual de la Vía.*

### **1.1.1. Formulación del problema:**

¿De qué manera las propiedades físico mecánicas del suelo y de los materiales de préstamo de las canteras Km. 0+860 y Carabamba influyen en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera del tramo LI 119 – José Faustino Sánchez Carrión, Ancush, provincia de Julcán, departamento de La Libertad?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar las propiedades físico mecánicas del suelo y de los materiales de préstamo de las canteras Km. 0+860 y Carabamba en el diseño estructural de un pavimento flexible de la carretera del tramo LI 119 – José Faustino Sánchez Carrión, Ancush, provincia de Julcán, departamento de La Libertad.

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

- Realizar el estudio de mecánica de la zona a estudiar.
- Determinar las propiedades físico mecánicas de los materiales producidos por las canteras de abastecimiento en la zona de estudio.
- Determinar la carga vehicular aplicando el método de conteo.
- Diseñar la estructura del pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93.

## **1.3. Justificación de la investigación**

La presente investigación tiene un carácter tecnológico, ya que la calidad de materiales a utilizar será de gran ayuda para el mejoramiento de la carretera Ancush, permitiendo una transitabilidad de transporte de carga y de pasajeros.

La investigación que se presenta tiene un ámbito académico debido a que se plasma los diferentes conocimientos obtenidos durante la carrera y



las experiencias que se obtuvieron en el proceso de esta; combinando el conocimiento obtenido y las normas existentes, permitiendo dar a conocer los diferentes caracteres del material estudiado y una solución en beneficio de la sociedad. También presenta un carácter económico, debido a que se buscará reducir costos utilizando agregados de las canteras cercanas.

En el ámbito social la presente investigación permitirá poder brindar seguridad para la población en los tiempos de COVI-19 minimizando los tiempos de recorrido ya que mejorará la transitabilidad de vehículos teniendo en cuenta los protocolos de seguridad; asimismo, se tendrá un mayor flujo de las mercancías sin aglomeraciones entre transportistas; logrando reactivar la economía de los pobladores que se viene dando en la actualidad por la epidemia y brindar los suministros necesarios con los cuales generan sus principales fuentes de ingresos.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación:**

#### **2.1.1. Antecedentes Locales**

- ***Autor: Susan Gómez Vallejos - 2014***

**“Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo - La Libertad”.**

Este proyecto de investigación tiene como objetivo determinar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo – La Libertad y tiene como conclusión indicar el diseño del pavimento flexible con 10 cm de espesor para la carpeta asfáltica, 35 cm de espesor para la base hidráulica y 30 cm de espesor para sub-base. Por lo tanto, el antecedente aporta datos fundamentales para criterios de diseño de un pavimento y metodologías a seguir para su adecuado diseño.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales.

- ***Autores: Peter Cabrera Calderón y Virgilio Wagner Neptali – 2018.***

**“Diseño de Pavimento Flexible Tramo KM 5+257 al km 3+560 Centro Poblado el Higo Distrito Pimentel - San José, Provincia de Chiclayo – Lambayeque 2019”.**

Tuvo como objetivo elaborar el diseño del pavimento flexible de la Carretera del Centro Poblado el Higo del km 5+257 al km 3+560 para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de los Distrito Pimentel – San José, Provincia Chiclayo – Lambayeque”.

Propusieron elaborar el diseño del pavimento flexible de la carretera del centro poblado el Higo del km 5+257 al km 3+560 para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de los Distrito Pimentel – San José, Provincia Chiclayo – Lambayeque.

Dicha tesis concluyó con un diseño de pavimento flexible con 6.25 cm de espesor para el concreto asfáltico, 15 cm de espesor para la base granular, 15 cm de espesor para la sub-base y 30 cm de OVER, también realizaron un estudio económico del proyecto, reduciendo costos en maquinaria y mano de obra. Por lo tanto, este antecedente aporta datos a considerar en el aspecto metodológico y económico.

- ***Autores: Pacifico Torres Briones y Deyvi Pérez Burgos - 2017***

**“Diseño de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en el AA. HH Ampliación Túpac Amaru, distrito de Chiclayo, provincia Chiclayo, región Lambayeque”**

Dichos autores propusieron elaborar el diseño del pavimento flexible con el objetivo de mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del AA.HH. Ampliación Túpac Amaru. Este estudio concluyó en un diseño de pavimento flexible con 7.5 cm de espesor para la carpeta asfáltica, 15 cm de espesor para la base granular, 20

cm de espesor para la sub-base granular y un mejoramiento de sub-rasante de 20 cm. También muestra un análisis de costos para llevar a cabo el proyecto. Por lo tanto, este antecedente aporta la metodología a seguir para el diseño estructural de un pavimento flexible, hasta sus precios.

### **2.1.3. Antecedentes internacionales.**

- ***Autores: María Salamanca Niño y Santiago Arturo Zuluaga Bautista – 2014.***

**“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 las abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del Cesar, Bogotá”**

Este proyecto de investigación tiene como objetivo diseñar las estructuras de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS para medios y altos volúmenes de tránsito, AASHTO 93 e INSTITUTO DEL ASFALTO para la vía La Ye - Santa Lucia – Barranca Lebrija. En dicho estudio, se concluyó que las estructuras de pavimento por el método de la AASHTO 93 cumplen con el criterio general pero no la protección por capas y el método INVIAS no cumplen con el criterio de falla por fisuramiento, por lo que se decidió utilizar el método del Instituto del Asfalto la cual está en la capacidad de soportar las solicitudes generadas por un tráfico esperado de 0.51 millones de ejes equivalentes de 8.2 ton. Por lo tanto, dicho antecedente aporta datos de un diseño de pavimento flexible importante para definir la metodología de diseño de la estructura.

- ***Autor: Javier, Suarez López – 2017***

**“Diseño de la estructura de un pavimento flexible por medio de la implementación del método aashto-93, para la ampliación del**

## **costado occidental de la autopista norte desde la calle 245 (El Buda) hasta la caro”**

En la presente investigación tiene como objetivo diseñar la estructura de pavimento flexible mediante la aplicación del Método AASHTO 93. Dicho estudio concluyó en un diseño de pavimento flexible conformado por una capa de concreto asfáltico de 12 cm, una capa de base granular de 43 cm y una capa de sub-base granular de 45 cm. Además, también se trabajó con un periodo de diseño de 10 años y encontró una sollicitación de carga cuantificada en ejes equivalentes de 8.2 Ton. Por lo tanto, el antecedente aporta datos y metodologías fundamentales para el diseño de un pavimento flexible.

### **2.2. Marco Teórico:**

#### **2.2.1. El pavimento.**

El pavimento es una estructura compuesta por diferentes capas consecutivas apoyada sobre la capa subrasante, toda esta estructura debe soportar las cargas consecutivas resultantes del tránsito durante el periodo para el cual fue diseñado dicho pavimento. (Montejo Fonseca , 2002).

- **Características del pavimento.**

(Montejo Fonseca , 2002) afirma que el pavimento debe ser:

- Resistente frente a cargas resultantes del tránsito como también a los diferentes cambios climáticos y de velocidades para los cuales fue diseñado en el periodo previsto del diseño.
- Debe presentar rugosidades en sus ejes transversales y longitudinales para facilitar la comodidad del usuario de la vía, a su vez económico y durable.

### 2.2.2. Clasificación de pavimentos.

Existentes tres tipos de pavimentos tal y como se describe en la Figura N°2.

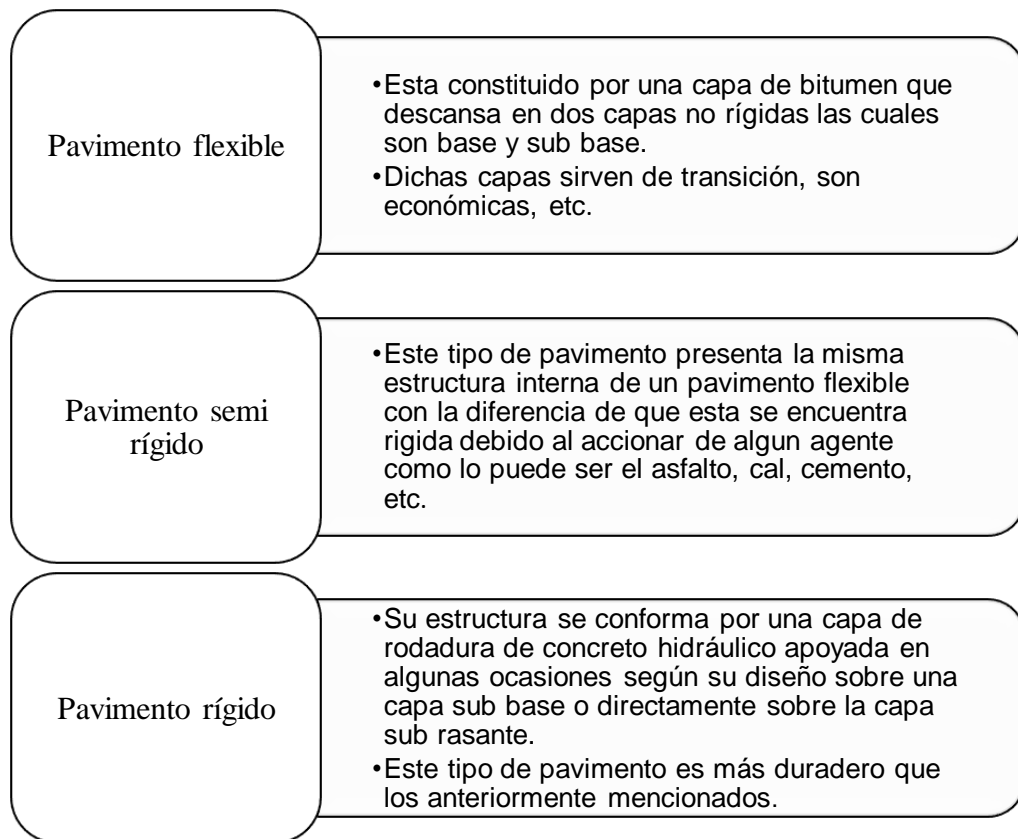


Figura 2: Tipos de pavimento.

### 2.2.3. Funciones de un pavimento.

Sus principales funciones de un pavimento son el proporcionar un nivel de circulación optima y segura para el usuario, tener en cuenta que sin importar el tipo de clima la vía de acceso debe proporcionar una circulación constante de los vehículos. Una función vital del diseño de un pavimento también debe ser el de guardar una estética con el medio ambiente, reduciendo presencia de polvo y limitar la contaminación sonora.

### 2.2.4. Diseño de un pavimento.

El diseño de un pavimento se basa en el análisis de los diferentes componentes desde la carpeta de rodadura, base, sub base y subrasante; de la misma forma también se tienen en cuenta los aspectos ambientales, tráfico y condiciones de mantenimiento y servicialidad. (Acurio, 2017).

- **Etapas del diseño de un pavimento.**

Según (Acurio, 2017) las etapas de un diseño de pavimento son las siguientes: Realizar un estudio de la capa sub rasante para poder definir el tipo de rodadura y componentes del pavimento, realizar un estudio de tráfico, seleccionar los materiales para cada capa, determinar el tiempo útil del pavimento, diseñar los espesores para cada capa y el tipo de pavimento a diseñar.

#### **2.2.5. Factores que influyen en el diseño de un pavimento**

Los factores descritos a continuación son contundentes a la hora de diseñar un pavimento debido a que influyen en los diferentes espesores del pavimento y el tipo a diseñar. Dichos factores son: (Montejo Fonseca , 2002).

- **El tránsito**

Influyen en el dimensionamiento del pavimento debido a las cargas por eje de cada vehículo que circula por dicha vía.

- **El clima**

Los climas más comunes en nuestro país son las lluvias y los cambios abruptos de temperatura, siendo las lluvias un influyente en la resistencia del pavimento y cambios en la subrasante; mientras que los cambios de temperatura permiten las variaciones en los esfuerzos de la losa del pavimento rígido.

- **La sub – rasante**

Del tipo de sub - rasante que se encuentre en el campo es que dependerá el espesor del pavimento y el tipo que se vaya a ejecutar; el tipo de sub - rasante es medido en base al ensayo de

CBR, también se debe conocer la sensibilidad de la subrasante frente a la humedad, variaciones de volumen ya sea hinchamiento o retracción.

### 2.2.6. Exploración de sub - rasantes

Con el objetivo de reconocer las características físico - mecánicas de la sub - rasante se debe realizar pozos explorativos o también denominados calicatas las cuales deberán de poseer una profundidad mínima de 1.5 metros (ICG, 2015). El Manual de carreteras del MTC nos indican lo descrito en la tabla N°1.

Tabla 1:  
*Cantidad de calicatas*

| <b>TIPO DE CARRETERA</b>  | <b>PROFUNDIDAD</b> | <b>NÚMERO DE CALICATAS</b> |
|---|--------------------|----------------------------|
| Carretera de tercera clase con un IMDA entre 400 - 201 veh./día | 1.50 m             | 2 calicatas por kilómetro  |

Fuente: Tomado como base lo descrito por el MTC en su libro Manual de carreteras.

De la misma forma el MTC detalla los diferentes ensayos a realizar, los cuales son (ICG, 2015):

- Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107, ASTM D-422.
- Límite líquido MTC E 110, ASTM D-4318.
- Límite Plástico MTC E 111, ASTM D-4318.
- Contenido de humedad MTC E 108, ASTM D-2216.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487.
- Clasificación AASHTO M-145.
- California Bearing Ratio MTC E 132, ASTM D-1883.

- Proctor modificado MTC E 115, ASTM D-1557.

En cuanto a la cantidad de ensayos de CBR a realizar el MTC nos indica lo descrito en la siguiente tabla N°2:

Tabla 2:  
*Cantidad de ensayos CBR*

| <b>TIPO DE CARRETERA</b>                                       | <b>N° de CBR</b>           |
|--|----------------------------|
| Carretera de tercera clase con un IMDA entre 400 - 201 veh/día | Cada 2 km un ensayo de CBR |

Fuente: Tomado como base lo descrito por el MTC en su libro Manual de carreteras.

### **2.2.7. Exploración de canteras**

Un estudio de canteras se usa para conocer si los materiales que son utilizados en los diferentes usos como base, sub - base, rellenos, diferentes agregados bituminosos, entre otros. (ICG, 2015).

Las diferentes canteras serán evaluadas en base a la calidad de sus agregados y a la cantidad que posee de estos; con respecto a la calidad estos serán evaluados en laboratorio, el tipo de muestreo que se realizará en las canteras será regida por la norma MTC E 101 la cual nos indica que se deberá realizar 5 muestreos dentro de un área de una hectárea.

- **Ensayos de laboratorio**

Los ensayos de laboratorio a realizar en una exploración de cantera para el objetivo de esta tesis deberán ser los siguientes: (ICG, 2015).

- Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107, ASTM D-422.
- Material que pasa la malla N°200 MTC E 202, ASTM C-117.
- Límite líquido MTC E 110, ASTM D-4318.



- Límite Plástico MTC E 111, ASTM D-4318.
- Contenido de humedad MTC E 108, ASTM D-2216.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487.
- Clasificación AASHTO M-145, ASTM D-3282.
- Contenido de sales solubles totales MTC E 219.
- Materia Orgánica en arena MTC E 213, ASTM C-140.
- Partículas chatas y alargadas ASTM D-4791.
- Porcentaje de caras de fractura MTC E 210, ASTM D-5821.
- California Bearing Ratio (CBR) MTC E 132, ASTM D-1883.
- Proctor modificado MTC E 115, ASTM D-1557.
- Ensayo de abrasión de los ángeles MTC E 207, ASTM C-131.
- Equivalente de arenas MTC E 114, ASTM D-2419.

### 2.2.8. Características de la capa Sub – base.

Según el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) específica unos requerimientos máximos y mínimos para la carpeta sub - base, dichos requerimientos son descritos en la tabla N°03.

Tabla 3:  
*Requerimiento para carpeta sub base*

| ENSAYOS                 | NORMAS    | REQUERIMIENTO  |                |
|-------------------------|-----------|----------------|----------------|
|                         |           | < 3000<br>msnm | ≥ 3000<br>msnm |
| Abrasión Los<br>Ángeles | MTC E 207 | 50 %máx.       | 50 %<br>máx.   |
| CBR                     | MTC E 132 | 40 % mín.      | 40 % mín.      |

|                               |           |           |              |
|-------------------------------|-----------|-----------|--------------|
| Límite Líquido                | MTC E 110 | 25 %máx.  | 25 %<br>máx. |
| Índice de plasticidad         | MTC E 111 | 6% máx.   | 4% máx.      |
| Equivalente de arena          | MTC E 114 | 25 % mín. | 35 %<br>máx. |
| Sales solubles                | MTC E 219 | 1% máx.   | 1% máx.      |
| Partículas Chatas y alargadas | D 4791    | 20% máx.  | 20% máx.     |

Fuente: Según Manual de (EG- 2013).

### 2.2.9. Características de la capa base.

Según el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) especifica unos requerimientos máximos y mínimos para la carpeta base cuanto a su material grueso (retenido en la malla N°4), dichos requerimientos son descritos en la tabla N°04.

Tabla 4:  
*Requerimiento para carpeta base material grueso*

| ENSAYOS                              | NORMAS    | REQUERIMIENTO  |                |
|--------------------------------------|-----------|----------------|----------------|
|                                      |           | < 3000<br>msnm | ≥ 3000<br>msnm |
| Partículas con una cara fracturada   | MTC E 210 | 80 % mín.      | 80 % mín.      |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | 40 % mín.      | 50 % mín.      |
| Abrasión de los ángeles              | MTC E 207 | 40 %máx.       | 40 %máx.       |
| Partículas Chatas y alargadas        | D 4791    | 15% máx.       | 15% máx.       |
| Sales solubles totales               | MTC E 219 | 0.5 % mín.     | 0.5 % máx.     |
| Durabilidad al sulfato de magnesio   | MTC E 209 | -              | 18% máx.       |

Fuente: Según Manual de (EG- 2013).

El Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) nos especifica determinados requerimientos para el material pasante de la malla N°4 (material fino), dichos requerimientos se describen en la tabla N°05.

Tabla 5:  
*Requerimiento para carpeta base material fino*

| ENSAYOS                            | NORMAS    | REQUERIMIENTO  |                |
|------------------------------------|-----------|----------------|----------------|
|                                    |           | < 3000<br>msnm | ≥ 3000<br>msnm |
| Índice de plasticidad              | MTC E 111 | 4% máx.        | 2% mín.        |
| Equivalente de arena               | MTC E 114 | 35 % mín.      | 45 % mín.      |
| Sales solubles                     | MTC E 219 | 0.5% máx.      | 0.5% máx.      |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E 209 | -              | 15%            |

Fuente: Según Manual de (EG- 2013).

#### 2.2.10. Método AASHTO para diseño de pavimentos

Las variables para el diseño de un pavimento son:

- **Periodo de diseño:**

Conocido dicho termino como el tiempo para el cual es diseñado un pavimento antes de su respectiva rehabilitación. (Fonseca, 2001).

- **El tránsito:**

Hace referencia al número de ejes equivalentes W18, valor que toma la variable N; todo dato es obtenido de un estudio de tráfico. (Fonseca, 2001).

- **Confiabilidad:**

Se obtiene en base a un análisis de comportamiento de un pavimento, toma la variable R y brinda la confianza de que el pavimento resistirá las cargas para las cuales fue diseñada en el

periodo establecido. Dichos parámetros se estipulan según la norma AASHTO en la tabla N°6. (Fonseca, 2001).

Tabla 6:  
*Niveles de confiabilidad*

| <b>NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDOS PARA DIFERENTES CARRETERAS</b> |                        |           |
|--|------------------------|-----------|
| Tipo de carretera  | Nivel de confiabilidad |           |
|  | Urbana                 | Rural     |
| Autopistas interestatales  | 85 - 99.9              | 80 - 99.9 |
| Autopistas principales   | 80 – 99                | 75 – 95   |
| Colectoras de tránsito   | 80 – 95                | 75 – 95   |
| Carreteras Locales   | 50 – 80                | 50 – 80   |

Fuente: Según manual AASHTO ROAD TEST.

- **Servicialidad:**

Es el índice que mide la servicialidad del pavimento a utilizar, dichos valores varían desde 0 (imposible de transitar) hasta 5 (perfecto); para medir dicho índice se evalúa a través de la siguiente fórmula: (Fonseca, 2001).

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

Donde:

$\Delta PSI$ : Índice de servicio presente.

$P_0$ : Índice de servicio inicial.

$P_t$ : Índice de servicio final.

Las propiedades de los materiales también influyen en el diseño estructural de un pavimento por ello se presentan las siguientes características.

- **Módulo resiliente de la sub - rasante.**

Este dato es obtenido mediante un ensayo de campo y una relación entre el Módulo de resiliencia que se obtiene en campo y en ensayo de CBR en laboratorio para la misma densidad dada; dicha relación es la siguiente:

$$Mr \text{ (psi)} = 1500 \text{ CBR}$$

- **Caracterización de los materiales**

Se debe seguir lo descrito en el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) con el fin de conocer el número estructural del pavimento.

### 2.2.11. Diseño estructural del pavimento.

La fórmula para utilizar según lo descrito por el manual de la norma AASHTO es la siguiente:

$$\text{Log } W_{18} = ZR \times S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 \left( \frac{1.094}{(SN + 1)^{3.19}} \right)} + 2.32 \text{ Log } M_R - 8.0$$

Donde:

$W_{18}$  = Ejes equivalentes de 8.2 ton.

$ZR$  = Desviación estándar normal.

$S_0$  = Error de las combinaciones de la predicción de tránsito y comportamiento.

$\Delta PSI$  = Diferencia entre los índices de servicialidad inicial y final.

$M_R$  = Modulo resiliente.

$SN$  = Número estructural.

- **Determinación del número estructural**

Para realizar la obtención del número estructural se deberán seguir los siguientes pasos: (Fonseca, 2001).

1. Obtener la cantidad de vehículos que pasa por la carretera a diseñar; en resumen, obtener el tránsito estimado (W18).
2. Obtener el nivel de confiabilidad (R).
3. Conocer la desviación estándar (S0).
4. Obtener el módulo resiliente a partir de los ensayos de laboratorio realizados (MR).
5. Conocer la pérdida del nivel de servicio ( $\Delta$ PSI).
6. Determinar el número estructural a partir de la siguiente fórmula:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

Donde:

$a_i$ = Dependiente de las características de los materiales granulares, se le conoce como coeficiente estructural de la capa i.

$D_i$ = Espesor de la capa i.

$m_i$ = Coeficiente de drenaje.

Dichos procedimientos se plasman en la siguiente figura N°03.

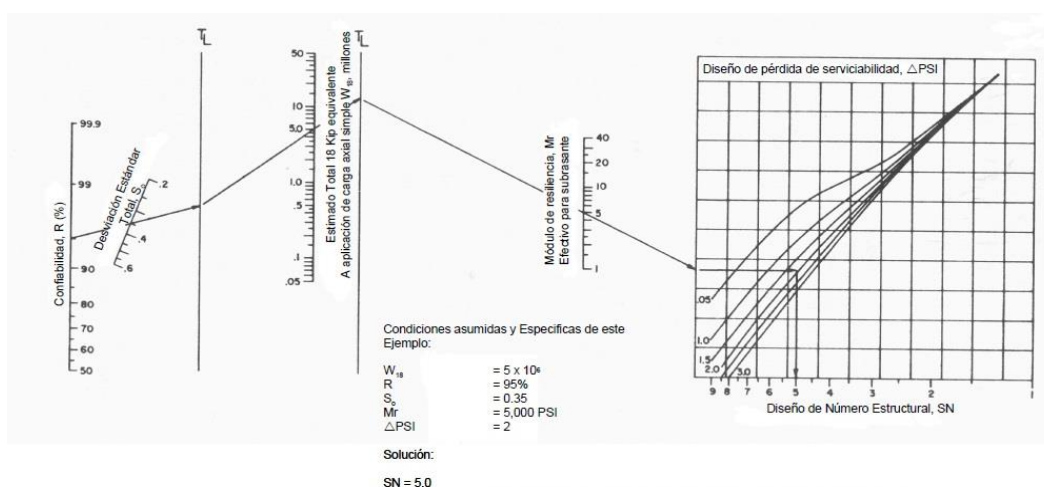


Figura 3: Gráfica de diseño para pavimento flexible.

El pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, que están relativamente horizontales, que se construyen técnicamente con materiales apropiados y compactados. Esta estructura se apoya sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exportación y que resiste adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual esta fue diseñada. (Fonseca, 2002).

### 2.3. Marco Conceptual

De acuerdo con El “Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial”, se tienen las siguientes definiciones:

- **Abrasión:** Desgaste mecánico de agregados y rocas resultante de la fricción y/o impacto.
- **Afirmado:** Capa compactada de material granular natural o procesado, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito.
- **Agregado:** Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.
- **Análisis Granulométrico O Mecánico:** Procedimiento para determinar la **granulometría** de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.
- **Bache:** Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.
- **Base Granular:** Parte de la estructura del pavimento, constituida por una capa de material seleccionado que se coloca entre la subbase o subrasante y la capa de rodadura.
- **Bolonería:** Fragmento rocoso, usualmente redondeadas por el intemperismo o la abrasión, con una dimensión promedio de más de 12” (305mm).

- **Calicata:** Excavación que se realiza en el terreno que nos permite estudiar la estratigrafía del suelo a diferentes profundidades.
- **Camino:** Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.
- **Cantera:** Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.
- **Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **CBR (California Bearing Ratio):** Es un valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.
- **Coeficientes estructurales:** El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente que 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.
- **Cohesión:** La resistencia al corte de un suelo, a una tensión normal.
- **Compactación:** Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Portland.
- **Conglomerado:** Roca sedimentaria clástica, compuesta de cantos rodados cementados en una matriz fina que puede ser calcárea o silicosa.
- **Elasticidad:** Propiedad de un material que hace que retorne a su forma original después que la fuerza aplicada se mueve o cesa.
- **Módulo Resiliente:** Es la relación entre las sollicitaciones aplicadas y las deformaciones que se recuperan al suprimirse el estado tensional impuesto.



- **Napa Freática:** Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.
- **Sección Transversal:** Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que nombra y dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del derecho de Vía. Hay dos tipos de sección transversal: General y Especial.
- **Sub - base:** Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.
- **Subrasante:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.
- **Superficie De Rodadura:** Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico.

## 2.4. Sistema de Hipótesis

### 2.4.1. Variable Dependiente:

Diseño estructural del pavimento

Se mide: Número estructural (SN) y espesores del pavimento.

### 2.4.2. Variable Independiente:

Propiedades físico mecánicas del suelo y material de canteras.

Se mide: Factor de diseño.

### 2.4.3. Operacionalización de variables

Tabla 7:  
Cuadro de operación de variables.

| Variable                         | Dimensión   | Indicador                     | Unidad de Medida                               | Instrumento de investigación |                                   |
|----------------------------------|-------------|-------------------------------|--|------------------------------|-----------------------------------|
| Diseño estructural del pavimento | Dependiente | Estudio de mecánica de suelos | Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107 | mm                           | Laboratorio de mecánica de suelos |
|                                  |             |                               | Material que pasa la malla N°200 MTC E 202     | %                            |                                   |
|                                  |             |                               | Contenido de humedad MTC E 108                 | %                            |                                   |
|                                  |             |                               | Límites de consistencia MTC E 110 – 111        | adimensional                 |                                   |
|                                  |             |                               | Contenido de sales solubles totales MTC E 219  | %                            |                                   |
|                                  |             |                               | Partículas chatas y alargadas ASTM D-4791      | cm.                          |                                   |
|                                  |             |                               | California Bearing Ratio (CBR) MTC E 132       | %                            |                                   |
|                                  |             |                               | Proctor modificado MTC E 115                   | gr/cm <sup>2</sup>           |                                   |
|                                  |             |                               | Ensayo de abrasión de los ángeles MTC E 207    | mm.                          |                                   |

|                            |               |  |  |                               |                                |
|----------------------------|---------------|--|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Exploración<br>de canteras | Independiente | Transito<br>estimado ( $W_{18}$ )                    | Cantidad de vehículos y ejes<br>equivalentes   | und.                          | Conteo vehicular<br>en la zona |
|                            |               | Nivel de<br>confiabilidad<br>(R)                     | Según la función que desempeñe la<br>carretera   | %                             | Gabinete según<br>diseño       |
|                            |               | Desviación<br>estándar ( $S_0$ )                     | Error de las combinaciones de la<br>predicción de tránsito y<br>comportamiento   | %                             | Gabinete según<br>diseño       |
|                            |               | Módulo<br>Resiliente ( $M_R$ )                       | Modulo que indica las características<br>del suelo   | lb/plg <sup>2</sup>           | Laboratorio de<br>suelos       |
|                            |               | Perdida del<br>nivel de<br>servicio ( $\Delta PSI$ ) | Diferencia entre los índices de<br>servicialidad inicial y final.  | adimensional                  | Gabinete según<br>diseño       |
|                            |               | Numero<br>estructural                                | Es un coeficiente de diseño para<br>obtener los diferentes espesores de<br>las capas que conforman un<br>pavimento                         | adimensional                  | Gabinete según<br>diseño       |
|                            |               | Estudio de<br>canteras                               | Características de las capas base y<br>sub - base según el Manual de<br>Especificaciones Técnicas Generales<br>para Construcción (EG-2013) | mm<br>%<br>gr/cm <sup>2</sup> | Laboratorio de<br>suelos       |

Fuente: Elaboración Propia.

## CAPTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Tipo y nivel de investigación:

#### Nivel de investigación:

Investigación descriptiva.

#### Línea de investigación:

Transportes

### 3.2. Población y muestra de estudio

#### Población

Centro poblado Ancush.

#### Muestra

Carretera tramo dv.li-119.

#### Unidad de análisis

Pavimento de la carretera del tramo LI 119 – José Faustino Sánchez Carrión, Ancush.

### 3.3. Diseño de Investigación

Investigación orientada.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Tabla 8:

*Cuadro de técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

| <b>TECNICAS</b>                    | <b>INSTRUMENTOS</b>   | <b>USOS</b>   |
|------------------------------------|-----------------------|---|
| Interpretación de la documentación | Antecedentes          | Lograr interpretar los diferentes conceptos, procedimientos y formulas planteadas para lograr obtener comprender la información y plasmarla en el proyecto. |
|                                    | Libros                |   |
|                                    | Normas AASHTO         |   |
|                                    | Normas ASTM           |   |
|                                    | Normas MTC            |   |
|                                    | Artículos científicos |   |
|                                    | Revistas              |   |

|                  |                              |  |
|------------------|------------------------------|--|
| Codificación     | Rubricado de calicatas       | Poder lograr un control y precisión de la ubicación de cada calicata, así como el contenido de cada una. |
| Conteo Vehicular | Listado de tipos vehiculares | Poder clasificar los diferentes tipos de vehículos que transitan en la zona y sus ejes respectivos.      |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5. Procesamiento y análisis de datos

Tabla 9:  
*Cuadro de técnicas para recolección de datos*

| TÉCNICAS            | PROGRAMA        | USOS   |
|---------------------|-----------------|--|
|                     | Autocad         | Programa que permite realizar los planos en planta y cortes de los espesores que conforman el pavimento a diseñar                    |
|                     | Microsoft Word  | Programa que permite la realización de los informes y borradores a presentar   |
| Análisis de la data | Microsoft Excel | Programa que es fundamental en el procesamiento de los datos obtenidos y realización de cuadros.                                     |
|                     | Google earth    | Programa de geolocalización que permite obtener la ubicación exacta de la zona de estudio, calicatas realizadas y canteras cercanas. |

Fuente: Elaboración Propia.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de Datos

#### 4.1.1. Ubicación de la Zona de Estudio

La zona de estudio es la carretera “TRAMO DV.LI-119” que se encuentra ubicada en el centro poblado de Ancush, provincia de Julcán, departamento de La Libertad. Figura N°4.

|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| Departamento | La Libertad              |
| Provincia    | Julcán                   |
| Distrito     | Julcán                   |
| Sector       | Centro poblado de Ancush |

A continuación, se muestra la ubicación geográfica de la zona de estudio.

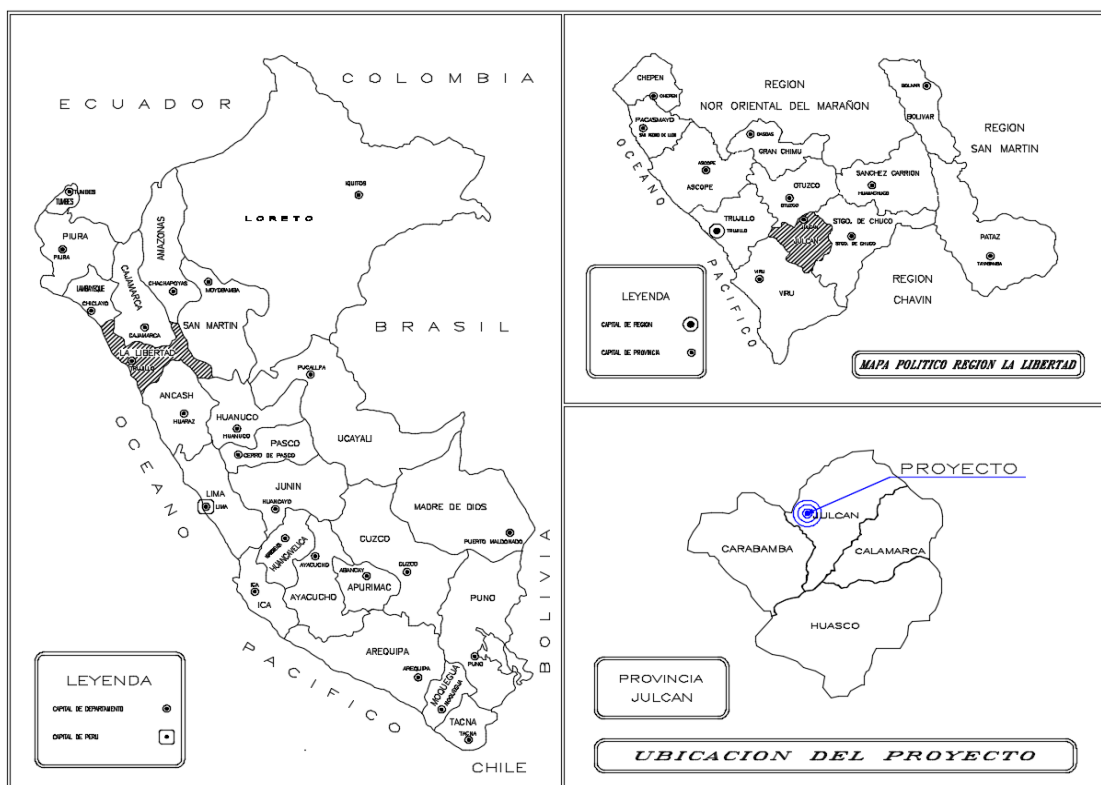


Figura 4: Plano de Ubicación.

### **Coordenadas**

El tramo de la carretera DV.LI-119 inicia en las coordenadas N 9105670.0163, E 771630.903 y finaliza en las coordenadas N 9102615.024, E 774982.807 contemplando una extensión de 8 km de largo.

### **Altitud Del Sector**

El centro poblado de Ancush presenta una región natural Suni y una altitud de 3650 m.s.n.m. (INEI, 2017).

### **Clima Del Sector**

El clima del centro poblado de Ancush es frío y seco, con una vegetación predominante de arbustos. En épocas del fenómeno del niño el clima varía demasiado en cuanto a la variabilidad pluvial, intensificando ello y a su vez generando pérdida de cultivos y zonas vegetales.(INEI, 2017).

### **Estado actual de la vía**

La vía se encuentra a nivel de trocha carrozable, evidenciándose el estado deplorable a la actualidad de dicha vía. Figura N°5 y N°6.



*Figura 5: Estado actual de la vía.*



*Figura 6:* Estado de la trocha carrozable.



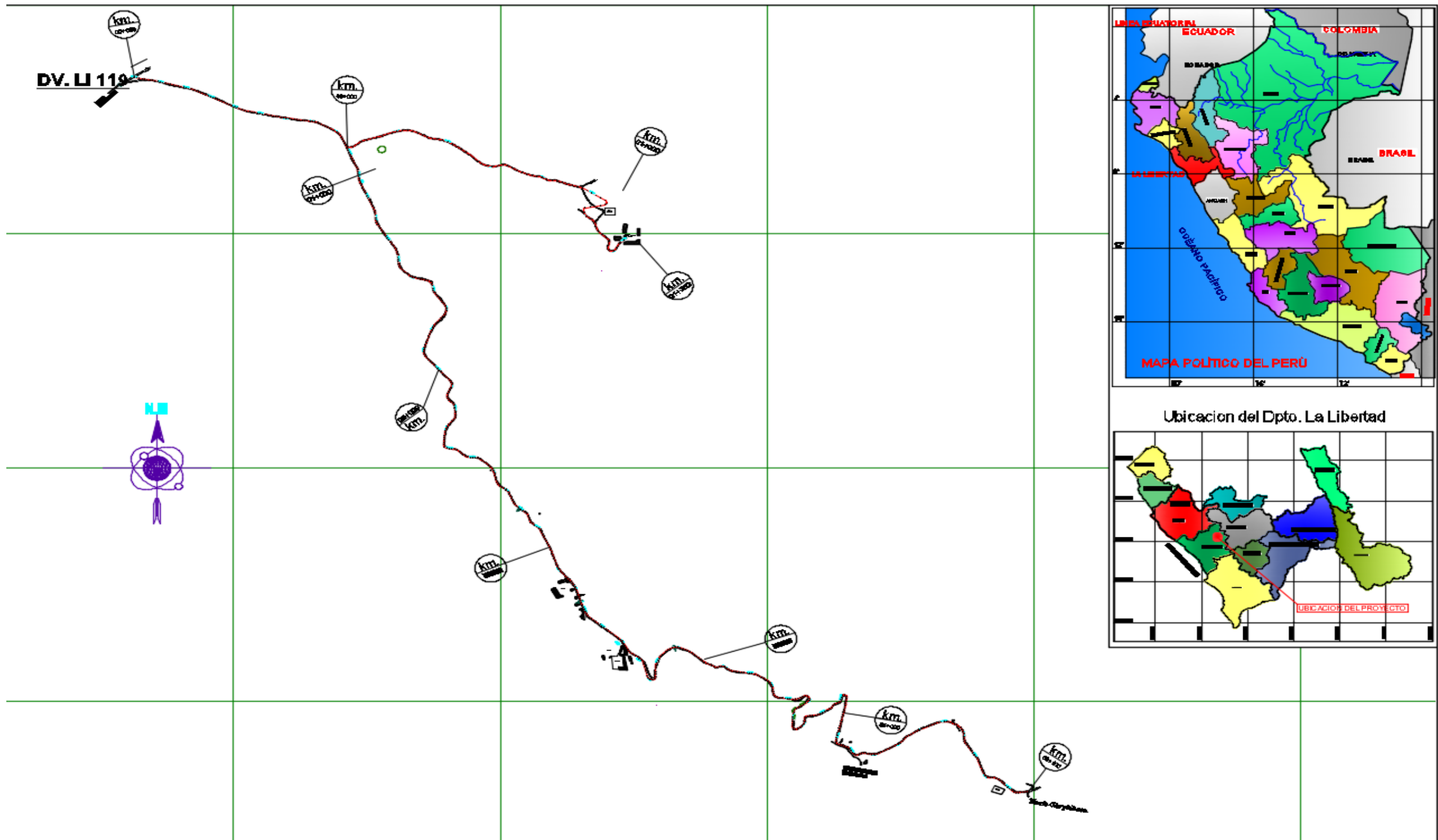


Figura 7: Plan de la Ubicación de la vía.

#### 4.1.2. Estudios de caracterización de suelos

##### Pozos Explorativos

Los pozos explorativos o calicatas que se desarrollaron en el proyecto fueron 8 unidades, debido a que la carretera que se analizó, está clasificada como una carretera de bajo volumen de tránsito. En la tabla N° 10 se visualiza la cantidad de calicatas a realizar en el tipo de carretera que se está analizando.

Tabla 10:  
*Especificaciones de calicatas según tipo de carretera.*

| <b>TIPO DE CARRETERA</b>              | <b>IMDA</b>        | <b>PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)</b> | <b>NÚMERO DE CALICATAS</b> |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Carretera de bajo volumen de tránsito | $\leq 200$ veh/día | 1.5                                   | 1 calicata por kilometro   |

Fuente: Elaboración Propia tomando en cuenta el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

La ubicación de las calicatas realizadas en el tramo de la carretera estudiada se describe en la Figura N° 8.



Figura 8: Excavación de pozos explorativos.

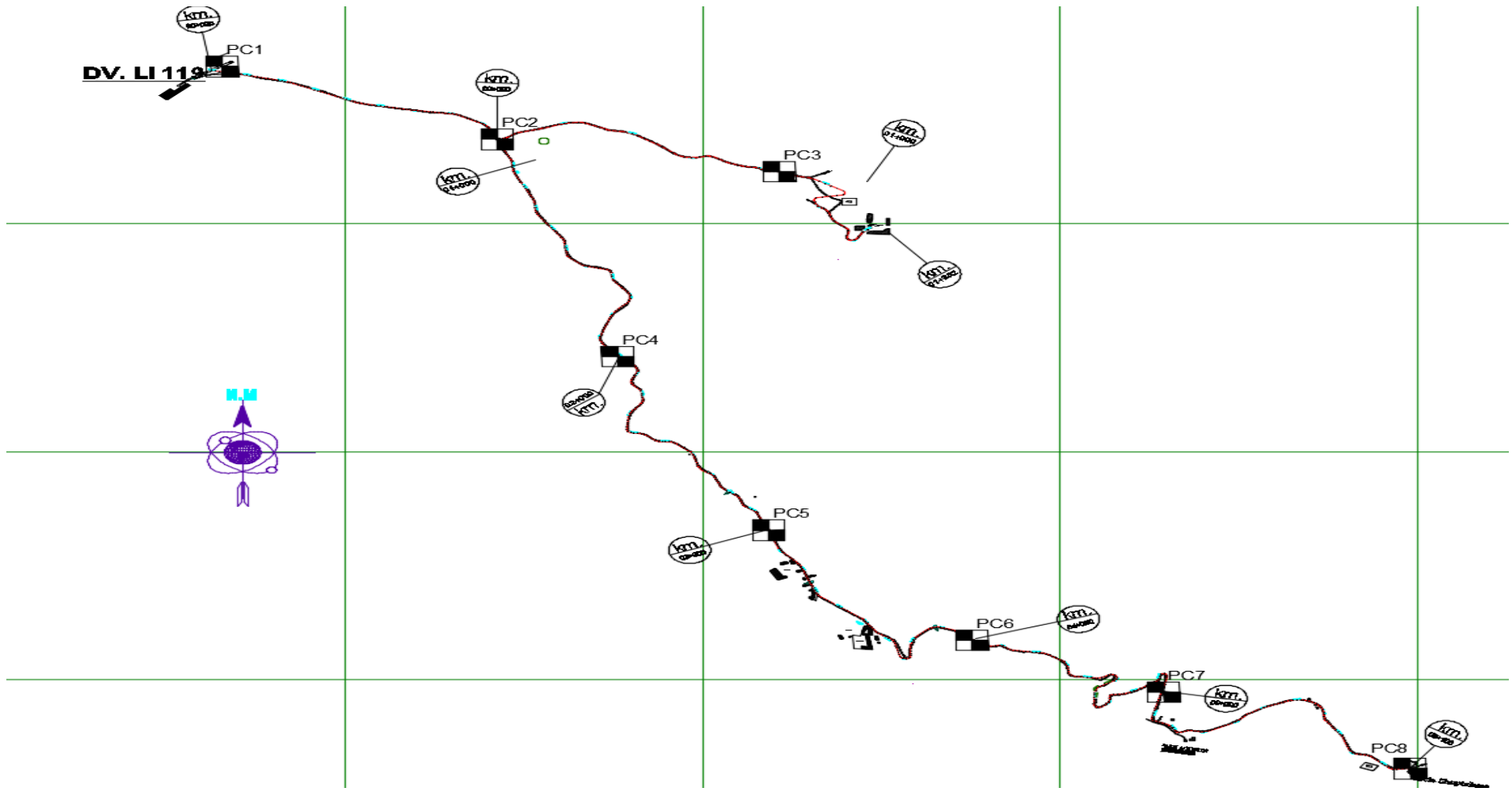


Figura 9: Ubicación de Calicatas.

### Caracterización de los pozos explorativos

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos nos describe un listado de ensayos para obtener la caracterización físico mecánicas de cada pozo explorativo realizado en campo.

Los ensayos que se deben realizar son los siguientes.

Tabla 11:  
*Ensayos de laboratorio para Sub Rasante*

| <b>Ensayo</b>                        | <b>Norma MTC</b> | <b>Norma ASTM</b> |
|--------------------------------------|------------------|-------------------|
| Análisis granulométrico por tamizado | MTC E 107        | ASTM D 422        |
| Limite Líquido                       | MTC E 110        | ASTM D 4318       |
| Límite Plástico                      | MTC E 111        | ASTM D 4318       |
| Contenido de Humedad                 | MTC E 108        | ASTM D 2216       |
| Clasificación SUCS                   | -                | ASTM D 2487       |
| Clasificación AASHTO M 145           | -                | -                 |
| Proctor Modificado                   | MTC E 115        | ASTM D 1557       |
| California Bearing Ratio             | MTC E 132        | ASTM D 1883       |

Fuente: Elaboración propia tomando en cuenta lo descrito en Ingeniería de Pavimentos.

Cada ensayo fue realizado bajo las metodologías y procedimientos normados en las Normas MTC y ASTM, apoyándose en análisis estadísticos. Así mismo, cada ensayo fue ejecutado con equipos normados y calibrados asegurando la calidad y eficiencia de los datos obtenidos en cada ensayo. (Acurio, 2016).



*Figura 10:*  
Ensayos de caracterización en laboratorio.

En el cuadro N° 12 se puede apreciar el resumen de cada dato obtenido de los ensayos realizados para cada calicata, logrando corroborar las características físico mecánicas para cada calicata obtenida de la subrasante.

Tabla 12.  
Características físico-mecánicas de la Sub Rasante.

| CALICATA   | MUESTRA  | PROFUNDIDAD (m) | PROF. DE MUESTREO (m) | HUMEDAD NATURAL (%) | GRANULOMETRÍA % QUE PASA |       |        | LÍMITES DE CONSISTENCIA |       | CLASIFICACIÓN |      |                                       | PROCTOR      |            | CBR 0.1" |      | CBR 0.2" |      |
|------------|----------|-----------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|-------|--------|-------------------------|-------|---------------|------|---------------------------------------|--------------|------------|----------|------|----------|------|
|            | MUESTRA  |                 |                       |                     | Nº 4                     | Nº 40 | Nº 200 | LL                      | IP    | AASHTO        | SUCS | DESCRIPCIÓN                           | M.D.S (g/cc) | O.C.H. (%) | 100%     | 95%  | 100%     | 95%  |
| CALICATA 1 | PC-1/M-1 | 0.00-0.10       | -1.50                 | -                   | -                        | -     | -      | -                       | -     | A-8           | OL   | -                                     | -            | -          | -        | -    | -        |      |
|            | PC-1/M-2 | 0.10-1.50       |                       | 3.36                | 99.41                    | 92.88 | 81.77  | 43.51                   | 20.7  | A-7-6(13)     | CL   | Arcilla de baja plasticidad con arena | 1.91         | 9.02       | 123      | 104  | 16.4     | 138  |
| CALICATA 2 | PC-2/M-1 | 0.00-0.15       | -1.50                 | -                   | -                        | -     | -      | -                       | -     | A-8           | OL   | -                                     | -            | -          | -        | -    | -        |      |
|            | PC-2/M-2 | 0.15-1.50       |                       | 3.44                | 99.14                    | 93.02 | 83.04  | 43.51                   | 20.70 | A-7-6(13)     | CL   | Arcilla de baja plasticidad con arena | 1.88         | 10.17      | 126      | 100  | 16.8     | 132  |
| CALICATA 3 | PC-3/M-1 | 0.00-0.20       | -1.50                 | -                   | -                        | -     | -      | -                       | -     | A-8           | OL   | -                                     | -            | -          | -        | -    | -        |      |
|            | PC-3/M-2 | 0.20-1.50       |                       | 4.10                | 57.43                    | 34.46 | 17.30  | 42.35                   | 16.49 | A-2-7(0)      | GC   | Grava arcillosa con arena             | 2.05         | 6.12       | 38.6     | 302  | 51.5     | 400  |
| CALICATA 4 | PC-4/M-1 | 0.00-0.20       | -1.50                 | -                   | -                        | -     | -      | -                       | -     | A-8           | OL   | -                                     | -            | -          | -        | -    | -        |      |
|            | PC-4/M-2 | 0.20-1.50       |                       | 4.33                | 59.44                    | 35.90 | 19.70  | 39.62                   | 20.05 | A-2-7(1)      | GC   | Grava arcillosa con arena             | 2.03         | 7.00       | 33.3     | 25.4 | 44.4     | 34.0 |
| CALICATA 5 | PC-5/M-1 | 0.00-0.20       | -1.50                 | -                   | -                        | -     | -      | -                       | -     | A-8           | OL   | -                                     | -            | -          | -        | -    | -        |      |
|            | PC-5/M-2 | 0.20-1.50       |                       | 3.20                | 62.24                    | 36.06 | 19.38  | 39.54                   | 19.63 | A-2-6(1)      | SC   | Arena arcillosa con grava             | 1.95         | 8.04       | 15.7     | 106  | 20.9     | 14.0 |
| CALICATA 6 | PC-6/M-1 | 0.00-0.20       | -1.50                 | -                   | -                        | -     | -      | -                       | -     | A-8           | OL   | -                                     | -            | -          | -        | -    | -        |      |
|            | PC-6/M-2 | 0.20-1.50       |                       | 5.02                | 58.48                    | 36.23 | 17.59  | 40.98                   | 19.82 | A-2-7(0)      | GC   | Grava arcillosa con arena             | 2.01         | 8.08       | 22.5     | 166  | 29.9     | 21.9 |
| CALICATA 7 | PC-7/M-1 | 0.00-0.20       | -1.50                 | -                   | -                        | -     | -      | -                       | -     | A-8           | OL   | -                                     | -            | -          | -        | -    | -        |      |
|            | PC-7/M-2 | 0.20-1.50       |                       | 3.74                | 59.19                    | 35.67 | 19.37  | 39.06                   | 19.32 | A-2-6(1)      | GC   | Grava arcillosa con arena             | 2.04         | 8.06       | 36.5     | 27.0 | 48.7     | 36.0 |
| CALICATA 8 | PC-8/M-1 | 0.00-0.20       | -1.50                 | -                   | -                        | -     | -      | -                       | -     | A-8           | OL   | -                                     | -            | -          | -        | -    | -        |      |
|            | PC-8/M-2 | 0.20-1.50       |                       | 4.07                | 57.38                    | 31.31 | 15.14  | 40.33                   | 21.27 | A-2-7(0)      | GC   | Grava arcillosa con arena             | 2.03         | 6.99       | 32.9     | 25.1 | 43.9     | 33.6 |

Fuente: Elaboración Propia.



### 4.1.3. Estudio de canteras

En la localidad donde se realiza el proyecto se pudo ubicar 2 canteras que proporcionan el material necesario para la pavimentación del tramo de carretera DV.LI-119. Dichas canteras son:

- Cantera KM 0+860
- Cantera CARABAMBA

#### Descripción Cantera KM 0+860

La cantera Km 0+860 es una cantera cuyo material a exportar es grava y arena, se realizaron los estudios pertinentes en la cantera. En la figura N° 11 se puede visualizar el recorrido realizado en la cantera.



Figura 11: Cantera Km 0+ 860.

#### Descripción Cantera CARABAMBA

La cantera Carabamba se encuentra ubicada en la ruta hacia Chaptalona, se realizaron los estudios pertinentes para clasificar el tipo de material exportado y el uso a dar dentro de las capas del pavimento. En la Figura N° 12 se puede visualizar el recorrido realizado en la cantera.



Figura 12 : Cantera Carabamba.

### Ubicación de las Canteras

Ambas canteras se encuentran al borde de la carretera estudiada, en la Figura N° 13 se visualiza la ubicación geográfica de las canteras.

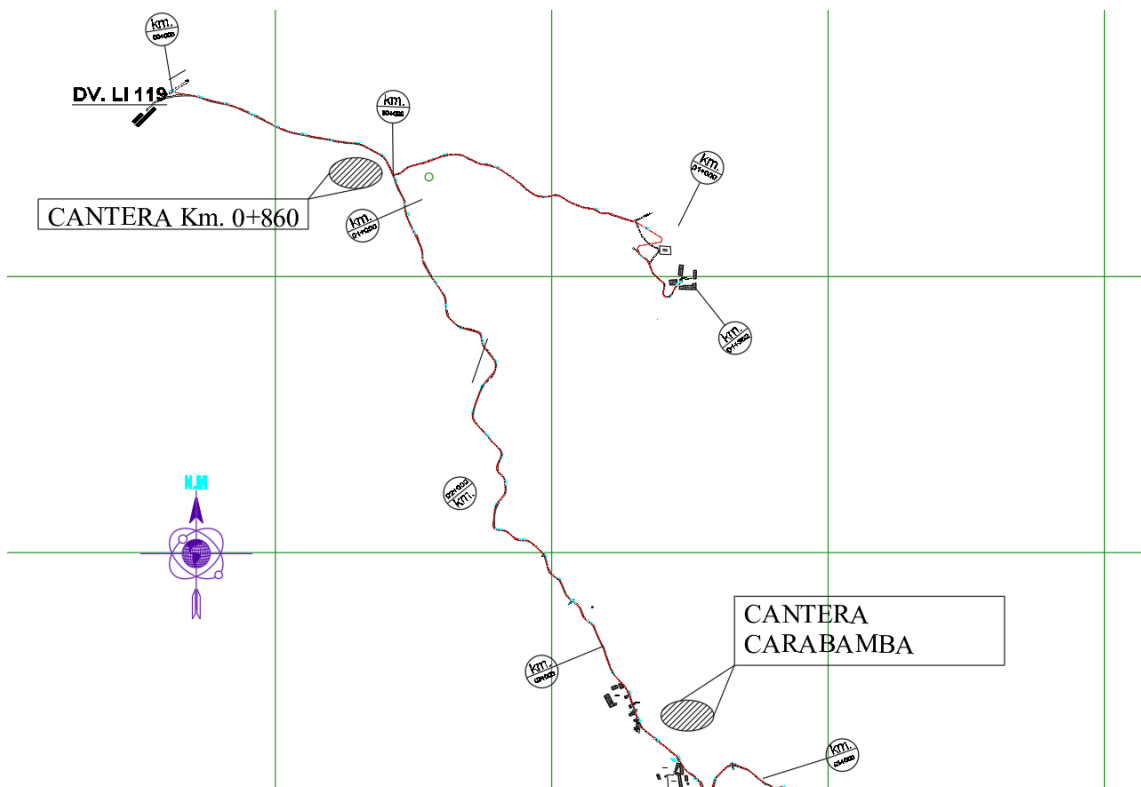


Figura 13: Ubicación geográfica de las canteras Km0+860 y Carabamba.



### Ensayos para Base y Sub Base granular

Los ensayos normados y estandarizados para obtener las características físico mecánicas de las canteras. Los ensayos se describen en la tabla N°13 para Material Sub Base y en la tabla 14 para Material Base. (Acurio, 2016).

Tabla 13:  
*Ensayos de laboratorio para Sub Base.*

| <b>ENSAYO</b>                        | <b>NORMA MTC</b> | <b>NORMA ASTM</b> |
|--------------------------------------|------------------|-------------------|
| Análisis granulométrico por tamizado | MTC E 107        | ASTM D 422        |
| Limite Líquido                       | MTC E 110        | ASTM D 4318       |
| Límite Plástico                      | MTC E 111        | ASTM D 4318       |
| Contenido de Humedad                 | MTC E 108        | ASTM D 2216       |
| Clasificación SUCS                   | -                | ASTM D 2487       |
| Clasificación AASHTO M 145           | -                | -                 |
| Contenido de Sales Solubles Totales  | MTC E 219        | ASTM D 1888       |
| Partículas Chatas y Alargadas        | MTC E 210        | ASTM D 5821       |
| California Beariting Ratio           | MTC E 132        | ASTM D 1883       |
| Ensayo de Abrasión                   | MTC E 207        | ASTM C 131        |
| Proctor Modificado                   | MTC E 115        | ASTM D 1557       |

Fuente: Elaboración propia tomando en cuenta lo descrito en Ingeniería de Pavimentos.

Tabla 14:  
*Ensayos de laboratorio para Base.*

| <b>ENSAYO</b>                        | <b>NORMA MTC</b> | <b>NORMA ASTM</b> |
|--------------------------------------|------------------|-------------------|
| Análisis granulométrico por tamizado | MTC E 107        | ASTM D 422        |
| Limite Líquido                       | MTC E 110        | ASTM D 4318       |
| Límite Plástico                      | MTC E 111        | ASTM D 4318       |
| Contenido de Humedad                 | MTC E 108        | ASTM D 2216       |
| Clasificación SUCS                   | -                | ASTM D 2487       |
| Clasificación AASHTO M 145           | -                | -                 |
| Contenido de Sales Solubles Totales  | MTC E 219        | ASTM D 1888       |
| Partículas Chatas y Alargadas        | MTC E 210        | ASTM D 5821       |
| California Beariting Ratio           | MTC E 132        | ASTM D 1883       |
| Ensayo de Abrasión                   | MTC E 207        | ASTM C 131        |

---

Fuente: Elaboración propia tomando en cuenta lo descrito en Ingeniería de Pavimentos.

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados en las canteras KM 0+860 y Carabamba se expresan en la tabla N° 15 y N°16 respectivamente.

Tabla 15:  
Resultados de capa Sub Base Cantera km+860.

| CAPA GRANULAR | HUMEDAD NATURAL (%) | GRANULOMETRÍA % QUE PASA |       |       |       |       |       |        | LÍMITES DE CONSISTENCIA |      | CLASIFICACIÓN |       |                                      | SALES SOLUBLES (ppm.) | ABRASIÓN (%) | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) |                        | PROCTOR    |            | CBR 0.1" |       |
|---------------|---------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------------------|------|---------------|-------|--------------------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------|------------|------------|----------|-------|
|               |                     | 2"                       | 1     | 3/8"  | Nº 4  | Nº 10 | Nº 40 | Nº 200 | LL                      | IP   | AASH TO       | SUC S | DESCRIPCIÓN                          |                       |              | ÍNDICE DE APLANAMIENTO            | ÍNDICE DE ALARGAMIENTO | MDS (g/cc) | O.C.H. (%) | 100 %    | 95 %  |
| SUBBASE       | 4.30                | 100.00                   | 85.10 | 56.93 | 42.99 | 29.75 | 15.02 | 6.96   | 23.47                   | 3.91 | A-1-a (0)     | GW-GM | Grava bien graduada con limo y arena | 0.04                  | 39.00        | 4.80                              | 4.60                   | 2.20       | 8.60       | 68.93    | 63.77 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16:  
Resultados de capa Base Cantera Carabamba

| CAPA GRANULAR | HUMEDAD NATURAL (%) | GRANULOMETRÍA % QUE PASA |        |       |       |       |       |        | LÍMITES DE CONSISTENCIA |       | CLASIFICACIÓN |       |                                    | SALES SOLUBLES (ppm.) | ABRASIÓN (%) | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) |                        | PROCTOR    |            | CBR 0.1" |       |
|---------------|---------------------|--------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------------------|-------|---------------|-------|------------------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------|------------|------------|----------|-------|
|               |                     | 2"                       | 1 1/2" | 3/8"  | Nº 4  | Nº 10 | Nº 40 | Nº 200 | LL                      | IP    | AASH TO       | SUC S | DESCRIPCIÓN                        |                       |              | ÍNDICE DE APLANAMIENTO            | ÍNDICE DE ALARGAMIENTO | MDS (g/cc) | O.C.H. (%) | 100 %    | 95 %  |
| BASE          | 4.30                | 100.00                   | 98.57  | 70.16 | 49.70 | 34.76 | 22.95 | 9.26   | 26.57                   | 24.18 | A-1-a (0)     | GW-GM | Grava Arcillo Limosa Bien Graduada | -                     | -            | -                                 | -                      | 2.10       | 9.59       | 83.28    | 60.73 |
|               | -                   | -                        | -      | -     | -     | -     | -     | -      | -                       | -     | -             | -     | -                                  | 0.03                  | 28.40        | 5.10                              | 5.20                   |            |            |          |       |

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.1.4. Estudio de tráfico vehicular

Se procedió a realizar el conteo vehicular en la intersección de la ruta hacia Carabamba y hacia la provincia de Sánchez Carrión. Se realizó el conteo vehicular durante una semana en el periodo de 24 horas.

La estación de conteo se ubicó entre la intersección del tramo de carretera DV-LI119, la ubicación geográfica se representa en la figura N° 14. Los vehículos analizados se realizaron en el sentido de ida y vuelta.

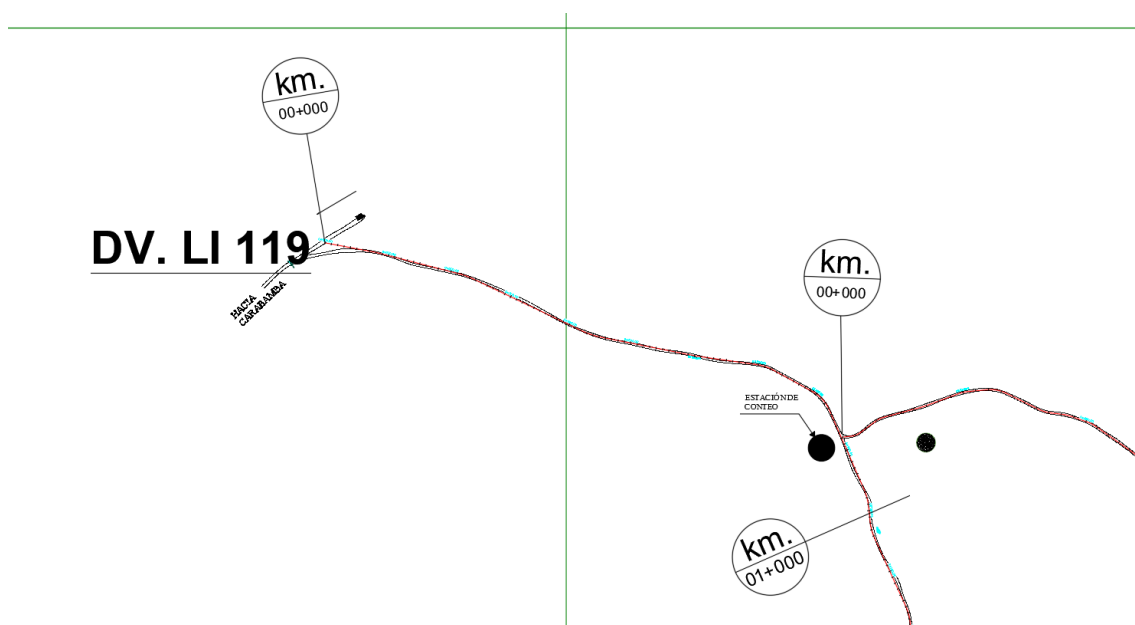


Figura 14: Ubicación de estación de conteo vehicular.

#### Conteo Vehicular

El conteo vehicular se realizó en la semana 2 del año 2020 durante el día 13/01/2020 – 19/01/2020. Los resultados de dicho conteo de visualizan en la tabla N°17.

Tabla 17:  
*Conteo Vehicular Total*

| TIPO DE VEHÍCULO          | DÍAS DE LA SEMANA |           |           |           |           |           |           |
|---------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                           | LUNES             | MARTES    | MIÉRCOLES | JUEVES    | VIERNES   | SÁBADO    | DOMINGO   |
| <i>Motos</i>              | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>Automóvil</i>          | 4                 | 6         | 2         | 4         | 4         | 8         | 6         |
| <i>Statio Wagon</i>       | 8                 | 8         | -         | 4         | 6         | 4         | 8         |
| <i>Pick Up</i>            | -                 | -         | 2         | -         | -         | -         | -         |
| <i>Combi Rural</i>        | 20                | 20        | 20        | 20        | 20        | 20        | 20        |
| <i>Micro Bus</i>          | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>B2</i>                 | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>B3</i>                 | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>C2</i>                 | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>C3</i>                 | 5                 | -         | 4         | -         | -         | -         | -         |
| <i>C4</i>                 | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>8 x 4</i>              | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>T2S1</i>               | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>T2S2</i>               | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>T2Se2</i>              | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>T2S3</i>               | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>T2Se3</i>              | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>T3S1</i>               | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <i>T3S2</i>               | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <b>TOTAL DE VEHÍCULOS</b> | <b>37</b>         | <b>34</b> | <b>28</b> | <b>28</b> | <b>26</b> | <b>24</b> | <b>28</b> |

Fuente: Elaboración Propia.

### Análisis de tráfico proyectado

Se realizó el cálculo del tráfico proyectado en base a la data analizada del conteo vehicular, se aplicó la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

En la tabla N° 18 hasta la tabla N°19 se visualiza el tráfico vehicular proyectado para 20 años cada tabla con una proyección de 5 años, tomando en cuenta una tasa de crecimiento para vehículos de pasajeros ( $r_{vp}$ ) de 1.26% y una tasa de crecimiento de vehículos ( $r_{vc}$ ) de carga de 2.83%; ambos datos obtenidos de la ficha técnica Estándar para carreteras del MTC.

Tabla 18:  
Tráfico proyectado 2020-2030

| TIPO DE VEHÍCULO      | Año Base   | Año 1      | Año 2      | Año 3      | Año 4      | Año 5      | Año 6      | Año 7      | Año 8      | Año 9      | Año 10     |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                       | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       | 2025       | 2026       | 2027       | 2028       | 2029       | 2030       |
| <i>Motos</i>          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Automóvil</i>      | 34         | 34         | 35         | 35         | 36         | 36         | 37         | 37         | 38         | 38         | 39         |
| <i>Statio Wagon</i>   | 38         | 38         | 39         | 39         | 40         | 40         | 41         | 41         | 42         | 43         | 43         |
| <i>Pick Up</i>        | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          |
| <i>Combi Rural</i>    | 140        | 142        | 144        | 145        | 147        | 149        | 151        | 153        | 155        | 157        | 159        |
| <i>Micro Bus</i>      | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>B2</i>             | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>B3</i>             | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>C2</i>             | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>C3</i>             | 9          | 9          | 10         | 10         | 10         | 10         | 11         | 11         | 11         | 12         | 12         |
| <i>C4</i>             | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>8 x 4</i>          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2S1</i>           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2S2</i>           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2Se2</i>          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2S3</i>           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2Se3</i>          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T3S1</i>           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <b>Tráfico normal</b> | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
|                       | <b>223</b> | <b>225</b> | <b>230</b> | <b>231</b> | <b>235</b> | <b>237</b> | <b>242</b> | <b>244</b> | <b>248</b> | <b>252</b> | <b>255</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19:  
Tráfico proyectado 2031-2040

| TIPO DE VEHÍCULO      | Año 11     | Año 12     | Año 13     | Año 14     | Año 15     | Año 16     | Año 17     | Año 18     | Año 19     | Año 20     |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                       | 2031       | 2032       | 2033       | 2034       | 2035       | 2036       | 2037       | 2038       | 2039       | 2040       |
| <i>Motos</i>          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Automóvil</i>      | 39         | 40         | 40         | 41         | 41         | 42         | 42         | 43         | 43         | 44         |
| <i>Statio Wagon</i>   | 44         | 44         | 45         | 45         | 46         | 46         | 47         | 48         | 48         | 49         |
| <i>Pick Up</i>        | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 3          | 3          | 3          |
| <i>Combi Rural</i>    | 161        | 163        | 165        | 167        | 169        | 171        | 173        | 175        | 178        | 180        |
| <i>Micro Bus</i>      | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>B2</i>             | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>B3</i>             | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>C2</i>             | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>C3</i>             | 12         | 13         | 13         | 13         | 14         | 14         | 14         | 15         | 15         | 16         |
| <i>C4</i>             | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>8 x 4</i>          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2S1</i>           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2S2</i>           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2Se2</i>          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2S3</i>           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T2Se3</i>          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T3S1</i>           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>T3S2</i>           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <b>Tráfico normal</b> | <b>258</b> | <b>262</b> | <b>265</b> | <b>268</b> | <b>272</b> | <b>275</b> | <b>278</b> | <b>284</b> | <b>287</b> | <b>292</b> |

Fuente: Elaboración propia.



### Cálculo de ejes equivalentes.

Los términos que se tuvieron en cuenta para el cálculo de ejes equivalentes fueron los descritos en la tabla N°20, se tuvo en cuenta el tráfico proyectado para el año 2040.

Tabla 20:  
*Datos preliminares para el cálculo de ejes equivalentes.*

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Tipo de diseño:       | Pavimento Flexible     |
| Factor direccional:   | 1 Sentido x 2 Carriles |
| N° Carriles x direcc: | 1                      |
| F. Presión inflado:   | >3000msnm              |
| P. de evaluación:     | 365 días               |

Fuente: Elaboración propia.

Los ejes equivalentes proyectados para el año 2040 tomando en cuenta un periodo de evaluación de 365 días y el IMD. El resultado de ESAL para el proyecto se visualiza en la tabla N° 21.

Tabla 21:  
*Cálculo de ESAL.*

| TIPO DE VEHÍCULO    | IMD | F <sub>I</sub> | F <sub>D</sub> | F <sub>C</sub> | F <sub>P</sub> | FCA   | PERIODO EVALUACIÓN | ESAL     |
|---------------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|--------------------|----------|
| <i>Motos</i>        | 0   | 0.001          | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 22.59 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>Automóvil</i>    | 44  | 0.001          | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 22.59 | 365                | 2.90E+02 |
| <i>Statio Wagon</i> | 49  | 0.001          | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 22.59 | 365                | 3.23E+02 |
| <i>Pick Up</i>      | 3   | 0.001          | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 22.59 | 365                | 1.98E+01 |
| <i>Combi Rural</i>  | 180 | 0.001          | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 22.59 | 365                | 1.19E+03 |
| <i>Micro Bus</i>    | 0   | 0.001          | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 22.59 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>B2</i>           | 0   | 3.68987        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 22.59 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>B3</i>           | 0   | 1.80599        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 22.59 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>C2</i>           | 0   | 3.68987        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>C3</i>           | 16  | 2.55476        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 3.15E+05 |
| <i>C4</i>           | 0   | 1.82651        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>8 x 4</i>        | 0   | 2.75666        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>T2S1</i>         | 0   | 6.84211        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>T2S2</i>         | 0   | 5.707          | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>T2Se2</i>        | 0   | 9.99435        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>T2S3</i>         | 0   | 5.4873         | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>T2Se3</i>        | 0   | 25.2918        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>T3S1</i>         | 0   | 5.707          | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <i>T3S2</i>         | 0   | 4.57188        | 1.00           | 0.80           | 1.00           | 26.41 | 365                | 0.00E+00 |
| <b>Total</b>        | 292 |                |                |                |                |       |                    | 3.17E+05 |

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.5. Diseño de pavimento flexible

Para el diseño de un pavimento flexible se toma en cuenta la ecuación brindada por la guía AASHTO.

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

Durante el cálculo del diseño de pavimento flexible se tuvo en cuenta un periodo de diseño (T) de 20 años, teniendo en cuenta que el Eje Equivalente de diseño ( $W_{18}$ ) es de 317,051.62 EE se redondeó dicho valor a 320,000.00 EE para tener un diseño conservador.

##### Tipo de tráfico vehicular

Según los ejes equivalentes acumulados clasifican a la carretera analizada en un tipo de tráfico TP<sub>2</sub>. En la tabla N°22 se puede visualizar el tipo de tráfico que corresponde al proyecto realizado según el MTC.

Tabla 22:  
*Tipo de tráfico.*

| TIPO DE CAMINO                      | TIPO DE TRÁFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS |         |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------------|---------|
| Caminos de bajo volumen de tránsito | TP <sub>2</sub> | 300,001                      | 500,000 |

Fuente: Elaboración propia según MTC.

##### Nivel de confianza y Desviación Estándar.

Este coeficiente se refiere a la probabilidad del comportamiento de una estructura durante su periodo de diseño. Teniendo en cuenta el tipo de tráfico determinado para el proyecto se procedió a verificar el nivel de confianza y la desviación estándar normal ( $Z_R$ ) correspondiente que representa la confiabilidad seleccionada.

Tabla 23:  
Nivel de confianza y Desviación estándar.

| TIPO DE TRÁFICO | E. NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) | F. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z <sub>R</sub> ) |
|-----------------|-------------------------------|---|
| TP <sub>2</sub> | 75%                           | -0.674  |

Fuente: Elaboración propia según MTC.

Nivel de servicialidad.

Se procedió a verificar el nivel de servicialidad para tener en cuenta la comodidad del usuario teniendo en cuenta los valores de 0 a 5. Siento el número mayor la mejor comodidad teórica mientras que el valor 0 refleja lo peor.

Tabla 24:  
Nivel de servicialidad.

| TIPO DE TRÁFICO | ÍNDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (PI) | ÍNDICE DE SERVICIALIDAD FINAL (PF) | H. DIFERENCIAL DE SERVICIALIDAD (ΔPSI) |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| TP <sub>2</sub> | 3.80                                 | 2.00                               | 1.80                                   |

Fuente: Elaboración propia según MTC.

Módulo resiliente del nivel Subrasante.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos del estudio de California Beariting Ratio (CBR) se procedió a aplicar la fórmula descrita por Lister y Powell en el manual AASHTO-93, dicha fórmula es:

$$M_r = 2555CBR^{0.64}; \text{psi}$$

Donde:

*M<sub>r</sub>*= Módulo resiliente.

CBR= California Beariting ratio promedio.

Se obtuvieron los valores de CBR descritos en la tabla N° 25 para las diferentes calicatas.

Tabla 25:  
Cuadro resumen de CBR.

| N° | Calicata | Progresiva (km) | Datos   |             |        | Ensayo Proctor            |         | CBR 0.1" |      | CBR 0.2" |      |
|----|----------|-----------------|---------|-------------|--------|---------------------------|---------|----------|------|----------|------|
|    |          |                 | Muestra | Prof. (m)   | Método | MDS (gr/cm <sup>3</sup> ) | OCH (%) | 95%      | 100% | 95%      | 100% |
| 1  | C-1      | 00+000          | M-2     | 0.20 - 1.50 | A      | 1.91                      | 9.02    | 10.40    | 12.3 | 13.8     | 16.4 |
| 2  | C-2      | 00+860          | M-2     | 0.20 - 1.50 | A      | 1.88                      | 10.17   | 10.00    | 12.6 | 13.2     | 16.8 |
| 3  | C-3      | 01+000          | M-2     | 0.20 - 1.50 | C      | 2.05                      | 6.12    | 30.20    | 38.6 | 40.0     | 51.5 |
| 4  | C-4      | 01+500          | M-2     | 0.20 - 1.50 | C      | 2.03                      | 7.00    | 25.40    | 33.3 | 34.0     | 44.4 |
| 5  | C-5      | 02+500          | M-2     | 0.20 - 1.50 | C      | 1.95                      | 8.04    | 10.60    | 15.7 | 14.0     | 20.9 |
| 6  | C-6      | 03+500          | M-2     | 0.20 - 1.50 | C      | 2.01                      | 8.08    | 16.60    | 22.5 | 21.9     | 29.9 |
| 7  | C-7      | 04+500          | M-2     | 0.20 - 1.50 | C      | 2.04                      | 8.06    | 27.00    | 36.5 | 36.0     | 48.7 |
| 8  | C-8      | 05+500          | M-2     | 0.20 - 1.50 | C      | 2.03                      | 6.99    | 25.10    | 32.9 | 33.6     | 43.9 |

Fuente: Elaboración propia.

Se analizó el CBR de 0.1" de penetración con un factor al 95%, se tomó el promedio de dichos valores obteniendo el dato 19.41%. Aplicando la fórmula de Lister y Powell se obtuvo el resultado siguiente:

$$M_r = 17051.52 \text{ PSI}$$

### Cálculo del número estructural del pavimento

El número estructural de un pavimento representa el espesor óptimo para un pavimento, ofreciendo que cada una de las capas trabajen de la mejor manera. Tomando en cuenta la ecuación básica para determinar el número estructural del pavimento se tomaron en cuenta los siguientes datos:

|  |               |
|--|---------------|
| b. Ejes Equivalentes de diseño ( $W_{18}$ )      | 320,000.00 EE |
| c. Tipo de Tráfico Pesado                        | TP2           |
| d. Periodo de diseño (T)                         | 20 años       |
| e. Nivel de Confiabilidad (R)                    | 75%           |
| f. Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ )          | -0.674        |
| g. Desviación Estándar Combinada ( $S_0$ )       | 0.45          |
| h. Diferencial de servicialidad ( $\Delta PSI$ ) | 1.8           |
| i. Módulo resiliente de la Sub rasante ( $M_R$ ) | 17,051.522    |

### Método analítico

Con dichos datos se procedió a realizar el cálculo analítico en base a una variante anidada en la ecuación brindada por la guía AASHTO – 93. En el cuadro N° 26.

Tabla 26:  
*Método analítico del número estructural.*

| SN Anidado | $\log[\Delta PSI/(4.2-1.5)]$ | $N_{18}$ Nominal | N18 Obtenido | Verificación  |
|------------|------------------------------|------------------|--------------|---------------|
| 1.4909     | -0.1761                      | 5.505            | 5.505        | <b>VALIDO</b> |

Fuente: Elaboración propia.

### Método Gráfico

El manual AASHTO-93 nos proporciona un nomograma para determinar el número estructural correspondiente a los determinados valores previstos para el pavimento. En la figura N° 15 se visualiza el

desarrollo de dicho nomograma tomando en cuenta los criterios bases para el proyecto actual.

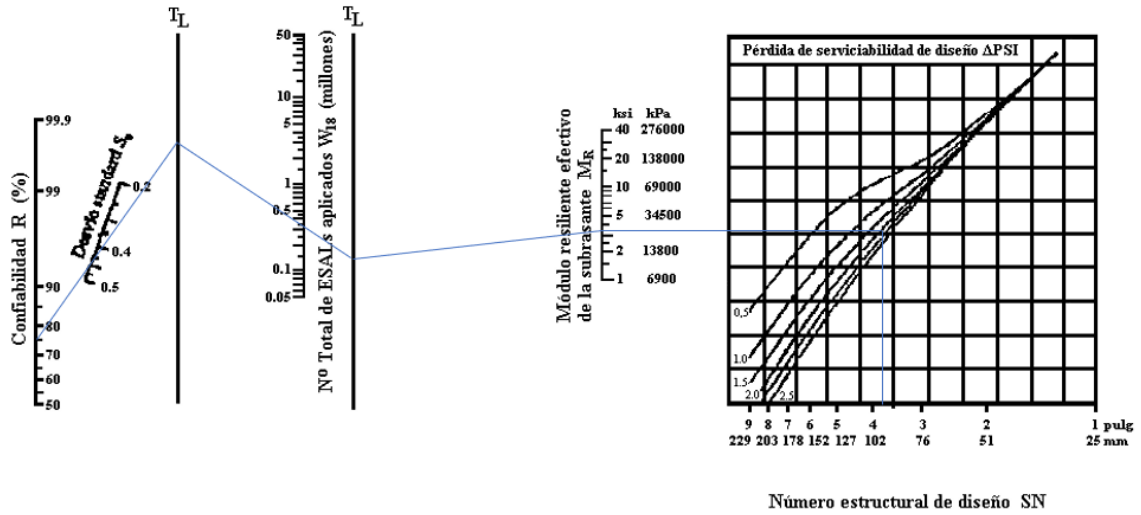


Figura 15: Nomograma guía AASHTO - 93.

Se visualiza que el nomograma de la guía AASHTO – 93 nos arroja un SN de 4.9”.

Programa AASTHO – 93

El programa AASHTO – 93 utiliza diferentes iteraciones para proporcionarnos un SN adecuado para el diseño del pavimento. En el presente proyecto se utilizó dicho programa arrojándonos un SN de 1.88, dichos valores se visualizan en la figura N° 16.

Figura 16: Ecuación AASHTO 93 programa

#### 4.1.6. Espesores del pavimento.

Los espesores del pavimento son determinados por medio de los coeficientes estructurales de cada capa, aplicando la siguiente fórmula:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

Donde:

$a_i$  = Coeficiente estructural de las capas superficiales.

$m_i$  = Coeficientes de drenaje para capa base y sub base.

$D_i$  = Espesores de las capas superficiales.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos de las propiedades físico mecánicas de las canteras y sus usos para carpeta base y sub base se determinaron los siguientes coeficientes estructurales expresados en la tabla N°27:

Tabla 27:  
*Coefficientes estructurales.*

| <b>CAPA</b>       | <b>TIPO</b>         | <b>COEFICIENTE ESTRUCTURAL</b> |
|-------------------|---------------------|--------------------------------|
| Rodadura          | Asfalto en caliente | 0.17                           |
| Base granular     | CBR > 80%           | 0.052                          |
| Sub base granular | CBR > 40%           | 0.047                          |

Fuente: Elaboración propia.

Los coeficientes de drenaje se consideraron tomando en cuenta las épocas de avenida del sector las cuales son los meses de diciembre a marzo obteniendo un total de 120 días considerando los 365 días del año se obtiene un total de 32.88% de tiempo expuesto de la carretera a grados de humedad próximos a la saturación. (Narcizo Burgos & Briceño Torres, 2019) Considerando dicho factor y a su vez una calidad de drenaje de las capas a un nivel bueno se obtiene un factor de 1%, tal y como se puede visualizar en la tabla N° 28.

Tabla 28:  
*Coefficiente de drenaje.*

| <b>CALIDAD DEL DRENAJE</b> | <b>&lt;1.00%</b> | <b>1% - 5%</b> | <b>5% - 25%</b> | <b>&gt;25%</b> |
|----------------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|
| Bueno                      | 1.25             | 1.15           | 1.00            | 1.00           |

Fuente: Elaboración propia tomando en cuenta el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

#### Espesores del pavimento.

Los espesores del pavimento se determinaron tomando en cuenta los datos correspondientes para cada capa del pavimento y la calidad de drenaje. Los valores de SN adaptados fueron de 1.88 y los valores evaluados se han determinado en la tabla N° 29.



Tabla 29:  
*Alternativa de espesores para un pavimento flexible.*

| <b>ALTERNATIVA</b> | <b>SN ANIDADO</b> | <b>SN OBTENIDO</b> | <b>D<sub>1</sub></b> | <b>D<sub>2</sub></b> | <b>D<sub>3</sub></b> | <b>DATOS</b> | <b>OBSERVACIONES</b> |
|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|----------------------|
| 1                  | 1.88              | 2.52               | 2.50 cm.             | 25.00 cm.            | 17.00 cm.            | TABLAS MTC   | CUMPLE               |
| 2                  | 1.88              | 2.17               | 2.50 cm.             | 20.00 cm.            | 15.00 cm.            | ITERACIONES  | CUMPLE               |
| 3                  | 1.88              | 2.34               | 5.00 cm.             | 15.00 cm.            | 15.00 cm.            | ITERACIONES  | CUMPLE               |
| 4                  | 1.88              | 2.83               | 5.00 cm.             | 20.00 cm.            | 20.00 cm.            | ITERACIONES  | CUMPLE               |

Fuente: Elaboración propia.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Los resultados obtenidos del estudio de tráfico realizado en el tramo de la carretera DV-LI119, nos proporcionan una visualización del alto índice de tránsito de combis rurales. Dicho tránsito del vehículo en particular es por el alto tránsito de la población por dirigirse a las diferentes localidades aledañas para abastecer las necesidades agrarias y educativas del sector. En la figura N° 17 se visualiza la distribución del tránsito en base a los diferentes tipos de vehículos que transitan por la ruta analizada.

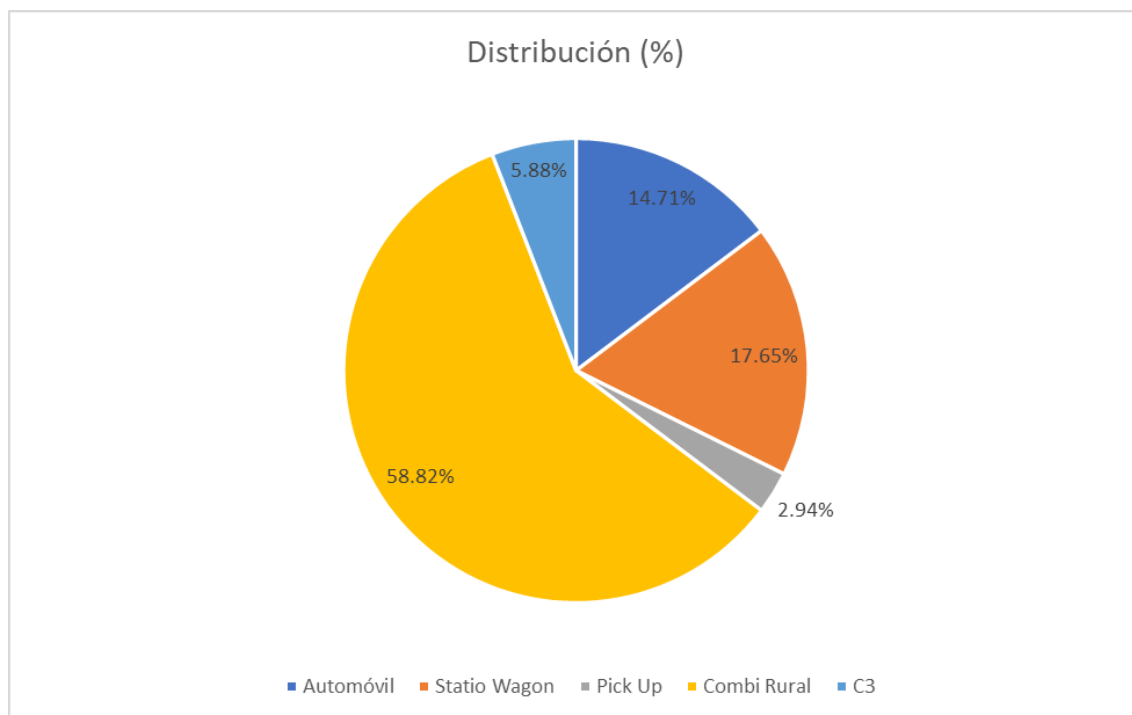


Figura 17: Distribución de vehículos

Del estudio de proyección de tráfico vehicular se puede observar la variación de un total de 69 vehículos desde el año base hasta el año 2040. En la tabla N°30 se visualizan la variación de cada tipo de vehículo en el tiempo transcurrido de 20 años.

Tabla 30:  
Tráfico vehicular base y tráfico proyectado total.

| TIPO DE VEHÍCULO      | Año Base   | Año 20     |
|-----------------------|------------|------------|
|                       | 2020       | 2040       |
| Motos                 | 0          | 0          |
| Automóvil             | 34         | 44         |
| Statio Wagon          | 38         | 49         |
| Pick Up               | 2          | 3          |
| Combi Rural           | 140        | 180        |
| Micro Bus             | 0          | 0          |
| B2                    | 0          | 0          |
| B3                    | 0          | 0          |
| C2                    | 0          | 0          |
| C3                    | 9          | 16         |
| C4                    | 0          | 0          |
| 8 x 4                 | 0          | 0          |
| T2S1                  | 0          | 0          |
| T2S2                  | 0          | 0          |
| T2Se2                 | 0          | 0          |
| T2S3                  | 0          | 0          |
| T2Se3                 | 0          | 0          |
| T3S1                  | 0          | 0          |
| T3S2                  | 0          | 0          |
| <b>Tráfico normal</b> | <b>223</b> | <b>292</b> |

Fuente: Elaboración propia.

El equivalent single axle load (ESAL) designado para el proyecto fue obtenido de una base a las cargas por eje en toneladas de cada tipo de vehículo y sus diferentes factores de ejes equivalentes. Obteniendo un ESAL de 317,051.62 EE sin embargo se optó por un redondeo de dicho valor, tomando en consideración un valor de ESAL de 320,000.00 EE por considerar un diseño conservador.

Del estudio de mecánica de suelos se pudo observar que el tipo de suelo predominante es una Grava arcillosa con arena cuya clasificación AASHTO

es del tipo A-2-7 (0) y A-2-6 (1); cuya clasificación SUCS es del tipo GC. En base al ensayo de California Bearing Ratio (CBR) se obtuvieron datos entre los valores de 10.0% y 30.2% clasificando al suelo sub rasante en una calidad de bueno y muy bueno según lo estipulado por el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Del estudio de canteras se pudo observar que los parámetros físico mecánicos del material extraído de la cantera Km. 0+860 son correspondientes a una carpeta Sub base, puesto que cumplen con cada uno de los parámetros mínimos descritos por el Manual de Carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG – 2013. En la tabla N° 31 se visualiza los parámetros de dicho manual y los resultados obtenidos en el material analizado de la cantera Km. 0+860. El ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio (MTC E 209) han sido considerados por debajo del parámetro establecido debido a que en la actualidad el país enfrenta una pandemia y el desarrollo de dichos ensayos imposibilita la obtención de dichos datos en un laboratorio.

Tabla 31:  
*Parámetros para carpeta sub base ensayados en laboratorio.*

| Ensayo                     | Norma     | Requisitos |       | Material Analizado |
|----------------------------|-----------|------------|-------|--------------------|
| Granulometría por tamizado | MTC E 107 | 2"         | 100   | 100.00             |
|                            |           | 1"         | -     | 85.10              |
|                            |           | 3/8"       | 30-65 | 56.93              |
|                            |           | N° 4       | 25-55 | 42.99              |
|                            |           | N°10       | 15-40 | 29.75              |
|                            |           | N°40       | 8-20  | 15.02              |
|                            |           | N°200      | 2-8   | 6.96               |
| Abrasión de los ángeles    | MTC E 207 | 50% máx    |       | 39.00              |
| CBR                        | MTC E 132 | 40% mín.   |       | 68.93              |
| Límite Líquido             | MTC E 110 | 25% máx    |       | 23.47              |
| Índice de plasticidad      | MTC E 111 | 4% máx     |       | 5.29               |
| Sales solubles             | MTC E 219 | 1% máx     |       | 0.04               |

|                                    |             |         |      |
|------------------------------------|-------------|---------|------|
| Partículas Chatas y alargadas      | ASTM D 4791 | 20% máx | 4.70 |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E 209   | 18%     | 18%  |

Fuente: Elaboración propia.

Del estudio de canteras se pudo observar que los parámetros físico mecánicos del material extraído de la cantera CARABAMBA son correspondientes a una carpeta base, puesto que cumplen con cada uno de los parámetros mínimos descritos por el Manual de Carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG – 2013. En la tabla N° 32 se visualiza los parámetros de dicho manual y los resultados obtenidos en el material analizado de la cantera Km. 0+860. Los ensayos de Partículas con una cara fracturada y dos caras fracturadas (MTC E 210; al igual que el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio (MTC E 209) han sido considerados por debajo del parámetro establecido debido a que en la actualidad el país afronta una pandemia y el desarrollo de dichos ensayos imposibilita la obtención de dichos datos en un laboratorio.

Tabla 32:  
*Parámetros para carpeta base ensayados en laboratorio*

| Ensayo                               | Norma     | Requisitos | Material Analizado |
|--------------------------------------|-----------|------------|--------------------|
| Granulometría por tamizado           | MTC E 107 | 2" 100     | 100.00             |
|                                      |           | 1" 75-95   | 98.57              |
|                                      |           | 3/8" 40-75 | 70.16              |
|                                      |           | N° 4 30-60 | 49.70              |
|                                      |           | N°10 2045  | 34.76              |
|                                      |           | N°40 15-30 | 22.95              |
| Abrasión de los ángeles              | MTC E 207 | N°200 5-15 | 9.26               |
|                                      |           | 40% máx    | 28.40              |
| Partículas con una cara fracturada   | MTC E 210 | 80% mín    | 80.00              |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | 50% mín    | 50.00              |

|                                    |                |          |       |
|------------------------------------|----------------|----------|-------|
| Partículas Chatas y alargadas      | ASTM D<br>4791 | 20% máx  | 5.15  |
| CBR                                | MTC E<br>132   | 80% mín. | 83.28 |
| Índice de plasticidad              | MTC E<br>111   | 2% máx   | 2.39  |
| Sales solubles                     | MTC E<br>219   | 0.5% máx | 0.03  |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E<br>209   | 15%      | 15%   |

Fuente: Elaboración propia.

Del diseño de pavimento flexible se plantean 4 alternativas dentro de las cuales se observa que en las 4 propuestas se cumple con los parámetros establecidos, todos los criterios fueron tomados en base a un criterio conservador y tomando en cuenta el factor económico, así como las cargas a las cuales iba a estar sometido dicho pavimento. Las 4 propuestas se expresan en la tabla N° 33, así también se observa que para el tramo de carretera DV-LI119 el más eficiente diseño es el de un micropavimento cuyos parámetros se expresan en la primera propuesta.

Tabla 33:  
*Espesores para un Pavimento Flexible*

| <b>ESPESORES</b> |            |             |             |             |
|------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Alternativa      | 1          | 2           | 3           | 4           |
| SN anidado       | 1.88       | 1.88        | 1.88        | 1.88        |
| SN obtenido      | 2.52       | 2.17        | 2.34        | 2.83        |
| D <sub>1</sub>   | 2.50 cm    | 2.50 cm     | 5.00 cm     | 5.00 cm     |
| D <sub>2</sub>   | 25.00 cm   | 20.00 cm    | 15.00 cm    | 20.00 cm.   |
| D <sub>3</sub>   | 17.00 cm.  | 15.00 cm    | 15.00 cm    | 20.00 cm.   |
| DATOS            | TABLAS MTC | ITERACIONES | ITERACIONES | ITERACIONES |
| OBSERVACIONES    | CUMPLE     | CUMPLE      | CUMPLE      | CUMPLE      |

Fuente: Elaboración Propia.

La primera propuesta se tomó en base a lo descrito por el manual del MTC en su catálogo de estructuras para un micropavimento, tomando como criterio el CBR de la subrasante y el tipo de tráfico vehicular. En la figura N° 18 se visualiza dicho criterio.

**CATALOGO DE ESTRUCTURAS MICROPAVIMENTO**  
**PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS**

| EE                 |  | 75,001-150,000 | 150,001-300,000 | 300,001-500,000 | 500,001-750,000 | 750,001-1'000,000 |
|--------------------|--|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| CBR%               | $M_r = 2555 \times CBR^{0.64}$                   |                |                 |                 |                 |                   |
| < 6%               | < 8,040psi (55.4MPa)                             |                |                 |                 |                 |                   |
| > 6%<br>CBR < 10%  | > 8,040psi (55.4MPa)<br>< 11,150psi (76.9MPa)    |                |                 |                 |                 |                   |
| > 10%<br>CBR < 20% | > 11,150psi (76.9MPa)<br>< 17,380psi (119.8MPa)  |                |                 |                 |                 |                   |
| > 20%<br>CBR < 30% | > 17,380psi (119.8MPa)<br>< 22,530psi (155.3MPa) |                |                 |                 |                 |                   |
| CBR > 30%          | > 22,530psi (155.3MPa)                           |                |                 |                 |                 |                   |

Figura 18: Estructuras de un micropavimento.

## CONCLUSIONES

- Del estudio físico mecánico realizado para el diseño de un pavimento se extrajeron 8 muestras o pozos explorativos del nivel sub rasante; cada muestra fue extraída cada 1 kilómetro y a una profundidad de 1.5 metros. Se obtuvieron en las calicatas 1 y 2 un suelo arcilloso de baja plasticidad con arena cuya clasificación SUCS pertenece al grupo CL y su clasificación AASHTO fue del tipo A-7-6 (13); en las calicatas 3,4,6,7 y 8 se obtuvo un suelo gravo arcilloso con arena cuya clasificación SUCS pertenece al grupo GC y su clasificación AASHTO fue del tipo A-2-7 (0), y finalmente en la calicata 5 se obtuvo un suelo areno arcilloso con grava cuya clasificación SUCS pertenece al grupo SC y su clasificación AASHTO fue del tipo A-2-6 (1).
- Todas las calicatas exploradas no presentaron altos porcentajes de humedad siendo el valor más alto obtenido el de la calicata 6 con un valor de 5.02%. En cuanto a los valores de CBR se obtuvieron valores al 95% con una penetración de 0.1", dichos valores se visualizan en la tabla N° 34.

Tabla 34:  
Valores de CBR.

| CALICATA   | CBR 0.1" |      | CBR 0.2" |      |
|------------|----------|------|----------|------|
|            | 100%     | 95%  | 100%     | 95%  |
| CALICATA 1 | -        | -    | -        | -    |
|            | 12.3     | 10.4 | 16.4     | 13.8 |
| CALICATA 2 | -        | -    | -        | -    |
|            | 12.6     | 10.0 | 16.8     | 13.2 |
| CALICATA 3 | -        | -    | -        | -    |
|            | 38.6     | 30.2 | 51.5     | 40.0 |
| CALICATA 4 | -        | -    | -        | -    |
|            | 33.3     | 25.4 | 44.4     | 34.0 |
| CALICATA 5 | -        | -    | -        | -    |
|            | 15.7     | 10.6 | 20.9     | 14.0 |
| CALICATA 6 | -        | -    | -        | -    |



|            |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|
|            | 22.5 | 16.6 | 29.9 | 21.9 |
| CALICATA 7 | -    | -    | -    | -    |
|            | 36.5 | 27.0 | 48.7 | 36.0 |
| CALICATA 8 | -    | -    | -    | -    |
|            | 32.9 | 25.1 | 43.9 | 33.6 |

Fuente: Elaboración propia.

- En el estudio de tráfico vehicular elaborado en la zona se puede observar que el día con mayor actividad durante el periodo evaluado del día 13/01/2020 al 19/01/2020 fue el día lunes con un volumen vehicular de 37 veh. /día. La distribución vehicular que se presenta en la carretera analizada nos arroja un alto índice de incidencia en los vehículos denominados COMBI RURAL quienes representan el 58.82 % de todo el volumen vehicular demandante.

### TOTAL DE VEHÍCULOS / DÍA

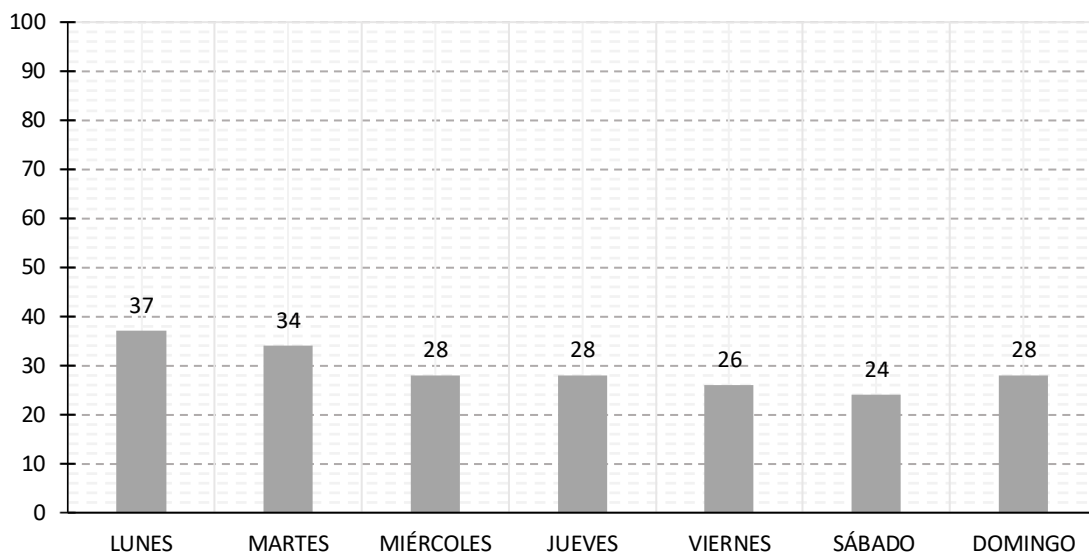


Figura 19: Total de vehículos.

- Así también el estudio de tráfico vehicular en el periodo actual representa un total de 223 vehículos, teniendo en cuenta el tráfico proyectado de 20 años se obtuvo para el periodo del año 2040 un total de 292 vehículos bajo una tasa de crecimiento de vehículos de pasajeros del 1.26% y una tasa de crecimiento de vehículos de carga

del 2.83%. Con la data obtenida del estudio de tráfico se realizó el cálculo de ejes equivalentes obteniendo un valor de 317,051.62 EE. Bajo un criterio conservador se tomó como valor final 320,000.00 EE.

- Del estudio de las canteras realizado se puede observar que la cantera km. 0+860 ofrece un material a considerar para la carpeta Sub base, así como el material ofrecido y analizado de la cantera Carabamaba para una carpeta Base. Todos los parámetros fueron establecidos bajo la metodología descrita por el MTC en el manual de Ensayos de laboratorio y teniendo en consideración que el proyecto será ejecutado con una altitud mayor a los 3000 msnm. Los parámetros considerados para cada carpeta y sus resultados son expresados en la siguiente tabla N° 35.

Tabla 35:  
*Cuadro comparativo de carpeta base y sub base de las canteras analizadas.*

| Cantera                  | Material    | Ensayo                        | Norma     | Requisitos                 |           | Material Analizado |       |
|--------------------------|-------------|-------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|--------------------|-------|
| Km.<br>0+860             | Sub<br>base | Granulometría<br>por tamizado | MTC E 107 | 2"                         | 100       | 100.00             |       |
|                          |             |                               |           | 1"                         | -         | 85.10              |       |
|                          |             |                               |           | 3/8"                       | 30-65     | 56.93              |       |
|                          |             |                               |           | N° 4                       | 25-55     | 42.99              |       |
|                          |             |                               |           | N°10                       | 15-40     | 29.75              |       |
|                          |             |                               |           | N°40                       | 8-20      | 15.02              |       |
|                          |             |                               |           | N°200                      | 2-8       | 6.96               |       |
|                          |             |                               |           | Abrasión de<br>los ángeles | MTC E 207 | 50% máx            | 39.00 |
|                          |             |                               |           | CBR                        | MTC E 132 | 40% mín.           | 68.93 |
|                          |             |                               |           | Límite Líquido             | MTC E 110 | 25% máx            | 23.47 |
| Índice de<br>plasticidad | MTC E 111   | 4% máx                        | 5.29      |                            |           |                    |       |
| Sales solubles           | MTC E 219   | 1% máx                        | 0.04      |                            |           |                    |       |

|               |      |  |                |   |                |         |
|---------------|------|--|----------------|---|----------------|---------|
| CARAB<br>AMBA | Base | Partículas<br>Chatas y<br>alargadas        | ASTM D<br>4791 | 20% máx                                   | 4.70           |         |
|               |      | Durabilidad al<br>sulfato de<br>magnesio   | MTC E 209      | 18%                                       | 18.00%         |         |
|               |      | Granulometría<br>por tamizado              | MTC E 107      | 2"  | 100            | 100.00  |
|               |      |  |                | 1"  | 75-95          | 98.57   |
|               |      |  |                | 3/8"                                      | 40-75          | 70.16   |
|               |      |  |                | N° 4                                      | 30-60          | 49.70   |
|               |      |  |                | N°10                                      | 2045           | 34.76   |
|               |      |  |                | N°40                                      | 15-30          | 22.95   |
|               |      | Abrasión de<br>los ángeles                 | MTC E 207      | 40% máx                                   | 28.40          |         |
|               |      |  |                | Partículas con<br>una cara<br>fracturada. | MTC E 210      | 80% mín |
|               |      | Partículas con<br>dos caras<br>fracturadas | MTC E 210      | 50% mín                                   | 50.00          |         |
|               |      |  |                | Partículas<br>Chatas y<br>alargadas       | ASTM D<br>4791 | 20% máx |
|               |      | CBR  | MTC E 132      | 80% mín.                                  | 83.28          |         |
|               |      | Índice de<br>plasticidad                   | MTC E 111      | 2% máx                                    | 2.39           |         |
|               |      | Sales solubles                             | MTC E 219      | 0.5% máx                                  | 0.03           |         |
|               |      | Durabilidad al<br>sulfato de<br>magnesio   | MTC E 209      | 15%                                       | 15.00%         |         |

Fuente: Elaboración Propia.

- En el diseño de pavimento flexible desarrollado para el tramo de carretera DV-LI119 bajo la metodología AASHTO-93, se obtuvieron las variables descritas en la tabla N° 36.

Tabla 36:  
Variables de diseño de pavimento flexible.

| <b>VARIABLES DE DISEÑO</b>                          |               |
|---|---------------|
| a. Ejes Equivalentes de diseño<br>( $W_{18}$ )      | 320,000.00 EE |
| b. Tipo de Tráfico Pesado                           | TP2           |
| c. Periodo de diseño (T)                            | 20 años       |
| d. Nivel de Confiabilidad (R)                       | 75%           |
| e. Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ )             | -0.674        |
| f. Desviación Estándar Combinada<br>( $S_0$ )       | 0.45          |
| g. Diferencial de servicialidad ( $\Delta PSI$ )    | 1.8           |
| h. Módulo resiliente de la Sub<br>rasante ( $M_R$ ) | 17,051.522    |

Fuente: Elaboración propia.

- El número estructural considerado para el diseño de pavimento flexible fue considera en base a lo obtenido en el programa AASHTO-93 cuyo valor resultante fue de 1.88. Con dicho valor de número estructural y las variables consideradas para el diseño se concluye un espesor de capa de rodadura de 2.5 cm, un espesor de la carpeta base de 20 cm. y una carpeta sub base con espesor de 15 cm.

### DETALLE DE PAVIMENTO

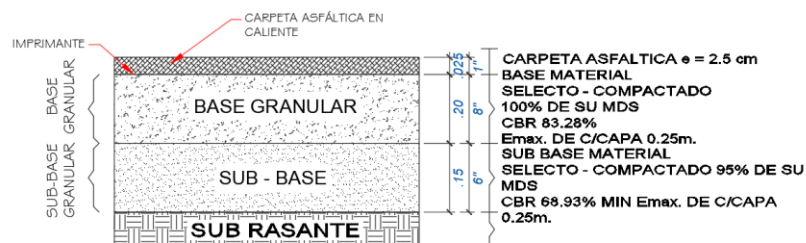


Figura 20: Espesores para el pavimento flexible diseñado.

## **RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda que las canteras analizadas de Km. 0+860 y Carabamba sean formalizadas bajo un ente reguladora con la finalidad de normalizar el material extraído.
- Se recomienda realizar antes de la construcción del pavimento un estudio económico, dependiendo del plazo que se halla tomado en consideración después de haber realizado el presente proyecto, debido a que los valores considerados en el diseño pueden sufrir ciertos cambios por el desfase de tiempos.
- Se recomienda realizar un diseño de impacto ambiental con la finalidad de prevenir los futuros cambios surgidos por el diseño del pavimento.
- Se recomienda a los gobiernos locales encargados, que elaboren un plan de gestión para determinar los periodos de mantenimiento de la vía y así conservar la vida útil del pavimento.
- Se recomienda realizar los ensayos de Durabilidad al sulfato de magnesio, partículas con una cara fracturada y partículas con dos caras fracturadas en un laboratorio puesto que los índices considerados fueron teóricamente debido a la coyuntura de aislamiento social que afronta el país.

## REFERENCIAS

- Acurio, J. (2016). *Ingeniería de Pavimentos*, 1ra – 2da – 5ta Edición. Lima. Editorial ICG.
- Cabrera, S. & Wagner, V. (2018). *“Diseño de Pavimento Flexible Tramo KM 5+257 al km 3+560 Centro Poblado el Higo Distrito Pimentel - San José, Provincia de Chiclayo – Lambayeque 2019”*. Tesis de titulación Ingeniería Civil. Universidad César Vallejo. Perú, Trujillo.
- ICG. (2015). *Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección: suelos y pavimentos*. Lima: Instituto de la construcción y gerencia.
- ICG. (2013). *Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción*. Lima: Instituto de la construcción y gerencia.
- Gómez, S. (2014). *“Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo - La Libertad” Propuso determinar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo – La Libertad.*”. Tesis de Titulación Ingeniería Civil. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú, Trujillo.
- Salamanca, M. & Arturo, S. (2014). *“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 las abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del Cesar, Bogotá”*. Tesis de Especialización de Pavimentos. Universidad Católica de Colombia. Colombia, Bogotá.
- Suárez, J. (2017). *“Diseño de la estructura de un pavimento flexible por medio de la implementación del método aastho-93, para la ampliación del costado occidental de la autopista norte desde la calle 245 (El Buda)*

*hasta la caro*". Tesis de Especialización de Pavimentos. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia, Bogotá.

Torres, P. & Pérez, D. (2017). *"Diseño de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en el AA. HH Ampliación Túpac Amaru, distrito de Chiclayo, provincia Chiclayo, región Lambayeque"*. Tesis de titulación Ingeniería Civil. Universidad César Vallejo. Perú, Chiclayo.

López, L. (2017). *Diseño de pavimento flexible de las calles del AA.HH. Nuevo Indoamérica*, del distrito de La Esperanza – Trujillo – La Libertad.

Monteja, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos, 1ra – 2da – Edición. Bogotá. Editorial UCC.

MINSA (2020). Coronavirus en el Perú: Casos Confirmados. Recuperado en <https://www.gob.pe/minsa/>.

**ANEXOS**

# **PERFIL ESTATIGRÁFICO**





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR  
ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**I. Datos Generales:**

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| TESIS       | : | Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| UBICACIÓN   | : | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| CALICATAS   | : | PC 08   |
| PROFUNDIDAD | : | 1.30 m.   |
| BACHILLERES | : | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| FECHA       | : | Trujillo, Enero del 2020  |

| EXC.     | Prof. (m) | Esp.(m) | DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA   | Símbolo | Observ.                                   |
|----------|-----------|---------|--|---------|---|
| <b>1</b> | -0.20     | 0.20    | Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.  |         | <b>EXCAVACIÓN<br/>A CIELO<br/>ABIERTO</b> |
| <b>2</b> | -1.30     | 1.10    | Grava Arcillosa (GC) mezclado con piedras medianas, color marrón oscuro y con un contenido de humedad 4.07%. Estrato de un color marrón oscuro |         |   |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR  
ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**I. Datos Generales:**

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| TESIS       | : | Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| UBICACIÓN   | : | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| CALICATAS   | : | PC 02   |
| PROFUNDIDAD | : | 1.30 m.   |
| BACHILLERES | : | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| FECHA       | : | Trujillo, Enero del 2020  |

| EXC. | Prof. (m) | Esp.(m) | DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA   | Símbolo | Observ.                                   |
|------|-----------|---------|--|---------|---|
| 1    | -0.15     | 0.15    | Material superficialmente suelto con presencia de piedras medianas y raíces secas.   |         | <b>EXCAVACIÓN<br/>A CIELO<br/>ABIERTO</b> |
| 2    | -1.30     | 1.15    | Arcilla de Baja Plasticidad (CL) mezclado con piedras medianas, con un contenido de humedad de 3.44%. Estrato de un color naranja oscuro | CL      |   |




**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR  
ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**I. Datos Generales:**

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| TESIS       | : | Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| UBICACIÓN   | : | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| CALICATAS   | : | PC 03   |
| PROFUNDIDAD | : | 1.30 m.   |
| BACHILLERES | : | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| FECHA       | : | Trujillo, Enero del 2020  |

| EXC.     | Prof. (m) | Esp.(m) | DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA   | Símbolo   | Observ.                                   |
|----------|-----------|---------|--|---|---|
| <b>1</b> | -0.20     | 0.20    | Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.  |   | <b>EXCAVACIÓN<br/>A CIELO<br/>ABIERTO</b> |
| <b>2</b> | -1.30     | 1.10    | Grava Arcillosa (GC) mezclado con piedras medianas, color marrón oscuro y con un contenido de humedad 4.10%. Estrato de un color marrón oscuro |  |   |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR  
ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**I. Datos Generales:**

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| TESIS       | : | Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| UBICACIÓN   | : | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| CALICATAS   | : | PC 04   |
| PROFUNDIDAD | : | 1.20 m.   |
| BACHILLERES | : | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| FECHA       | : | Trujillo, Enero del 2020  |

| EXC.     | Prof. (m) | Esp.(m) | DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA  | Símbolo        | Observ.                                   |
|----------|-----------|---------|---|----------------|---|
| <b>1</b> | -0.20     | 0.20    | Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.   | [Symbol]       | <b>EXCAVACIÓN<br/>A CIELO<br/>ABIERTO</b> |
| <b>2</b> | -1.20     | 1.00    | Grava Arcillosa (GC) mezclado con piedras medianas, color marrón claro y con un contenido de humedad 4.33%. Estrato de un color marrón oscuro | [Symbol]<br>GC |   |




**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR  
ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**I. Datos Generales:**

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| TESIS       | : | Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| UBICACIÓN   | : | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| CALICATAS   | : | PC 05   |
| PROFUNDIDAD | : | 1.30 m.   |
| BACHILLERES | : | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| FECHA       | : | Trujillo, Enero del 2020  |

| EXC.     | Prof. (m) | Esp.(m) | DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA   | Símbolo   | Observ.                                   |
|----------|-----------|---------|--|---|---|
| <b>1</b> | -0.20     | 0.20    | Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.  |   | <b>EXCAVACIÓN<br/>A CIELO<br/>ABIERTO</b> |
| <b>2</b> | -1.30     | 1.10    | Arena Arcillosa (SC) mezclado con piedras medianas, color marrón oscuro y con un contenido de humedad 3.20%. Estrato de un color marrón oscuro |  |   |




**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR  
ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**I. Datos Generales:**

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| TESIS       | : | Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| UBICACIÓN   | : | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| CALICATAS   | : | PC 06   |
| PROFUNDIDAD | : | 1.30 m.   |
| BACHILLERES | : | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| FECHA       | : | Trujillo, Enero del 2020  |

| EXC.     | Prof. (m) | Esp.(m) | DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA   | Símbolo   | Observ.                                   |
|----------|-----------|---------|--|---|---|
| <b>1</b> | -0.20     | 0.20    | Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.  |   | <b>EXCAVACIÓN<br/>A CIELO<br/>ABIERTO</b> |
| <b>2</b> | -1.30     | 1.10    | Grava Arcillosa (GC) mezclado con piedras medianas, color marrón oscuro y con un contenido de humedad 5.02%. Estrato de un color marrón oscuro |  |   |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR  
ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**I. Datos Generales:**

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| TESIS       | : | Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| UBICACIÓN   | : | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| CALICATAS   | : | PC 07   |
| PROFUNDIDAD | : | 1.20 m.   |
| BACHILLERES | : | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| FECHA       | : | Trujillo, Enero del 2020  |

| EXC. | Prof. (m) | Esp.(m) | DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA  | Símbolo | Observ.                                   |
|------|-----------|---------|---|---------|---|
| 1    | -0.10     | 0.10    | Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.   |         | <b>EXCAVACIÓN<br/>A CIELO<br/>ABIERTO</b> |
| 2    | -1.20     | 1.10    | Grava Arcillosa (GC) mezclado con piedras medianas, color marrón claro y con un contenido de humedad 3.74%. Estrato de un color marrón oscuro |         |   |




**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR  
ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**I. Datos Generales:**

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| TESIS       | : | Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| UBICACIÓN   | : | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| CALICATAS   | : | PC 08   |
| PROFUNDIDAD | : | 1.30 m.   |
| BACHILLERES | : | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| FECHA       | : | Trujillo, Enero del 2020  |

| EXC.     | Prof. (m) | Esp.(m) | DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA   | Símbolo   | Observ.                                   |
|----------|-----------|---------|--|---|---|
| <b>1</b> | -0.20     | 0.20    | Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.  |   | <b>EXCAVACIÓN<br/>A CIELO<br/>ABIERTO</b> |
| <b>2</b> | -1.30     | 1.10    | Grava Arcillosa (GC) mezclado con piedras medianas, color marrón oscuro y con un contenido de humedad 4.07%. Estrato de un color marrón oscuro |  |   |



# **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

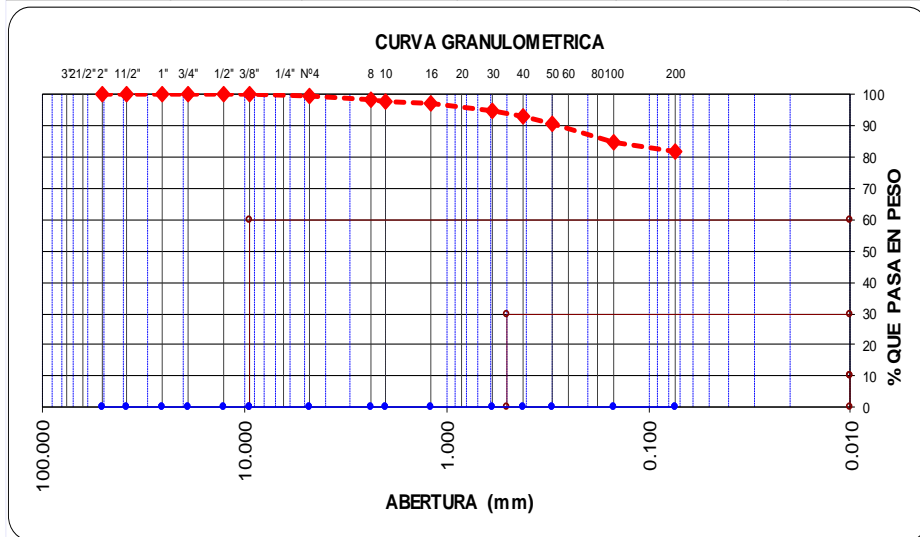
**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

**Calicata** : PC 01 - MUESTRA 1.

**Tipo de suelo** : Arcilla de baja plasticidad con arena.

Peso de muestra seca : 590.9  
 Peso de muestra lavada : 483.2

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION |          |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|----------|
|              |                 |               |                   |                     |            | Superior       | Inferior |
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1 1/2"       | 38.100          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1"           | 25.400          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 3/4"         | 19.050          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1/2"         | 12.700          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 3/8"         | 9.525           | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| Nº4          | 4.760           | 3.50          | 0.6               | 0.6                 | 99.41      |                |          |
| Nº8          | 2.380           | 4.90          | 0.8               | 1.4                 | 98.58      |                |          |
| Nº10         | 2.000           | 4.60          | 0.8               | 2.2                 | 97.80      |                |          |
| Nº16         | 1.190           | 5.50          | 0.9               | 3.1                 | 96.87      |                |          |
| Nº30         | 0.590           | 11.00         | 1.9               | 5.0                 | 95.01      |                |          |
| Nº40         | 0.420           | 12.60         | 2.1               | 7.1                 | 92.88      |                |          |
| Nº50         | 0.300           | 12.20         | 2.1               | 9.2                 | 90.81      |                |          |
| Nº100        | 0.149           | 35.30         | 6.0               | 15.2                | 84.84      |                |          |
| Nº200        | 0.074           | 18.10         | 3.1               | 18.2                | 81.77      |                |          |
| < Nº200      |                 | 483.20        | 81.8              | 100.0               | 0.00       |                |          |
| Total        |                 | 590.90        |                   |                     |            |                |          |



| Límites e Indices de Consistencia |              |
|-----------------------------------|--------------|
| L. Líquido                        | : 43.51      |
| L. Plástico                       | : 22.80      |
| Ind. Plástico                     | : 20.70      |
| Clas. SUCS                        | : CL         |
| Clas. AASHTO                      | : A-7-6 (13) |

| HUMEDAD NATURAL |         |
|-----------------|---------|
| Sh + Tara       | : 225.1 |
| Ss + Tara       | : 218.9 |
| Tara            | : 35.6  |
| Peso Agua       | : 6.2   |
| Peso Suelo Seco | : 183.3 |
| Humedad(%)      | : 3.36  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi

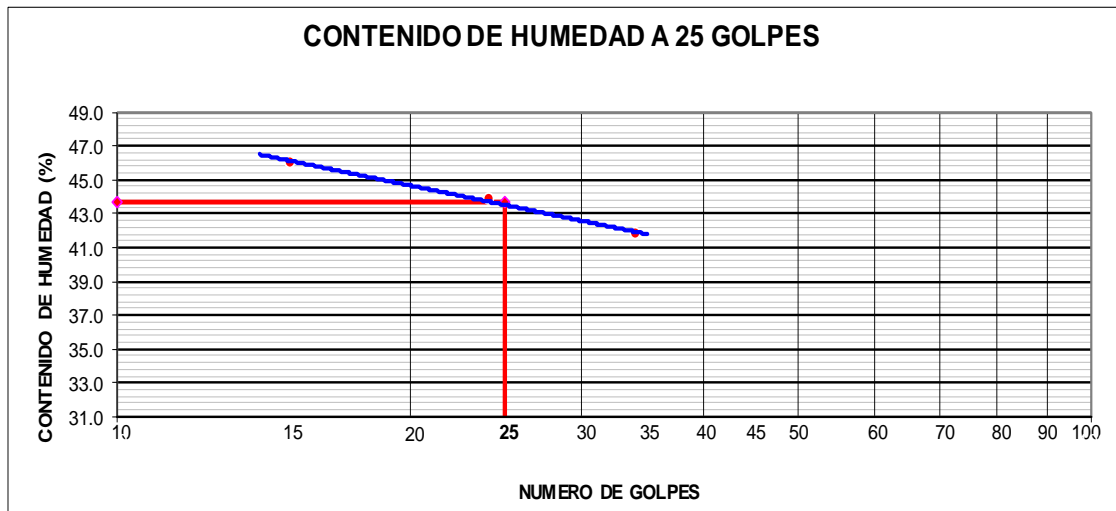
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Fecha : Trujillo, Enero del 2020

Calicata : PC 01 - MUESTRA 1

Tipo de suelo : Arcilla Medianamente Plástica

| Muestra                      | Límite Líquido |       |       |   | Límite Plástico |       |       |   |
|------------------------------|----------------|-------|-------|---|-----------------|-------|-------|---|
|                              | 15             | 24    | 34    | - | -               | -     | -     | - |
| Nº de golpes                 | 15             | 24    | 34    | - | -               | -     | -     | - |
| Peso tara (g)                | 15.94          | 19.79 | 23.44 | - | 20.86           | 22.90 | 22.41 | - |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 34.40          | 38.66 | 42.02 | - | 24.32           | 26.68 | 25.70 | - |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 28.58          | 32.90 | 36.54 | - | 23.68           | 25.99 | 25.08 | - |
| Humedad %                    | 46.04          | 43.94 | 41.81 | - | 22.70           | 22.33 | 23.38 | - |
| Límites                      | 43.51          |       |       |   | 22.80           |       |       |   |
| Índice Plástico              | 20.70          |       |       |   |                 |       |       |   |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |      |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 43.5 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 22.8 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 20.7 |



## UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO

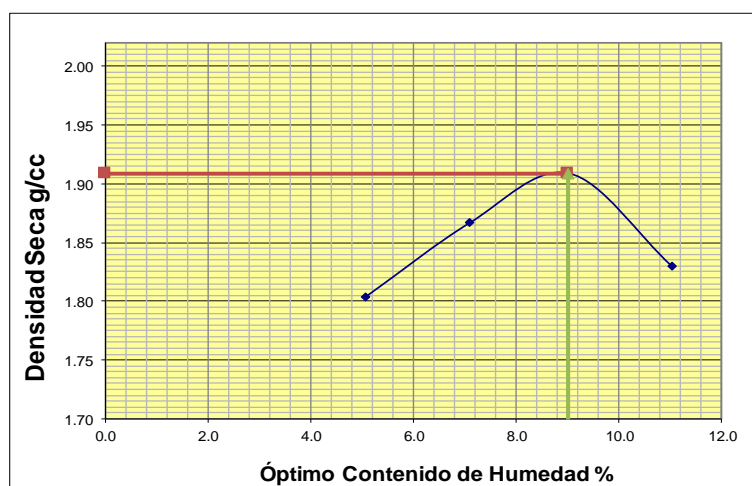
### FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

#### I. DATOS GENERALES

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>TESIS:</b>         | "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad" |
| <b>UBICACIÓN:</b>     | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.  |
| <b>CALICATA:</b>      | PC 01 - MUESTRA 1.   |
| <b>TIPO DE SUELO:</b> | Arcilla de baja plasticidad con arena.   |
| <b>BACHILLERES:</b>   | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.   |

#### II. DATOS TÉCNICOS

| Nº DE ENSAYO                          | 1       |        | 2       |        | 3       |        | 4       |        |
|---------------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Peso molde+Suelo Húmedo (g)           | 5863.60 |        | 5961.20 |        | 6038.00 |        | 5991.60 |        |
| Peso del Molde (g)                    | 4084.00 |        | 4084.00 |        | 4084.00 |        | 4084.00 |        |
| Peso Suelo Húmedo (g)                 | 1779.60 |        | 1877.20 |        | 1954.00 |        | 1907.60 |        |
| Volúmen del molde (cc)                | 939.00  |        | 939.00  |        | 939.00  |        | 939.00  |        |
| Densidad Suelo humedo (g/cc)          | 1.895   |        | 1.999   |        | 2.081   |        | 2.032   |        |
| Número de Tarro                       | 1       | 2      | 3       | 4      | 5       | 6      | 7       | 8      |
| Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada | 5.0%    |        | 7.0%    |        | 9.0%    |        | 11.0%   |        |
| Peso Tarro +Suelo humedo (g)          | 142.30  | 159.20 | 149.70  | 149.40 | 139.40  | 154.30 | 142.60  | 154.3  |
| Peso Tarro + Suelo Seco (g)           | 137.40  | 154.10 | 143.10  | 142.60 | 132.10  | 146.20 | 132.70  | 143.10 |
| Peso Tarro (g)                        | 42.60   | 51.20  | 49.20   | 47.50  | 51.80   | 55.60  | 42.90   | 41.50  |
| Peso del agua                         | 4.90    | 5.10   | 6.60    | 6.80   | 7.30    | 8.10   | 9.90    | 11.20  |
| Peso de suelo seco                    | 94.80   | 102.90 | 93.90   | 95.10  | 80.30   | 90.60  | 89.80   | 101.60 |
| Humedad (%)                           | 5.2     | 5.0    | 7.0     | 7.2    | 9.1     | 8.9    | 11.0    | 11.0   |
| Humedad promedio (%)                  | 5.063   |        | 7.090   |        | 9.016   |        | 11.024  |        |
| Densidad Seca (g/cc)                  | 1.804   |        | 1.867   |        | 1.909   |        | 1.830   |        |



|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| <b>METODO</b>                 | <b>A</b>    |
| <b>NUMERO DE CAPAS</b>        | <b>5</b>    |
| <b>NUMERO DE GOLPES</b>       | <b>25</b>   |
| <b>DSM (g/cm<sup>3</sup>)</b> | <b>1.91</b> |
| <b>OCH (%)</b>                | <b>9.02</b> |

| DATOS DEL MOLDE     |               |
|---------------------|---------------|
| <b>Nº:</b>          | <b>1</b>      |
| <b>PESO(g):</b>     | <b>4084.0</b> |
| <b>VOLUMEN(cc):</b> | <b>939.0</b>  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA** : PC 01 - MUESTRA 1.

**TIPO DE SUELO** : Arcilla de baja plasticidad con arena.

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

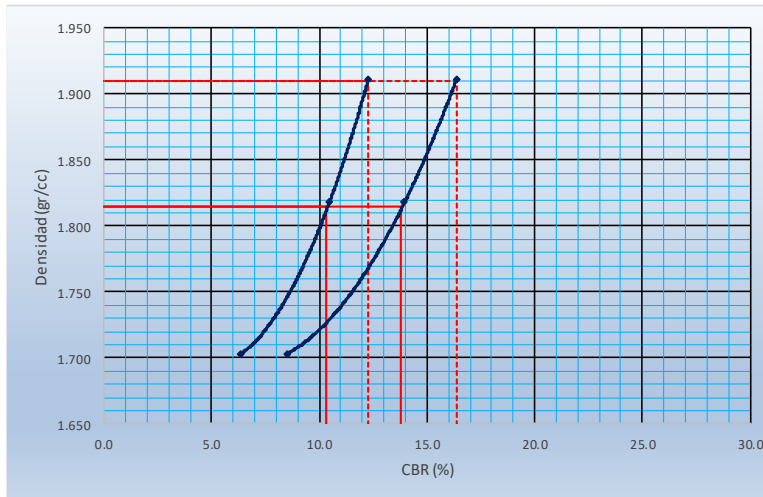
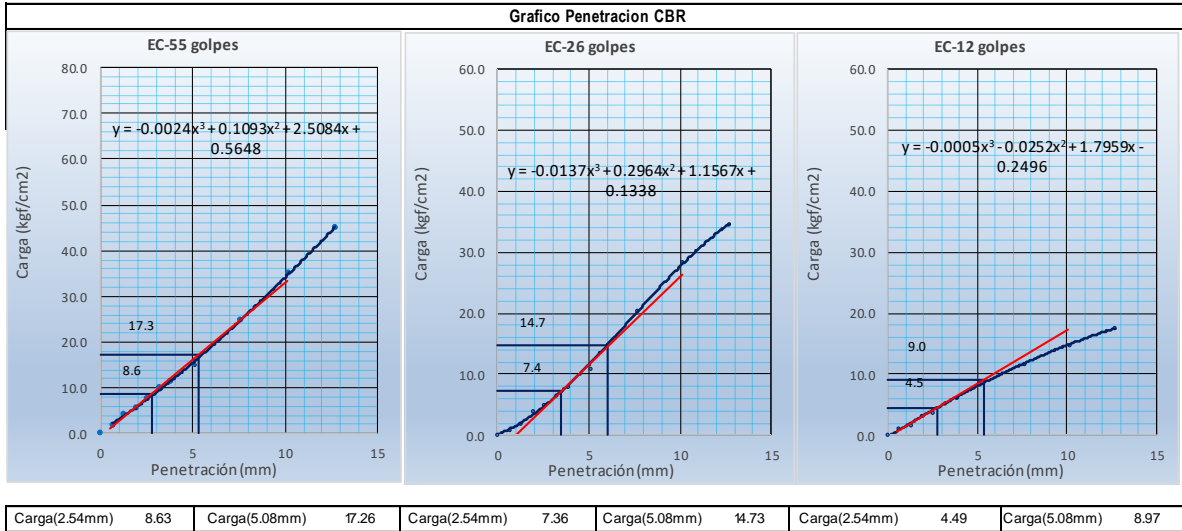
| Datos de la Muestra                     |                                   |                         |                    |           |                         |                    |           |   |                    |                      |          |  |
|---|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|--------------------|-----------|---|--------------------|----------------------|----------|--|
| Procedencia de Muestra                  | :                                 |                         |                    |           |                         |                    |           | Método Proctor                            | :                  | A                    |          |  |
| Tipo de Muestra                         | :                                 | ALTERADA                |                    |           |                         |                    |           | Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ) | :                  | 1.91                 |          |  |
|   |                                   |                         |                    |           |                         |                    |           | Óptimo cont. Humedad (%)                  | :                  | 9.02%                |          |  |
| Datos necesarios para el ensayo         |                                   |                         |                    |           |                         |                    |           |   |                    |                      |          |  |
| Preparación de muestra                  | :                                 | Húmeda                  |                    |           |                         |                    |           | Área Pistón de Penetración                | :                  | 20.2 cm <sup>2</sup> |          |  |
| Compactación de Especímenes             |                                   |                         |                    |           |                         |                    |           |   |                    |                      |          |  |
| <b>Molde Nº</b>                         | 1                                 |                         |                    | 2         |                         |                    | 3         |   |                    |                      |          |  |
| <b>Nº Capa</b>                          | 5                                 |                         |                    | 5         |                         |                    | 5         |   |                    |                      |          |  |
| <b>Golpes por capa Nº</b>               | 56                                |                         |                    | 26        |                         |                    | 12        |   |                    |                      |          |  |
| <b>Cond. de la muestra</b>              | Saturada                          |                         | Saturada           |           | Saturada                |                    | Saturada  |   | Saturada           |                      | Saturada |  |
| <b>Peso molde + Suelo húmedo</b>        | 12243                             |                         | 12243              |           | 12379                   |                    | 12379     |   | 12227              |                      | 12227    |  |
| <b>Peso de molde (g)</b>                | 8031                              |                         |                    | 8172      |                         |                    | 8308      |   |                    |                      |          |  |
| <b>Peso del suelo húmedo (g)</b>        | 4212                              |                         | 4212               |           | 4207                    |                    | 4207      |   | 3919               |                      | 3919     |  |
| <b>Volumen del molde (cc)</b>           | 2022                              |                         |                    | 2122      |                         |                    | 2110      |   |                    |                      |          |  |
| <b>Densidad húmeda (gr/cc)</b>          | 2.083                             |                         | 2.083              |           | 1.983                   |                    | 1.983     |   | 1.857              |                      | 1.857    |  |
| Contenido de humedad de los especímenes |                                   |                         |                    |           |                         |                    |           |   |                    |                      |          |  |
| <b>Tarro Nº</b>                         |                                   |                         |                    |           |                         |                    |           |   |                    |                      |          |  |
| <b>Tarro + Suelo húmedo (g)</b>         | 119.95                            |                         | 125.12             |           | 112.34                  |                    | 117.8     |   | 119.82             |                      | 116.44   |  |
| <b>Tarro + Suelo seco (g)</b>           | 112.03                            |                         | 117.02             |           | 105.16                  |                    | 110.21    |   | 112.02             |                      | 108.67   |  |
| <b>Peso del Agua (g)</b>                | 7.92                              |                         | 8.1                |           | 7.18                    |                    | 7.59      |   | 7.8                |                      | 7.77     |  |
| <b>Peso del tarro (g)</b>               | 24.25                             |                         | 27.14              |           | 25.82                   |                    | 26.47     |   | 25.49              |                      | 23.14    |  |
| <b>Peso del suelo seco (g)</b>          | 87.78                             |                         | 89.88              |           | 79.34                   |                    | 83.74     |   | 86.53              |                      | 85.53    |  |
| <b>Humedad (%)</b>                      | 9.02                              |                         | 9.01               |           | 9.05                    |                    | 9.06      |   | 9.01               |                      | 9.08     |  |
| <b>Densidad seca (g/cc)</b>             | 1.911                             |                         |                    | 1.818     |                         |                    | 1.703     |   |                    |                      |          |  |
| Expansión                               |                                   |                         |                    |           |                         |                    |           |   |                    |                      |          |  |
| Fecha                                   | Hora lec.                         | Hora                    | Dial               | Expansión |                         | Dial               | Expansión |   | Dial               | Expansión            |          |  |
|   |                                   |                         |                    | mm        | %                       |                    | mm        | %   |                    | mm                   | %        |  |
| 01/03/20                                | 12:22                             | 24                      | 12                 | 0.03      | 0.02                    | 21.00              | 0.05      | 0.04                                      | 28.00              | 0.07                 | 0.06     |  |
| 02/03/20                                | 12:20                             | 48                      | 28                 | 0.07      | 0.06                    | 44.00              | 0.11      | 0.09                                      | 51.00              | 0.13                 | 0.10     |  |
| 03/03/20                                | 12:25                             | 72                      | 39                 | 0.10      | 0.08                    | 54.00              | 0.14      | 0.11                                      | 68.00              | 0.17                 | 0.14     |  |
| 04/03/20                                | 12:23                             | 96                      | 51                 | 0.13      | 0.10                    | 72.00              | 0.18      | 0.14                                      | 81.00              | 0.21                 | 0.16     |  |
| Penetración                             |                                   |                         |                    |           |                         |                    |           |   |                    |                      |          |  |
| Penetración mm                          | Carga Estándar Kg/cm <sup>2</sup> | Molde de 56 golpes/capa |                    |           | Molde de 26 golpes/capa |                    |           | Molde de 12 golpes/capa                   |                    |                      |          |  |
|   |                                   | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida | Dial                                      | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida            |          |  |
| 0.63                                    |                                   | 36.00                   | 1.78               |           | 16.00                   | 0.79               |           | 20.00                                     | 0.99               |                      |          |  |
| 1.27                                    |                                   | 84.00                   | 4.16               |           | 37.00                   | 1.83               |           | 32.00                                     | 1.58               |                      |          |  |
| 1.90                                    |                                   | 116.00                  | 5.75               |           | 81.00                   | 4.01               |           | 62.00                                     | 3.07               |                      |          |  |
| 2.54                                    | 70.31                             | 157.00                  | 7.78               | 8.63      | 101.00                  | 5.00               | 7.36      | 75.00                                     | 3.71               | 4.49                 |          |  |
| 3.17                                    |                                   | 205.00                  | 10.15              |           | 133.00                  | 6.59               |           | 105.00                                    | 5.20               |                      |          |  |
| 3.81                                    |                                   | 231.00                  | 11.44              |           | 162.00                  | 8.02               |           | 128.00                                    | 6.34               |                      |          |  |
| 5.08                                    | 105.46                            | 305.00                  | 15.11              | 17.26     | 221.00                  | 10.95              | 14.73     | 175.00                                    | 8.67               | 8.97                 |          |  |
| 7.62                                    |                                   | 503.00                  | 24.91              |           | 410.00                  | 20.31              |           | 236.00                                    | 11.69              |                      |          |  |
| 10.16                                   |                                   | 710.00                  | 35.17              |           | 574.00                  | 28.43              |           | 296.00                                    | 14.66              |                      |          |  |
| 12.70                                   |                                   | 908.00                  | 44.97              |           | 697.00                  | 34.52              |           | 356.00                                    | 17.63              |                      |          |  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

- TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.II-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"
- UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.
- CALICATA** : PC 01 - MUESTRA 1.
- TIPO DE SUELO** : Arcilla de baja plasticidad con arena.
- BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.



| Proctor / Densidad Natural / O.C.H. |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Máxima Dens. Seca (g/cc)            | <b>1.910</b> |
| 95% de la M.D.S. (g/cc)             | <b>1.815</b> |
| Densidad Natural (g/cc)             | -            |
| Optimo Humedad (%)                  | 9.02%        |

| N golpes | E.B.R. (0.1") | C.B.R. (0.2") | Densidad |
|----------|---------------|---------------|----------|
| 56       | 12.3          | 16.4          | 1.911    |
| 26       | 10.5          | 14.0          | 1.818    |
| 12       | 6.4           | 8.5           | 1.703    |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.1") |             |
|-----------------------------|-------------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 12.3        |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | <b>10.4</b> |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.2") |             |
|-----------------------------|-------------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 16.4        |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | <b>13.8</b> |

|                       |      |
|-----------------------|------|
| <b>% de Expansión</b> | BAJA |
|-----------------------|------|



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera  
 tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

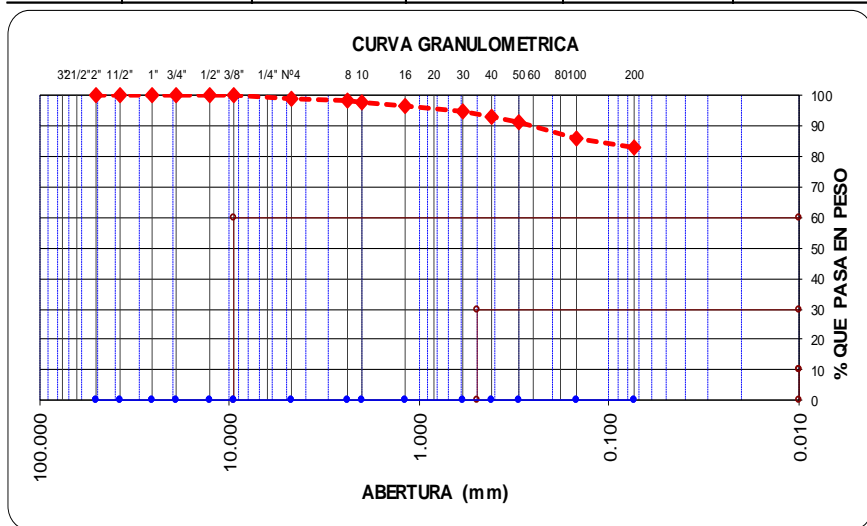
**Calicata** : PC 02 - MUESTRA 2.

**Tipo de suelo** : Arcilla de baja plasticidad con arena

Peso de muestra seca : 580.1

Peso de muestra lavada : 481.7

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION |          |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|----------|
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | Límites        |          |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | Superior       | Inferior |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1 1/2"       | 38.100          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1"           | 25.400          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 3/4"         | 19.050          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1/2"         | 12.700          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 3/8"         | 9.525           | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| Nº4          | 4.760           | 5.00          | 0.9               | 0.9                 | 99.14      |                |          |
| Nº8          | 2.380           | 6.10          | 1.1               | 1.9                 | 98.09      |                |          |
| Nº10         | 2.000           | 2.30          | 0.4               | 2.3                 | 97.69      |                |          |
| Nº16         | 1.190           | 6.50          | 1.1               | 3.4                 | 96.57      |                |          |
| Nº30         | 0.590           | 12.10         | 2.1               | 5.5                 | 94.48      |                |          |
| Nº40         | 0.420           | 8.50          | 1.5               | 7.0                 | 93.02      |                |          |
| Nº50         | 0.300           | 11.70         | 2.0               | 9.0                 | 91.00      |                |          |
| Nº100        | 0.149           | 30.40         | 5.2               | 14.2                | 85.76      |                |          |
| Nº200        | 0.074           | 15.80         | 2.7               | 17.0                | 83.04      |                |          |
| < Nº200      |                 | 481.70        | 83.0              | 100.0               | 0.00       |                |          |
| Total        |                 | 580.10        |                   |                     |            |                |          |



| Límites e Índices de Consistencia |              |
|-----------------------------------|--------------|
| L. Líquido                        | : 43.51      |
| L. Plástico                       | : 22.80      |
| Ind. Plástico                     | : 20.70      |
| Clas. SUCS                        | : CL         |
| Clas. AASHTO                      | : A-7-6 (13) |

| HUMEDAD NATURAL |         |
|-----------------|---------|
| Sh + Tara       | : 226.2 |
| Ss + Tara       | : 219.8 |
| Tara            | : 35.6  |
| Peso Agua       | : 6.3   |
| Peso Suelo Seco | : 184.2 |
| Humedad(%)      | : 3.44  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi

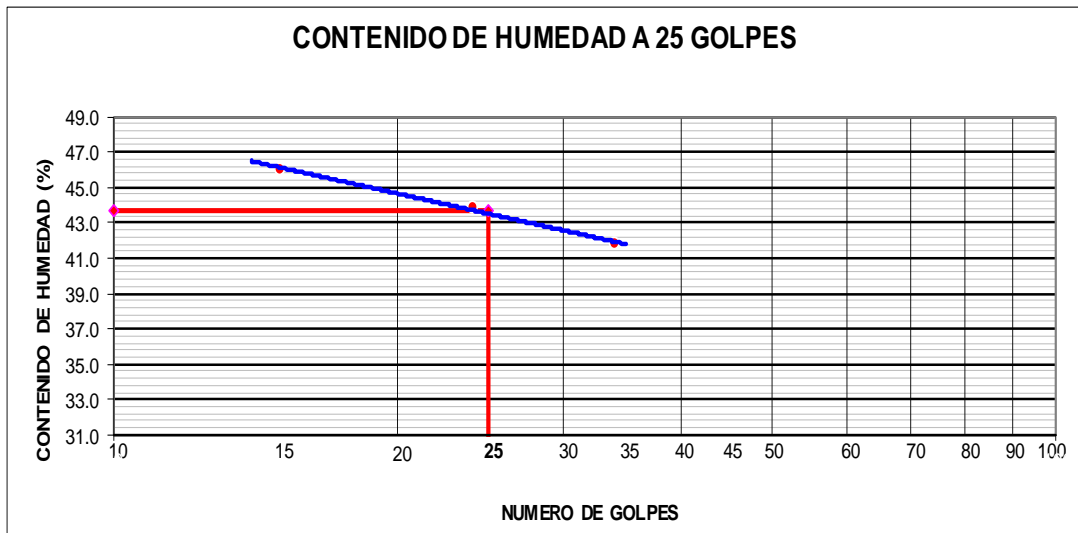
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Fecha : Trujillo, Enero del 2020

Calicata : PC 02 - MUESTRA 2.

Tipo de suelo : Arcilla Medianamente Plástica

| Muestra                      | Límite Líquido |       |       |   | Límite Plástico |       |       |   |
|------------------------------|----------------|-------|-------|---|-----------------|-------|-------|---|
| Nº de golpes                 | 15             | 24    | 34    | - | -               | -     | -     | - |
| Peso tara (g)                | 15.94          | 19.79 | 23.44 | - | 20.86           | 22.90 | 22.41 |   |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 34.40          | 38.66 | 42.02 | - | 24.32           | 26.68 | 25.70 |   |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 28.58          | 32.90 | 36.54 | - | 23.68           | 25.99 | 25.08 |   |
| Humedad %                    | 46.04          | 43.94 | 41.81 | - | 22.70           | 22.33 | 23.38 |   |
| Límites                      | 43.51          |       |       |   | 22.80           |       |       |   |
| Índice Plástico              | 20.70          |       |       |   |                 |       |       |   |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |      |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 43.5 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 22.8 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 20.7 |





## UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO

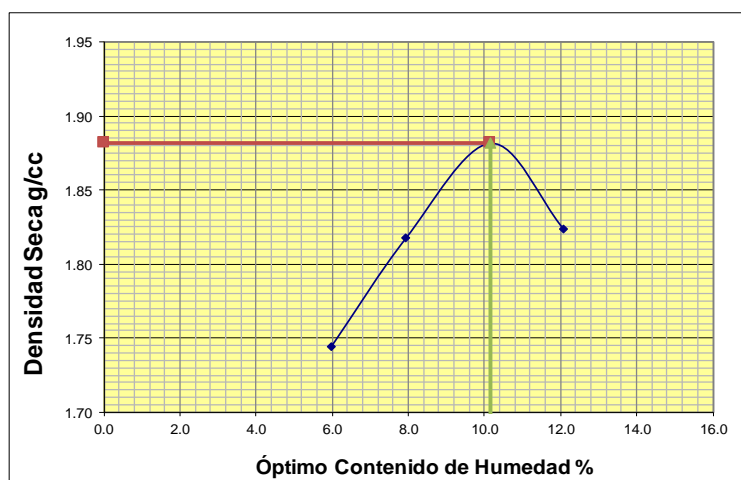
### FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

#### I. DATOS GENERALES

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>TESIS:</b>         | "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad" |
| <b>UBICACIÓN:</b>     | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.  |
| <b>CALICATA:</b>      | PC 02 - MUESTRA 2.   |
| <b>TIPO DE SUELO:</b> | Arcilla de baja plasticidad con arena.   |
| <b>BACHILLERES:</b>   | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.   |

#### II. DATOS TÉCNICOS

| Nº DE ENSAYO                               | 1            |        | 2            |        | 3             |        | 4             |        |
|--|--------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| Peso molde+Suelo Húmedo (g)                | 5573.00      |        | 5678.00      |        | 5781.00       |        | 5754.00       |        |
| Peso del Molde (g)                         | 3860.00      |        | 3860.00      |        | 3860.00       |        | 3860.00       |        |
| Peso Suelo Húmedo (g)                      | 1713.00      |        | 1818.00      |        | 1921.00       |        | 1894.00       |        |
| Volúmen del molde (cc)                     | 926.60       |        | 926.60       |        | 926.60        |        | 926.60        |        |
| <b>Densidad Suelo húmedo (g/cc)</b>        | <b>1.849</b> |        | <b>1.962</b> |        | <b>2.073</b>  |        | <b>2.044</b>  |        |
| Número de Tarro                            | 1            | 2      | 3            | 4      | 5             | 6      | 7             | 8      |
| <b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b> | <b>6%</b>    |        | <b>8.0%</b>  |        | <b>10%</b>    |        | <b>12.0%</b>  |        |
| Peso Tarro +Suelo húmedo (g)               | 156.20       | 155.40 | 135.50       | 138.10 | 142.90        | 136.50 | 132.70        | 140.20 |
| Peso Tarro + Suelo Seco (g)                | 149.80       | 149.10 | 128.90       | 131.80 | 134.60        | 128.50 | 123.40        | 130.10 |
| Peso Tarro (g)                             | 41.50        | 45.50  | 46.60        | 51.80  | 52.20         | 50.50  | 46.80         | 45.90  |
| Peso del agua                              | 6.40         | 6.30   | 6.60         | 6.30   | 8.30          | 8.00   | 9.30          | 10.10  |
| Peso de suelo seco                         | 108.30       | 103.60 | 82.30        | 80.00  | 82.40         | 78.00  | 76.60         | 84.20  |
| Humedad (%)                                | 5.9          | 6.1    | 8.0          | 7.9    | 10.1          | 10.3   | 12.1          | 12.0   |
| <b>Humedad promedio (%)</b>                | <b>5.995</b> |        | <b>7.947</b> |        | <b>10.165</b> |        | <b>12.068</b> |        |
| <b>Densidad Seca (g/cc)</b>                | <b>1.744</b> |        | <b>1.818</b> |        | <b>1.882</b>  |        | <b>1.824</b>  |        |



| METODO                   | A     |
|--------------------------|-------|
| NUMERO DE CAPAS          | 5     |
| NUMERO DE GOLPES         | 25    |
| DSM (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.88  |
| OCH (%)                  | 10.17 |

| DATOS DEL MOLDE |        |
|-----------------|--------|
| Nº:             | 1      |
| PESO(g):        | 3860.0 |
| VOLUMEN(cc):    | 926.6  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA** : PC 02 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO** : Arcilla de baja plasticidad con arena.

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

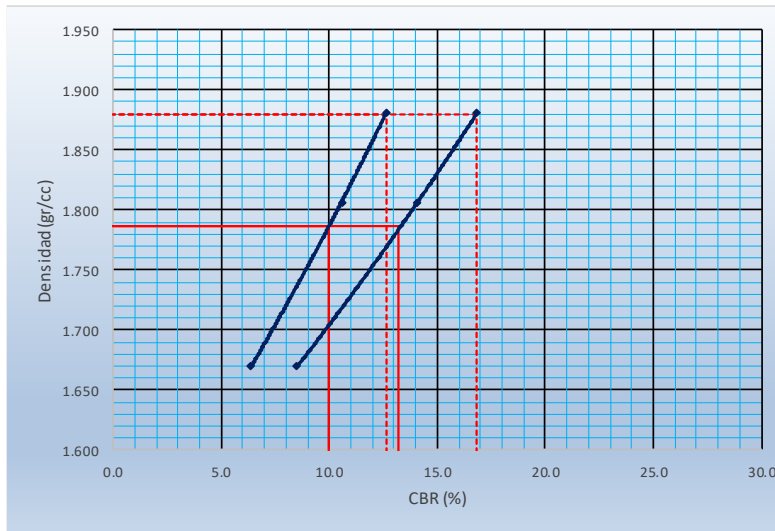
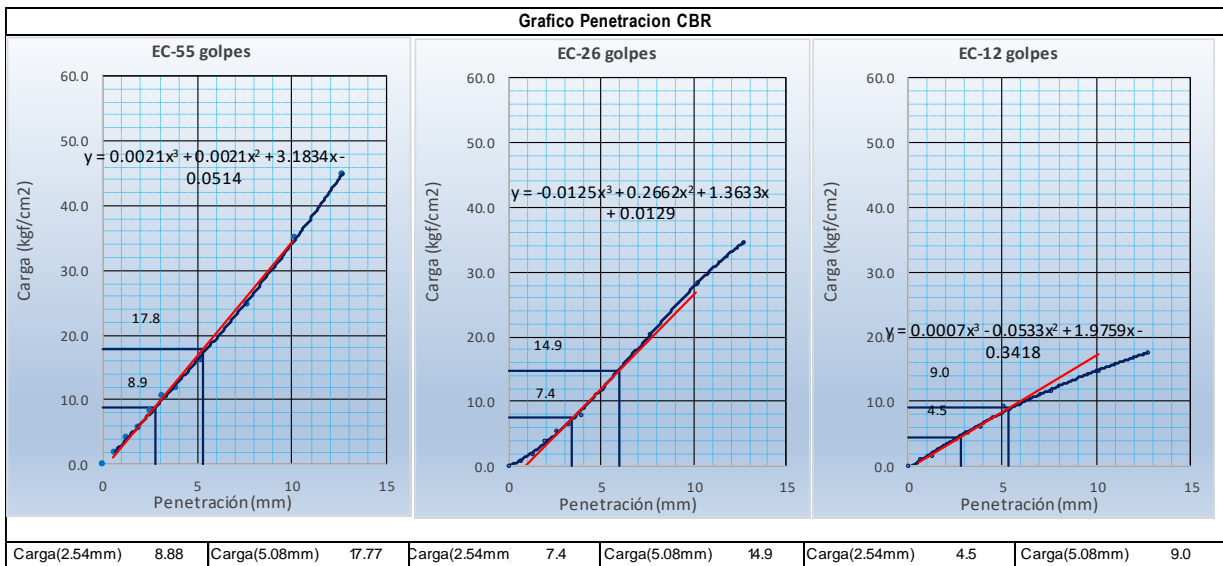
| Datos de la Muestra                     |                                   |                         |                               |           |                         |                    |           |                         |                    |           |      |
|---|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|--------------------|-----------|------|
| Procedencia de Muestra                  | :                                 |                         | Método Proctor                | :         | A                       |                    |           |                         |                    |           |      |
| Tipo de Muestra                         | :                                 | alterada                | Máxima densidad seca (gr/cm3) | :         | 1.88                    |                    |           |                         |                    |           |      |
| Uso de Muestra                          | :                                 |                         | Óptimo cont. Humedad (%)      | :         | 10.17%                  |                    |           |                         |                    |           |      |
| Datos necesarios para el ensayo         |                                   |                         |                               |           |                         |                    |           |                         |                    |           |      |
| Preparación de muestra                  | :                                 | Húmeda                  | Área Pistón de Penetración    | :         | 20.2 cm <sup>2</sup>    |                    |           |                         |                    |           |      |
| Compactación de Especímenes             |                                   |                         |                               |           |                         |                    |           |                         |                    |           |      |
| Molde Nº                                |                                   | 1                       |                               |           | 2                       |                    |           | 3                       |                    |           |      |
| Nº Capa                                 |                                   | 5                       |                               |           | 5                       |                    |           | 5                       |                    |           |      |
| Golpes por capa Nº                      |                                   | 56                      |                               |           | 26                      |                    |           | 12                      |                    |           |      |
| Cond. de la muestra                     |                                   | Saturada                | Saturada                      | Saturada  | Saturada                | Saturada           | Saturada  | Saturada                | Saturada           | Saturada  |      |
| Peso molde + Suelo húmedo               |                                   | 12220                   | 12220                         | 12395     | 12395                   | 12188              | 12188     | 12188                   | 12188              | 12188     |      |
| Peso de molde (gr)                      |                                   | 8031                    |                               |           | 8172                    |                    |           | 8308                    |                    |           |      |
| Peso del suelo húmedo (gr)              |                                   | 4189                    | 4189                          | 4223      | 4223                    | 3880               | 3880      | 3880                    | 3880               | 3880      |      |
| Volumen del molde (cc)                  |                                   | 2022                    |                               |           | 2122                    |                    |           | 2110                    |                    |           |      |
| Densidad húmeda (gr/cc)                 |                                   | 2.072                   | 2.072                         | 1.990     | 1.990                   | 1.839              | 1.839     | 1.839                   | 1.839              | 1.839     |      |
| Contenido de humedad de los especímenes |                                   |                         |                               |           |                         |                    |           |                         |                    |           |      |
| Tarro Nº                                |                                   |                         |                               |           |                         |                    |           |                         |                    |           |      |
| Tarro + Suelo húmedo (g.)               |                                   | 121.14                  | 104.93                        | 107.28    | 114.55                  | 111.52             | 125.33    | 111.52                  | 125.33             | 125.33    |      |
| Tarro + Suelo seco (g.)                 |                                   | 112.04                  | 97.77                         | 99.74     | 106.24                  | 103.5              | 116       | 103.5                   | 116                | 116       |      |
| Peso del Agua (g.)                      |                                   | 9.1                     | 7.16                          | 7.54      | 8.31                    | 8.02               | 9.33      | 8.02                    | 9.33               | 9.33      |      |
| Peso del tarro (g.)                     |                                   | 23.5                    | 26.51                         | 24.85     | 25.14                   | 23.93              | 24.76     | 23.93                   | 24.76              | 24.76     |      |
| Peso del suelo seco (g.)                |                                   | 88.54                   | 71.26                         | 74.89     | 81.1                    | 79.57              | 91.24     | 79.57                   | 91.24              | 91.24     |      |
| Humedad (%)                             |                                   | 10.28                   | 10.05                         | 10.07     | 10.25                   | 10.08              | 10.23     | 10.08                   | 10.23              | 10.23     |      |
| Densidad seca (gr/cc)                   |                                   | 1.881                   |                               |           | 1.807                   |                    |           | 1.669                   |                    |           |      |
| Expansión                               |                                   |                         |                               |           |                         |                    |           |                         |                    |           |      |
| Fecha                                   | Hora lec.                         | Hora                    | Dial                          | Expansión |                         | Dial               | Expansión |                         | Dial               | Expansión |      |
|   |                                   |                         |                               | mm        | %                       |                    | mm        | %                       |                    | mm        | %    |
| 03/03/20                                | 11:00                             | 24                      | 23                            | 0.06      | 0.05                    | 29.00              | 0.07      | 0.06                    | 36.00              | 0.09      | 0.07 |
| 04/03/20                                | 11:02                             | 48                      | 35                            | 0.09      | 0.07                    | 41.00              | 0.10      | 0.08                    | 51.00              | 0.13      | 0.10 |
| 05/03/20                                | 11:08                             | 72                      | 51                            | 0.13      | 0.10                    | 61.00              | 0.15      | 0.12                    | 70.00              | 0.18      | 0.14 |
| 06/03/20                                | 11:01                             | 96                      | 56                            | 0.14      | 0.11                    | 68.00              | 0.17      | 0.14                    | 84.00              | 0.21      | 0.17 |
| Penetración                             |                                   |                         |                               |           |                         |                    |           |                         |                    |           |      |
| Penetración mm                          | Carga Estándar Kg/cm <sup>2</sup> | Molde de 56 golpes/capa |                               |           | Molde de 26 golpes/capa |                    |           | Molde de 12 golpes/capa |                    |           |      |
|   |                                   | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup>            | Corregida | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida |      |
| 0.63                                    |                                   | 36.00                   | 1.78                          |           | 16.00                   | 0.79               |           | 20.00                   | 0.99               |           |      |
| 1.27                                    |                                   | 84.00                   | 4.16                          |           | 37.00                   | 1.83               |           | 32.00                   | 1.58               |           |      |
| 1.90                                    |                                   | 116.00                  | 5.75                          |           | 81.00                   | 4.01               |           | 62.00                   | 3.07               |           |      |
| 2.54                                    | 70.31                             | 167.00                  | 8.27                          | 8.88      | 111.00                  | 5.50               | 7.43      | 86.00                   | 4.26               | 4.49      |      |
| 3.17                                    |                                   | 217.00                  | 10.75                         |           | 133.00                  | 6.59               |           | 105.00                  | 5.20               |           |      |
| 3.81                                    |                                   | 240.00                  | 11.89                         |           | 162.00                  | 8.02               |           | 128.00                  | 6.34               |           |      |
| 5.08                                    | 105.46                            | 330.00                  | 16.34                         | 17.77     | 240.00                  | 11.89              | 14.87     | 189.00                  | 9.36               | 8.97      |      |
| 7.62                                    |                                   | 503.00                  | 24.91                         |           | 410.00                  | 20.31              |           | 236.00                  | 11.69              |           |      |
| 10.16                                   |                                   | 710.00                  | 35.17                         |           | 574.00                  | 28.43              |           | 296.00                  | 14.66              |           |      |
| 12.70                                   |                                   | 908.00                  | 44.97                         |           | 697.00                  | 34.52              |           | 356.00                  | 17.63              |           |      |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

- TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"
- UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.
- CALICATA** : PC 02 - MUESTRA 2.
- TIPO DE SUELO** : Arcilla de baja plasticidad con arena.
- BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.



| <b>Proctor / Densidad Natural / O.C.H.</b> |               |               |          |
|--|---------------|---------------|----------|
| Máxima Dens. Seca (gr/cc)                  | <b>1.880</b>  |               |          |
| 95% de la M.D.S. (gr/cc)                   | <b>1.786</b>  |               |          |
| Densidad Natural (gr/cc)                   | -             |               |          |
| Optimo Humedad (%)                         | 10.17%        |               |          |
| N golpes                                   | C.B.R. (0.1") | C.B.R. (0.2") | Densidad |
| 55   | 12.6          | 16.8          | 1.881    |
| 26   | 10.6          | 14.1          | 1.807    |
| 12   | 6.4           | 8.5           | 1.669    |
| <b>RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")</b>         |               |               |          |
| C.B.R. al 100% de la M.D.S.                | 12.6          |               |          |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.                 | <b>10.0</b>   |               |          |
| <b>RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")</b>         |               |               |          |
| C.B.R. al 100% de la M.D.S.                | 16.8          |               |          |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.                 | <b>13.2</b>   |               |          |
| <b>% de Expansión</b>                      |               | Bajo          |          |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

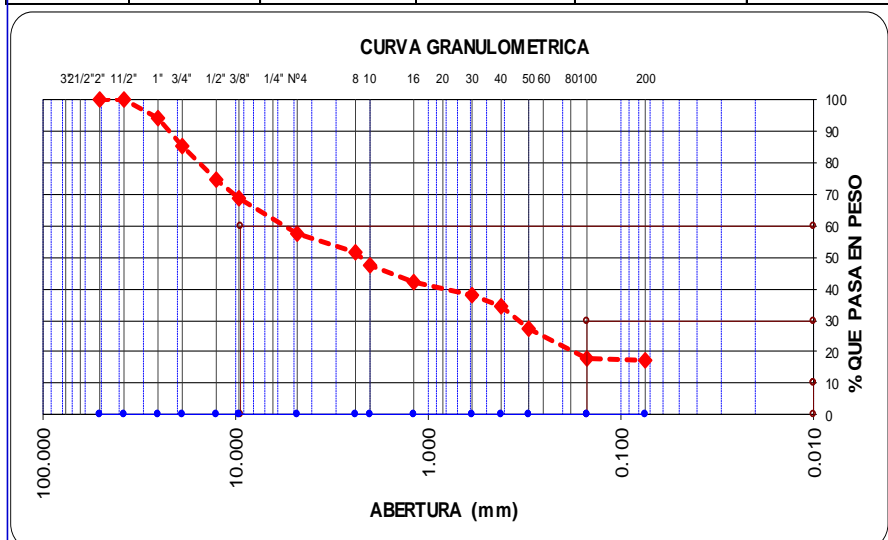
**Calicata** : PC 03 - MUESTRA 2.

**Tipo de suelo** : Grava arcillosa con arena

Peso de muestra seca : 1534.2

Peso de muestra lavada : 265.4

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | Límites        |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |
| 1 1/2"       | 38.100          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |
| 1"           | 25.400          | 87.70         | 5.7               | 5.7                 | 94.28      |                |
| 3/4"         | 19.050          | 141.30        | 9.2               | 14.9                | 85.07      |                |
| 1/2"         | 12.700          | 156.40        | 10.2              | 25.1                | 74.88      |                |
| 3/8"         | 9.525           | 93.20         | 6.1               | 31.2                | 68.80      |                |
| Nº4          | 4.760           | 174.50        | 11.4              | 42.6                | 57.43      |                |
| Nº8          | 2.380           | 88.90         | 5.8               | 48.4                | 51.64      |                |
| Nº10         | 2.000           | 66.78         | 4.4               | 52.7                | 47.28      |                |
| Nº16         | 1.190           | 78.00         | 5.1               | 57.8                | 42.20      |                |
| Nº30         | 0.590           | 63.80         | 4.2               | 62.0                | 38.04      |                |
| Nº40         | 0.420           | 54.86         | 3.6               | 65.5                | 34.46      |                |
| Nº50         | 0.300           | 113.80        | 7.4               | 73.0                | 27.05      |                |
| Nº100        | 0.149           | 136.86        | 8.9               | 81.9                | 18.13      |                |
| Nº200        | 0.074           | 12.75         | 0.8               | 82.7                | 17.30      |                |
| < Nº200      |                 | 265.35        | 17.3              | 100.0               | 0.00       |                |
| Total        |                 | 1534.20       |                   |                     |            |                |



| Límites e Índices de Consistencia |             |
|-----------------------------------|-------------|
| L. Líquido                        | : 42.35     |
| L. Plástico                       | : 25.86     |
| Ind. Plástico                     | : 16.49     |
| Clas. SUCS                        | : GC        |
| Clas. AASHTO                      | : A-2-7 (0) |

| HUMEDAD NATURAL |         |
|-----------------|---------|
| Sh + Tara       | : 134.4 |
| Ss + Tara       | : 130.6 |
| Tara            | : 36.7  |
| Peso Agua       | : 3.8   |
| Peso Suelo Seco | : 93.9  |
| Humedad(%)      | : 4.10  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi

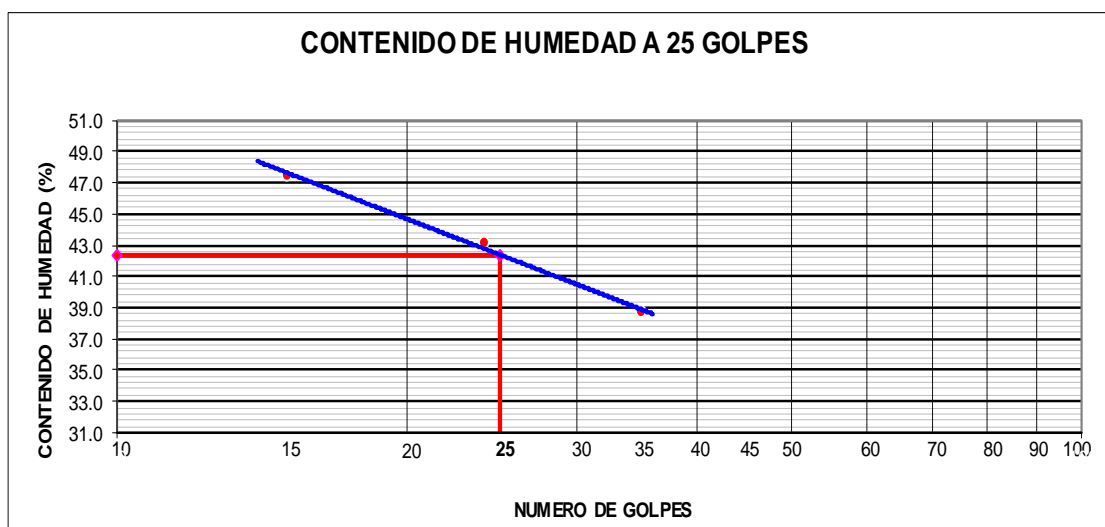
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Fecha : Trujillo, Enero del 2020

Calicata : PC 03 - MUESTRA 2.

Tipo de suelo : Arena Gravo Arcillosa

| Muestra                      | Límite Líquido |       |       |  | Límite Plástico |       |   |   |
|------------------------------|----------------|-------|-------|--|-----------------|-------|---|---|
| Nº de golpes                 | 15             | 24    | 35    |  | -               | -     | - | - |
| Peso tara (g)                | 15.44          | 23.52 | 22.94 |  | 21.30           | 19.97 | - | - |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 34.60          | 35.70 | 37.74 |  | 26.60           | 27.89 | - | - |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 28.43          | 32.03 | 33.61 |  | 25.54           | 26.22 | - | - |
| Humedad %                    | 47.50          | 43.13 | 38.71 |  | 25.00           | 26.72 | - | - |
| Límites                      | 42.35          |       |       |  | 25.86           |       |   |   |
| Índice Plástico              | 16.49          |       |       |  |                 |       |   |   |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |      |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 42.3 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 25.9 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 16.5 |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN  
N.T.P. 339.141**

**I. DATOS GENERALES**

**TESIS:** "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN:** Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

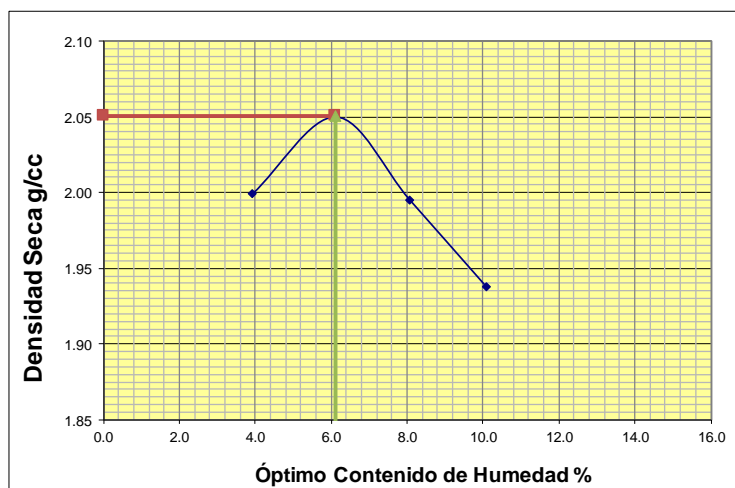
**CALICATA:** PC 03 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO:** Grava arcillosa con arena

**BACHILLERES:** Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**II. DATOS TÉCNICOS**

| Nº DE ENSAYO                               | 1            |        | 2            |        | 3            |        | 4             |        |
|--|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|
| Peso molde+Suelo Húmedo (g)                | 7177.00      |        | 7386.00      |        | 7345.00      |        | 7296.00       |        |
| Peso del Molde (g)                         | 2764.90      |        | 2764.90      |        | 2764.90      |        | 2764.90       |        |
| Peso Suelo Húmedo (g)                      | 4412.10      |        | 4621.10      |        | 4580.10      |        | 4531.10       |        |
| Volúmen del molde (cc)                     | 2124.00      |        | 2124.00      |        | 2124.00      |        | 2124.00       |        |
| <b>Densidad Suelo humedo (g/cc)</b>        | <b>2.077</b> |        | <b>2.176</b> |        | <b>2.156</b> |        | <b>2.133</b>  |        |
| Número de Tarro                            | 1            | 2      | 3            | 4      | 5            | 6      | 7             | 8      |
| <b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b> | <b>4.0%</b>  |        | <b>6.0%</b>  |        | <b>8.0%</b>  |        | <b>10.0%</b>  |        |
| Peso Tarro +Suelo humedo (g)               | 184.60       | 174.10 | 153.70       | 169.64 | 156.40       | 173.00 | 165.10        | 146.60 |
| Peso Tarro + Suelo Seco (g)                | 179.30       | 169.20 | 147.20       | 162.50 | 147.80       | 163.40 | 154.60        | 137.60 |
| Peso Tarro (g)                             | 42.50        | 45.40  | 41.30        | 45.60  | 40.80        | 44.90  | 50.10         | 48.90  |
| Peso del agua                              | 5.30         | 4.90   | 6.50         | 7.14   | 8.60         | 9.60   | 10.50         | 9.00   |
| Peso de suelo seco                         | 136.80       | 123.80 | 105.90       | 116.90 | 107.00       | 118.50 | 104.50        | 88.70  |
| Humedad (%)                                | 3.9          | 4.0    | 6.1          | 6.1    | 8.0          | 8.1    | 10.0          | 10.1   |
| <b>Humedad promedio (%)</b>                | <b>3.916</b> |        | <b>6.123</b> |        | <b>8.069</b> |        | <b>10.097</b> |        |
| <b>Densidad Seca (g/cc)</b>                | <b>1.999</b> |        | <b>2.050</b> |        | <b>1.995</b> |        | <b>1.938</b>  |        |



| METODO                   | C    |
|--------------------------|------|
| NUMERO DE CAPAS          | 5    |
| NUMERO DE GOLPES         | 56   |
| DSM (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.05 |
| OCH (%)                  | 6.12 |

| DATOS DEL MOLDE |        |
|-----------------|--------|
| Nº:             | 1      |
| PESO(g):        | 2764.9 |
| VOLUMEN(cc):    | 2124.0 |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA** : PC 03 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO** : Grava arcillosa con arena

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

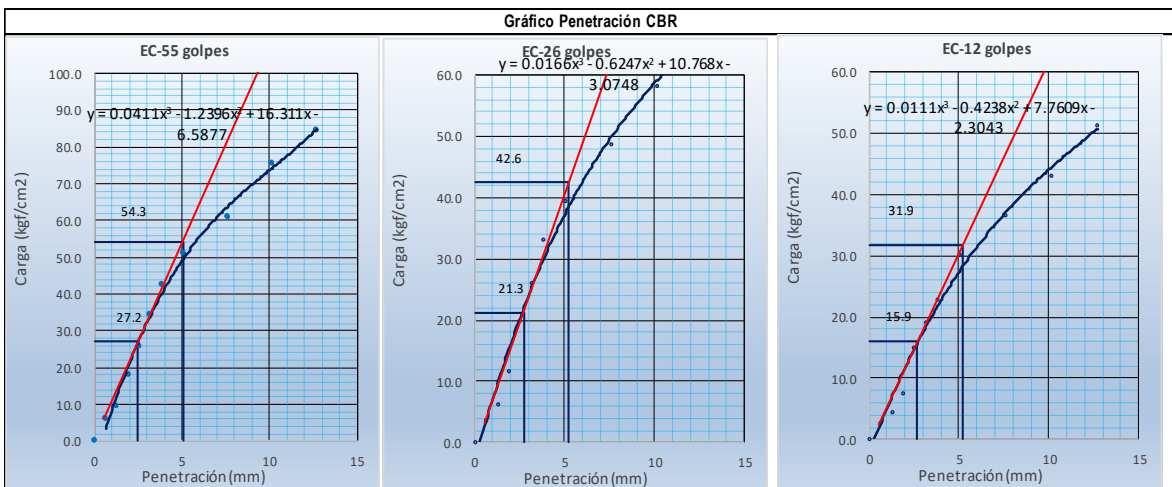
| Datos de la Muestra                     |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |
|---|--------------------------|-------------------------|--------|-------------------------------|-------------------------|----------|-----------|-------------------------|--------|-----------|------|
| Procedencia de Muestra                  | :                        | Método Proctor          | :      | C                             |                         |          |           |                         |        |           |      |
| Tipo de Muestra                         | :                        | ALTERADA                | :      | Máxima densidad seca (gr/cm3) | :                       | 2.05     |           |                         |        |           |      |
|   |                          |                         |        | Óptimo cont. Humedad (%)      | :                       | 6.12%    |           |                         |        |           |      |
| Datos necesarios para el ensayo         |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |
| Preparación de muestra                  | :                        | Húmeda                  | :      | Área Pistón de Penetración    | :                       | 20.2 cm2 |           |                         |        |           |      |
| Compactación de Especímenes             |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |
| Molde Nº                                |                          | 1                       |        | 2                             |                         | 3        |           |                         |        |           |      |
| Nº Capa                                 |                          | 5                       |        | 5                             |                         | 5        |           |                         |        |           |      |
| Golpes por capa Nº                      |                          | 56                      |        | 26                            |                         | 12       |           |                         |        |           |      |
| Cond. de la muestra                     |                          | Saturada                |        | Saturada                      |                         | Saturada |           | Saturada                |        | Saturada  |      |
| Peso molde + Suelo húmedo               |                          | 12431                   |        | 12431                         |                         | 12568    |           | 12568                   |        | 12395     |      |
| Peso de molde (g)                       |                          | 8031                    |        | 8172                          |                         | 8308     |           |                         |        |           |      |
| Peso del suelo húmedo (g)               |                          | 4400                    |        | 4400                          |                         | 4396     |           | 4396                    |        | 4087      |      |
| Volumen del molde (cc)                  |                          | 2022                    |        | 2122                          |                         | 2110     |           |                         |        |           |      |
| Densidad húmeda (g/cc)                  |                          | 2.176                   |        | 2.176                         |                         | 2.072    |           | 2.072                   |        | 1.937     |      |
| Contenido de humedad de los especímenes |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |
| Tarro Nº                                |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |
| Tarro + Suelo húmedo (g)                |                          | 121.75                  |        | 141.93                        |                         | 136.75   |           | 136.39                  |        | 141.51    |      |
| Tarro + Suelo seco (g)                  |                          | 116.12                  |        | 135.27                        |                         | 130.29   |           | 129.97                  |        | 134.87    |      |
| Peso del Agua (g)                       |                          | 5.63                    |        | 6.66                          |                         | 6.46     |           | 6.42                    |        | 6.64      |      |
| Peso del tarro (g)                      |                          | 25.26                   |        | 26.21                         |                         | 23.45    |           | 25.14                   |        | 26.47     |      |
| Peso del suelo seco (g)                 |                          | 90.86                   |        | 109.06                        |                         | 106.84   |           | 104.83                  |        | 108.4     |      |
| Humedad (%)                             |                          | 6.20                    |        | 6.11                          |                         | 6.05     |           | 6.12                    |        | 6.13      |      |
| Densidad seca (gr/cc)                   |                          | 2.050                   |        | 1.953                         |                         | 1.825    |           |                         |        |           |      |
| Expansión                               |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |
| Fecha                                   | Hora lec.                | Hora                    | Dial   | Expansión                     |                         | Dial     | Expansión |                         | Dial   | Expansión |      |
|   |                          |                         |        | mm                            | %                       |          | mm        | %                       |        | mm        | %    |
| 05/03/20                                | 10:00                    | 24                      | 216    | 0.55                          | 0.43                    | 32.00    | 0.08      | 0.06                    | 38.00  | 0.10      | 0.08 |
| 06/03/20                                | 10:02                    | 48                      | 30     | 0.08                          | 0.06                    | 41.00    | 0.10      | 0.08                    | 50.00  | 0.13      | 0.10 |
| 07/03/20                                | 10:08                    | 72                      | 45     | 0.11                          | 0.09                    | 57.00    | 0.14      | 0.11                    | 69.00  | 0.18      | 0.14 |
| 08/03/20                                | 10:01                    | 96                      | 51     | 0.13                          | 0.10                    | 70.00    | 0.18      | 0.14                    | 83.00  | 0.21      | 0.17 |
| Penetración                             |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |
| Penetración<br>mm                       | Carga Estándar<br>Kg/cm2 | Molde de 56 golpes/capa |        |                               | Molde de 26 golpes/capa |          |           | Molde de 12 golpes/capa |        |           |      |
|   |                          | Dial                    | Kg/cm2 | Corregida                     | Dial                    | Kg/cm2   | Corregida | Dial                    | Kg/cm2 | Corregida |      |
| 0.63                                    |                          | 126.00                  | 6.24   |                               | 72.00                   | 3.57     |           | 54.00                   | 2.67   |           |      |
| 1.27                                    |                          | 195.00                  | 9.66   |                               | 125.00                  | 6.19     |           | 92.00                   | 4.56   |           |      |
| 1.90                                    |                          | 363.00                  | 17.98  |                               | 236.00                  | 11.69    |           | 154.00                  | 7.63   |           |      |
| 2.54                                    | 70.31                    | 524.00                  | 25.95  | 27.17                         | 401.00                  | 19.86    | 21.29     | 303.00                  | 15.01  | 15.93     |      |
| 3.17                                    |                          | 697.00                  | 34.52  |                               | 529.00                  | 26.20    |           | 385.00                  | 19.07  |           |      |
| 3.81                                    |                          | 864.00                  | 42.79  |                               | 671.00                  | 33.23    |           | 462.00                  | 22.88  |           |      |
| 5.08                                    | 105.46                   | 1037.00                 | 51.36  | 54.33                         | 798.00                  | 39.52    | 42.59     | 608.00                  | 30.11  | 31.86     |      |
| 7.62                                    |                          | 1232.00                 | 61.02  |                               | 985.00                  | 48.79    |           | 739.00                  | 36.60  |           |      |
| 10.16                                   |                          | 1525.00                 | 75.53  |                               | 1174.00                 | 58.15    |           | 869.00                  | 43.04  |           |      |
| 12.70                                   |                          | 1711.00                 | 84.74  |                               | 1362.00                 | 67.46    |           | 1037.00                 | 51.36  |           |      |



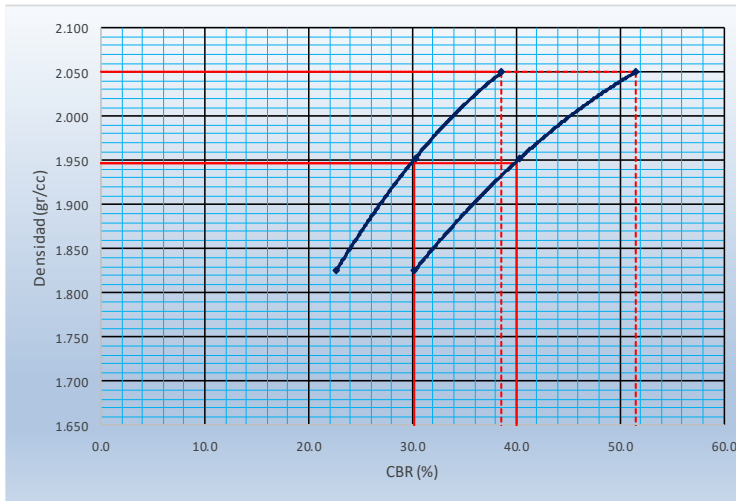
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la  
**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.  
**CALICATA** : PC 03 - MUESTRA 2.  
**TIPO DE** : Grava arcillosa con arena  
**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.



|               |       |               |       |               |     |               |      |               |      |               |     |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----|---------------|------|---------------|------|---------------|-----|
| Carga(2.54mm) | 27.17 | Carga(5.08mm) | 54.33 | Carga(2.54mm) | 213 | Carga(5.08mm) | 42.6 | Carga(2.54mm) | 15.9 | Carga(5.08mm) | 319 |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----|---------------|------|---------------|------|---------------|-----|



| Proctor / Densidad Natural / O.C.H. |       |
|-------------------------------------|-------|
| Máxima Dens. Seca (gr/cc)           | 2.050 |
| 95% de la M.D.S. (gr/cc)            | 1.948 |
| Densidad Natural (gr/cc)            | -     |
| Optimo Humedad (%)                  | 6.12% |

| Ngolpes | C.B.R. (0.1") | C.B.R. (0.2") | Densidad |
|---------|---------------|---------------|----------|
| 55      | 38.6          | 51.5          | 2.050    |
| 26      | 30.3          | 40.4          | 1.953    |
| 12      | 22.7          | 30.2          | 1.825    |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.1") |      |
|-----------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 38.6 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | 30.2 |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.2") |      |
|-----------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 51.5 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | 40.0 |

| % de Expansión |      |
|----------------|------|
|                | BAJA |





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

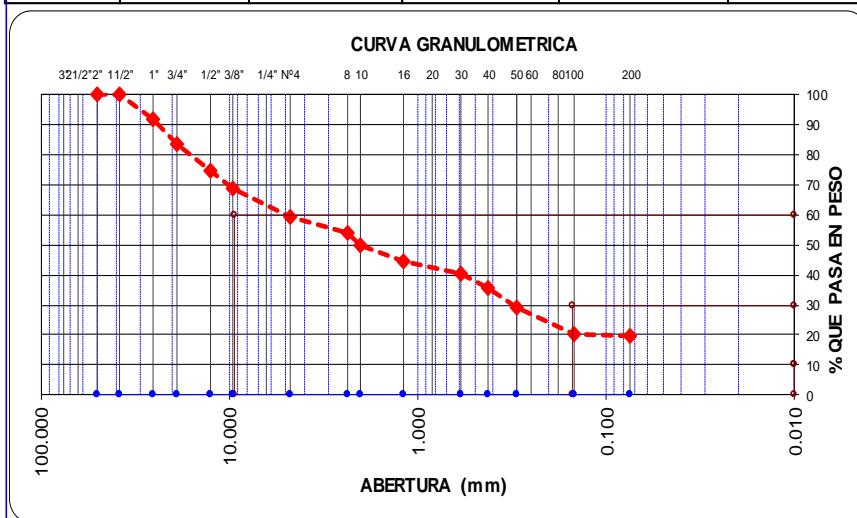
**Calicata** : PC 04 - MUESTRA 2.

**Tipo de suelo** : Grava arcillosa con arena

Peso de muestra seca : 1620.0

Peso de muestra lavada : 319.1

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION |          |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|----------|
|              |                 |               |                   |                     |            | Superior       | Inferior |
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | Límites        |          |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1 1/2"       | 38.100          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1"           | 25.400          | 130.15        | 8.0               | 8.0                 | 91.97      |                |          |
| 3/4"         | 19.050          | 140.25        | 8.7               | 16.7                | 83.31      |                |          |
| 1/2"         | 12.700          | 137.94        | 8.5               | 25.2                | 74.79      |                |          |
| 3/8"         | 9.525           | 102.35        | 6.3               | 31.5                | 68.48      |                |          |
| Nº4          | 4.760           | 146.35        | 9.0               | 40.6                | 59.44      |                |          |
| Nº8          | 2.380           | 90.15         | 5.6               | 46.1                | 53.88      |                |          |
| Nº10         | 2.000           | 70.50         | 4.4               | 50.5                | 49.53      |                |          |
| Nº16         | 1.190           | 80.20         | 5.0               | 55.4                | 44.57      |                |          |
| Nº30         | 0.590           | 70.32         | 4.3               | 59.8                | 40.23      |                |          |
| Nº40         | 0.420           | 70.15         | 4.3               | 64.1                | 35.90      |                |          |
| Nº50         | 0.300           | 110.02        | 6.8               | 70.9                | 29.11      |                |          |
| Nº100        | 0.149           | 140.51        | 8.7               | 79.6                | 20.44      |                |          |
| Nº200        | 0.074           | 12.00         | 0.7               | 80.3                | 19.70      |                |          |
| < Nº200      |                 | 319.11        | 19.7              | 100.0               | 0.00       |                |          |
| Total        |                 | 1620.00       |                   |                     |            |                |          |



| Límites e Índices de Consistencia |             |
|-----------------------------------|-------------|
| L. Líquido                        | : 39.62     |
| L. Plástico                       | : 19.56     |
| Ind. Plástico                     | : 20.05     |
| Clas. SUCS                        | : GC        |
| Clas. AASHTO                      | : A-2-6 (1) |

| HUMEDAD NATURAL |         |
|-----------------|---------|
| Sh + Tara       | : 147.0 |
| Ss + Tara       | : 141.9 |
| Tara            | : 25.16 |
| Peso Agua       | : 5.1   |
| Peso Suelo Seco | : 116.8 |
| Humedad(%)      | : 4.33  |

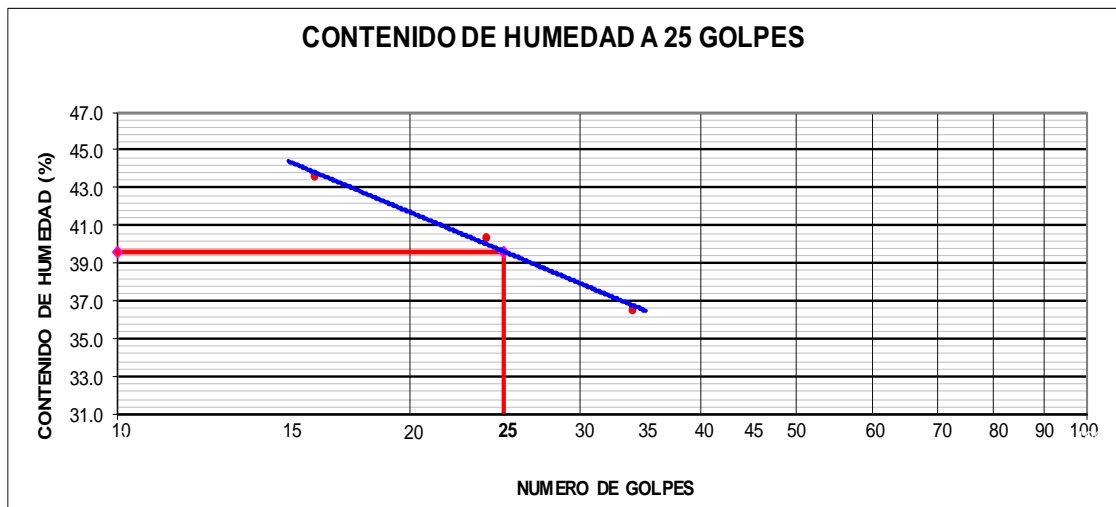


**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

|               |   |
|---------------|---|
| Tesis         | : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| Bachilleres   | : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| Ubicación     | : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| Fecha         | : Trujillo, Enero del 2020  |
| Calicata      | : PC 04 - MUESTRA 2.  |
| Tipo de suelo | : Arena Gravo Arcillosa   |

| Muestra                      | Límite Líquido |       |       |  | Límite Plástico |       |       |   |
|------------------------------|----------------|-------|-------|--|-----------------|-------|-------|---|
| Límites de Consistencia      |                |       |       |  |                 |       |       |   |
| Nº de golpes                 | 16             | 24    | 34    |  | -               | -     | -     | - |
| Peso tara (g)                | 20.15          | 21.65 | 19.64 |  | 20.31           | 19.90 | 18.55 | - |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 34.40          | 38.48 | 40.85 |  | 25.15           | 24.54 | 24.21 | - |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 30.07          | 33.64 | 35.17 |  | 24.36           | 23.75 | 23.32 | - |
| Humedad %                    | 43.65          | 40.37 | 36.57 |  | 19.51           | 20.52 | 18.66 | - |
| Límites                      | 39.62          |       |       |  | 19.56           |       |       |   |
| Índice Plástico              | 20.05          |       |       |  |                 |       |       |   |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |      |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 39.6 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 19.6 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 20.1 |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN  
N.T.P. 339.141**

**I. DATOS GENERALES**

**TESIS:** "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN:** Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA:** PC 04 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO:** Grava arcillosa con arena

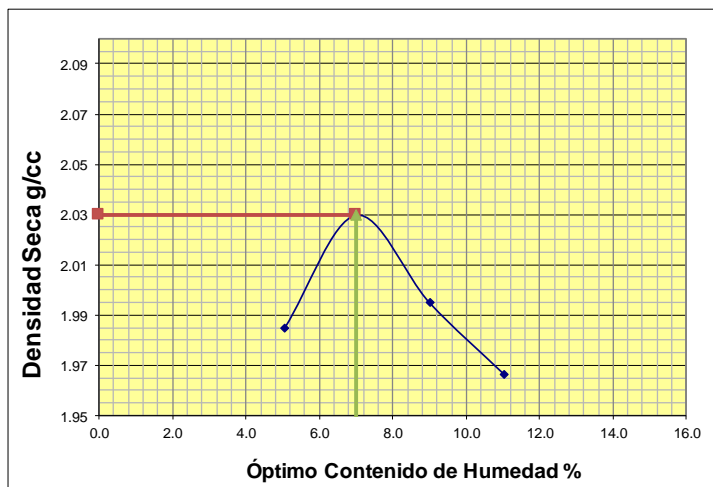
**BACHILLERES:** Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**II. DATOS TÉCNICOS**

| Nº DE ENSAYO                        | 1            |  | 2            |  | 3            |  | 4            |  |
|-------------------------------------|--------------|--|--------------|--|--------------|--|--------------|--|
| Peso molde+Suelo Húmedo (g)         | 7194.00      |  | 7377.90      |  | 7384.10      |  | 7403.50      |  |
| Peso del Molde (g)                  | 2764.90      |  | 2764.90      |  | 2764.90      |  | 2764.90      |  |
| Peso Suelo Húmedo (g)               | 4429.10      |  | 4613.00      |  | 4619.20      |  | 4638.60      |  |
| Volúmen del molde (cc)              | 2124.00      |  | 2124.00      |  | 2124.00      |  | 2124.00      |  |
| <b>Densidad Suelo humedo (g/cc)</b> | <b>2.085</b> |  | <b>2.172</b> |  | <b>2.175</b> |  | <b>2.184</b> |  |

| Número de Tarro                            | 1            | 2      | 3            | 4      | 5            | 6      | 7             | 8      |
|--|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|
| <b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b> | <b>5.0%</b>  |        | <b>7.0%</b>  |        | <b>9.0%</b>  |        | <b>11.0%</b>  |        |
| Peso Tarro +Suelo humedo (g)               | 149.60       | 163.70 | 139.10       | 146.60 | 163.50       | 154.50 | 127.70        | 133.70 |
| Peso Tarro + Suelo Seco (g)                | 145.10       | 158.30 | 133.20       | 140.30 | 155.10       | 147.30 | 120.70        | 126.60 |
| Peso Tarro (g)                             | 55.40        | 52.10  | 48.60        | 50.70  | 60.90        | 68.20  | 57.50         | 62.20  |
| Peso del agua                              | 4.50         | 5.40   | 5.90         | 6.30   | 8.40         | 7.20   | 7.00          | 7.10   |
| Peso de suelo seco                         | 89.70        | 106.20 | 84.60        | 89.60  | 94.20        | 79.10  | 63.20         | 64.40  |
| Humedad (%)                                | 5.0          | 5.1    | 7.0          | 7.0    | 8.9          | 9.1    | 11.1          | 11.0   |
| <b>Humedad promedio (%)</b>                | <b>5.051</b> |        | <b>7.003</b> |        | <b>9.010</b> |        | <b>11.050</b> |        |
| <b>Densidad Seca (g/cc)</b>                | <b>1.985</b> |        | <b>2.030</b> |        | <b>1.995</b> |        | <b>1.967</b>  |        |



| METODO                   | C    |
|--------------------------|------|
| NUMERO DE CAPAS          | 5    |
| NUMERO DE GOLPES         | 56   |
| DSM (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.03 |
| OCH (%)                  | 7.00 |

| DATOS DEL MOLDE |        |
|-----------------|--------|
| Nº:             | 1      |
| PESO(g):        | 2764.9 |
| VOLUMEN(cc):    | 2124.0 |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA** : PC 04 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO** : Grava arcillosa con arena.

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

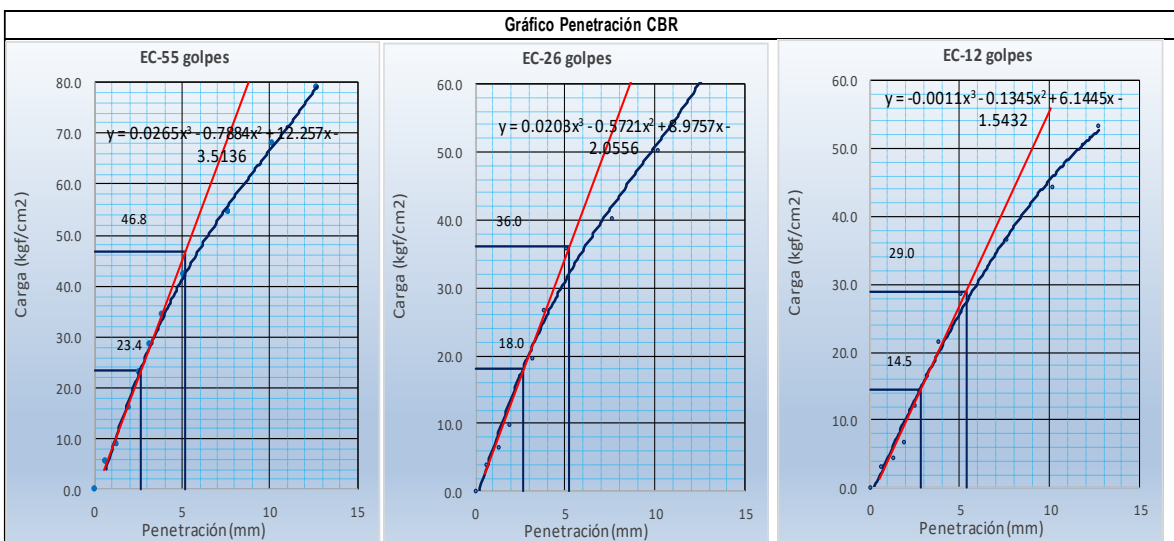
| Datos de la Muestra                     |                                   |                         |                    |           |                            |                    |           |                         |                      |           |                             |  |
|---|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------|----------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------|--|
| Procedencia de Muestra                  |                                   |                         |                    |           |                            |                    |           |                         |                      |           | <b>C</b>                    |  |
| Tipo de Muestra                         | ALTERADA                          |                         |                    |           |                            |                    |           |                         |                      |           | <b>2.03</b><br><b>7.00%</b> |  |
| Datos necesarios para el ensayo         |                                   |                         |                    |           |                            |                    |           |                         |                      |           |                             |  |
| Preparación de muestra                  | Húmeda                            |                         |                    |           | Área Pistón de Penetración |                    |           |                         | 20.2 cm <sup>2</sup> |           |                             |  |
| Compactación de Especímenes             |                                   |                         |                    |           |                            |                    |           |                         |                      |           |                             |  |
| Molde Nº                                | 1                                 |                         |                    | 2         |                            |                    | 3         |                         |                      |           |                             |  |
| Nº Capa                                 | 5                                 |                         |                    | 5         |                            |                    | 5         |                         |                      |           |                             |  |
| Golpes por capa Nº                      | 56                                |                         |                    | 26        |                            |                    | 12        |                         |                      |           |                             |  |
| Cond. de la muestra                     | Saturada                          |                         | Saturada           |           | Saturada                   |                    | Saturada  |                         | Saturada             |           | Saturada                    |  |
| Peso molde + Suelo húmedo               | 12426                             |                         | 12426              |           | 12562                      |                    | 12562     |                         | 12442                |           | 12442                       |  |
| Peso de molde (g)                       | 8031                              |                         |                    | 8172      |                            |                    | 8308      |                         |                      |           |                             |  |
| Peso del suelo húmedo (g)               | 4395                              |                         | 4395               |           | 4390                       |                    | 4390      |                         | 4134                 |           | 4134                        |  |
| Volumen del molde (cc)                  | 2022                              |                         |                    | 2122      |                            |                    | 2110      |                         |                      |           |                             |  |
| Densidad húmeda (g/cc)                  | 2.174                             |                         | 2.174              |           | 2.069                      |                    | 2.069     |                         | 1.959                |           | 1.959                       |  |
| Contenido de humedad de los especímenes |                                   |                         |                    |           |                            |                    |           |                         |                      |           |                             |  |
| Tarro Nº                                |                                   |                         |                    |           |                            |                    |           |                         |                      |           |                             |  |
| Tarro + Suelo húmedo (g)                | 134.77                            |                         | 131.45             |           | 135.35                     |                    | 133.45    |                         | 138.78               |           | 142.74                      |  |
| Tarro + Suelo seco (g)                  | 127.8                             |                         | 124.75             |           | 128.15                     |                    | 126.46    |                         | 131.42               |           | 135.12                      |  |
| Peso del Agua (g)                       | 6.97                              |                         | 6.7                |           | 7.2                        |                    | 6.99      |                         | 7.36                 |           | 7.62                        |  |
| Peso del tarro (g)                      | 28.59                             |                         | 29.57              |           | 25.64                      |                    | 26.74     |                         | 26.17                |           | 26.42                       |  |
| Peso del suelo seco (g)                 | 99.21                             |                         | 95.18              |           | 102.51                     |                    | 99.72     |                         | 105.25               |           | 108.7                       |  |
| Humedad (%)                             | 7.03                              |                         | 7.04               |           | 7.02                       |                    | 7.01      |                         | 6.99                 |           | 7.01                        |  |
| Densidad seca (gr/cc)                   | 2.031                             |                         |                    | 1.933     |                            |                    | 1.831     |                         |                      |           |                             |  |
| Expansión                               |                                   |                         |                    |           |                            |                    |           |                         |                      |           |                             |  |
| Fecha                                   | Hora lec.                         | Hora                    | Dial               | Expansión |                            | Dial               | Expansión |                         | Dial                 | Expansión |                             |  |
|   |                                   |                         |                    | mm        | %                          |                    | mm        | %                       |                      | mm        | %                           |  |
| 07/03/20                                | 15:00                             | 24                      | 19                 | 0.05      | 0.04                       | 32.00              | 0.08      | 0.06                    | 42.00                | 0.11      | 0.08                        |  |
| 08/03/20                                | 15:02                             | 48                      | 27                 | 0.07      | 0.05                       | 43.00              | 0.11      | 0.09                    | 54.00                | 0.14      | 0.11                        |  |
| 09/03/20                                | 15:08                             | 72                      | 39                 | 0.10      | 0.08                       | 55.00              | 0.14      | 0.11                    | 67.00                | 0.17      | 0.13                        |  |
| 10/03/20                                | 15:01                             | 96                      | 47                 | 0.12      | 0.09                       | 65.00              | 0.17      | 0.13                    | 76.00                | 0.19      | 0.15                        |  |
| Penetración                             |                                   |                         |                    |           |                            |                    |           |                         |                      |           |                             |  |
| Penetración mm                          | Carga Estándar Kg/cm <sup>2</sup> | Molde de 56 golpes/capa |                    |           | Molde de 26 golpes/capa    |                    |           | Molde de 12 golpes/capa |                      |           |                             |  |
|   |                                   | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida | Dial                       | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup>   | Corregida |                             |  |
| 0.63                                    |                                   | 111.00                  | 5.50               |           | 80.00                      | 3.96               |           | 63.00                   | 3.12                 |           |                             |  |
| 1.27                                    |                                   | 182.00                  | 9.01               |           | 134.00                     | 6.64               |           | 92.00                   | 4.56                 |           |                             |  |
| 1.90                                    |                                   | 325.00                  | 16.10              |           | 201.00                     | 9.96               |           | 138.00                  | 6.84                 |           |                             |  |
| 2.54                                    | 70.31                             | 463.00                  | 22.93              | 23.39     | 346.00                     | 17.14              | 17.99     | 245.00                  | 12.13                | 14.50     |                             |  |
| 3.17                                    |                                   | 578.00                  | 28.63              |           | 398.00                     | 19.71              |           | 333.00                  | 16.49                |           |                             |  |
| 3.81                                    |                                   | 697.00                  | 34.52              |           | 542.00                     | 26.84              |           | 436.00                  | 21.59                |           |                             |  |
| 5.08                                    | 105.46                            | 852.00                  | 42.20              | 46.78     | 724.00                     | 35.86              | 35.99     | 576.00                  | 28.53                | 29.00     |                             |  |
| 7.62                                    |                                   | 1101.00                 | 54.53              |           | 814.00                     | 40.32              |           | 739.00                  | 36.60                |           |                             |  |
| 10.16                                   |                                   | 1374.00                 | 68.05              |           | 1015.00                    | 50.27              |           | 896.00                  | 44.38                |           |                             |  |
| 12.70                                   |                                   | 1596.00                 | 79.05              |           | 1247.00                    | 61.76              |           | 1075.00                 | 53.24                |           |                             |  |



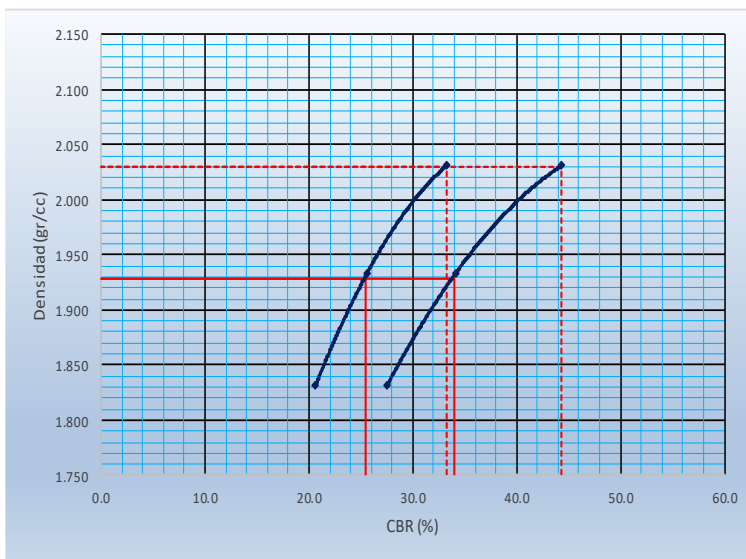
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

- TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"
- UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.
- CALICATA** : PC 04 - MUESTRA 2.
- TIPO DE** : Grava arcillosa con arena.
- BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.



|               |       |               |       |               |      |               |      |               |      |               |      |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| Carga(2.54mm) | 23.39 | Carga(5.08mm) | 46.78 | Carga(2.54mm) | 18.0 | Carga(5.08mm) | 36.0 | Carga(2.54mm) | 14.5 | Carga(5.08mm) | 29.0 |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|



| Proctor / Densidad Natural / O.C.H. |       |
|-------------------------------------|-------|
| Máxima Dens. Seca (gr/cc)           | 2.030 |
| 95% de la M.D.S. (gr/cc)            | 1.929 |
| Densidad Natural (gr/cc)            | -     |
| Optimo Humedad (%)                  | 7.00% |

| Ngolpes | C.B.R. (0.1") | C.B.R. (0.2") | Densidad |
|---------|---------------|---------------|----------|
| 55      | 33.3          | 44.4          | 2.031    |
| 26      | 25.6          | 34.1          | 1.933    |
| 12      | 20.6          | 27.5          | 1.831    |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.1") |      |
|-----------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 33.3 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | 25.4 |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.2") |      |
|-----------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 44.4 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | 34.0 |

| % de Expansión |      |
|----------------|------|
|                | BAJA |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

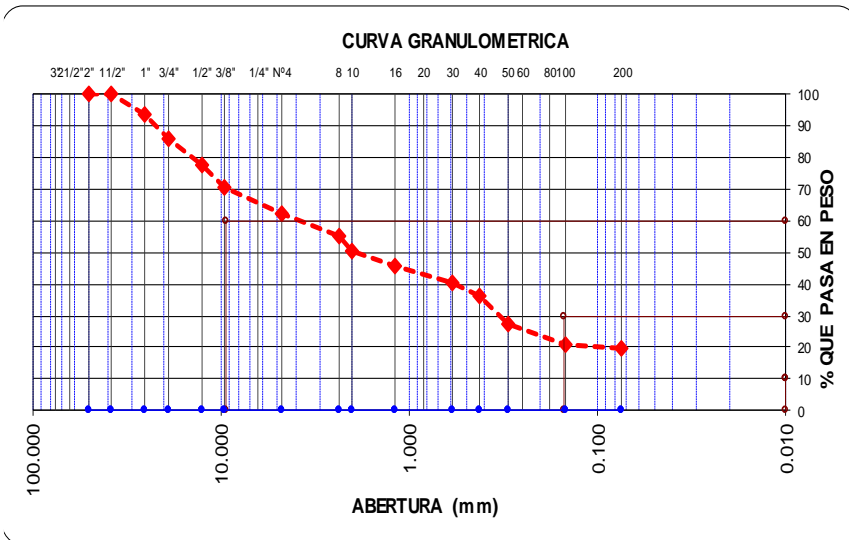
**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

**Calicata** : PC 05 - MUESTRA 2.

**Tipo de suelo** : Arena arcillosa con grava

Peso de muestra seca : 1732.2  
 Peso de muestra lavada : 335.8

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION |          |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|----------|
|              |                 |               |                   |                     |            | Superior       | Inferior |
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1 1/2"       | 38.100          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1"           | 25.400          | 110.40        | 6.4               | 6.4                 | 93.63      |                |          |
| 3/4"         | 19.050          | 135.67        | 7.8               | 14.2                | 85.79      |                |          |
| 1/2"         | 12.700          | 140.76        | 8.1               | 22.3                | 77.67      |                |          |
| 3/8"         | 9.525           | 120.43        | 7.0               | 29.3                | 70.72      |                |          |
| Nº4          | 4.760           | 146.80        | 8.5               | 37.8                | 62.24      |                |          |
| Nº8          | 2.380           | 127.86        | 7.4               | 45.1                | 54.86      |                |          |
| Nº10         | 2.000           | 80.32         | 4.6               | 49.8                | 50.22      |                |          |
| Nº16         | 1.190           | 78.65         | 4.5               | 54.3                | 45.68      |                |          |
| Nº30         | 0.590           | 90.20         | 5.2               | 59.5                | 40.48      |                |          |
| Nº40         | 0.420           | 76.43         | 4.4               | 63.9                | 36.06      |                |          |
| Nº50         | 0.300           | 150.30        | 8.7               | 72.6                | 27.39      |                |          |
| Nº100        | 0.149           | 117.40        | 6.8               | 79.4                | 20.61      |                |          |
| Nº200        | 0.074           | 21.20         | 1.2               | 80.6                | 19.38      |                |          |
| < Nº200      |                 | 335.78        | 19.4              | 100.0               | 0.00       |                |          |
| Total        |                 | 1732.20       |                   |                     |            |                |          |



| Límites e Índices de Consistencia |             |
|-----------------------------------|-------------|
| L. Líquido                        | : 39.54     |
| L. Plástico                       | : 19.91     |
| Ind. Plástico                     | : 19.63     |
| Clas. SUCS                        | : SC        |
| Clas. AASHTO                      | : A-2-6 (1) |

| HUMEDAD NATURAL |         |
|-----------------|---------|
| Sh + Tara       | : 123.4 |
| Ss + Tara       | : 120.3 |
| Tara            | : 23.9  |
| Peso Agua       | : 3.1   |
| Peso Suelo Seco | : 96.4  |
| Humedad(%)      | : 3.20  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi

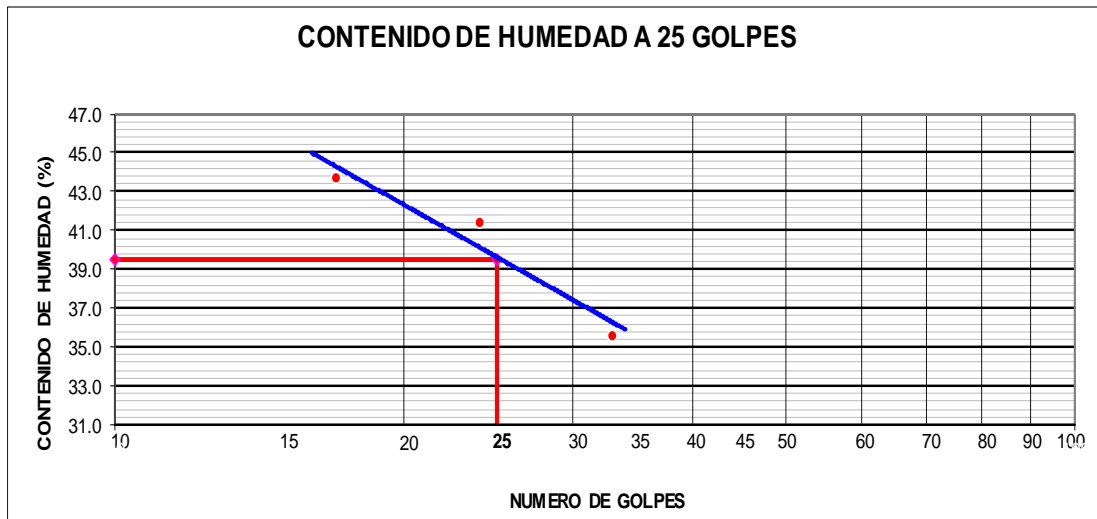
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Fecha : Trujillo, Enero del 2020

Calicata : PC 05 - MUESTRA 2.

Tipo de suelo : Arena Gravo Arcillosa

| Muestra                      | Límite Líquido |       |       | Límite Plástico |       |       |   |
|------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|---|
| Límites de Consistencia      |                |       |       |                 |       |       |   |
| Nº de golpes                 | 17             | 24    | 33    | -               | -     | -     | - |
| Peso tara (g)                | 23.10          | 17.50 | 20.45 | 18.52           | 17.28 | 15.91 | - |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 40.34          | 35.67 | 36.75 | 25.31           | 26.20 | 21.43 | - |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 35.10          | 30.35 | 32.47 | 24.21           | 24.61 | 20.56 | - |
| Humedad %                    | 43.67          | 41.40 | 35.61 | 19.33           | 21.69 | 18.71 | - |
| Límites                      | 39.54          |       |       | 19.91           |       |       |   |
| Índice Plástico              |                |       |       | 19.63           |       |       |   |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |      |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 39.5 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 19.9 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 19.6 |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN  
N.T.P. 339.141**

**I. DATOS GENERALES**

**TESIS:** "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.II-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN:** Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA:** PC 05 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO:** Arena arcillosa con grava.

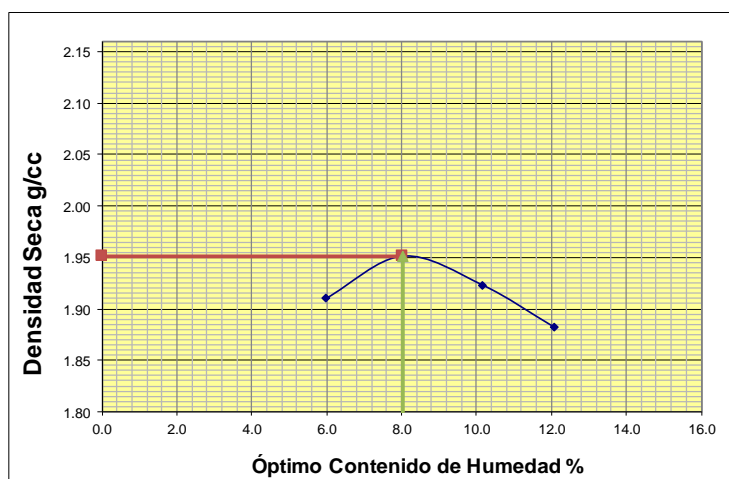
**BACHILLERES:** Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**II. DATOS TÉCNICOS**

| Nº DE ENSAYO                        | 1            |  | 2            |  | 3            |  | 4            |  |
|-------------------------------------|--------------|--|--------------|--|--------------|--|--------------|--|
| Peso molde+Suelo Húmedo (g)         | 5736.00      |  | 5813.00      |  | 5823.00      |  | 5815.00      |  |
| Peso del Molde (g)                  | 3860.00      |  | 3860.00      |  | 3860.00      |  | 3860.00      |  |
| Peso Suelo Húmedo (g)               | 1876.00      |  | 1953.00      |  | 1963.00      |  | 1955.00      |  |
| Volúmen del molde (cc)              | 926.60       |  | 926.60       |  | 926.60       |  | 926.60       |  |
| <b>Densidad Suelo humedo (g/cc)</b> | <b>2.025</b> |  | <b>2.108</b> |  | <b>2.118</b> |  | <b>2.110</b> |  |

| Número de Tarro                            | 1            | 2      | 3            | 4      | 5             | 6      | 7             | 8      |
|--|--------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| <b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b> | <b>6%</b>    |        | <b>8.0%</b>  |        | <b>10%</b>    |        | <b>12.0%</b>  |        |
| Peso Tarro +Suelo humedo (g)               | 156.20       | 155.40 | 135.50       | 138.25 | 142.90        | 136.50 | 132.70        | 140.20 |
| Peso Tarro + Suelo Seco (g)                | 149.80       | 149.10 | 128.90       | 131.80 | 134.60        | 128.50 | 123.40        | 130.10 |
| Peso Tarro (g)                             | 41.50        | 45.50  | 46.60        | 51.80  | 52.20         | 50.50  | 46.80         | 45.90  |
| Peso del agua                              | 6.40         | 6.30   | 6.60         | 6.45   | 8.30          | 8.00   | 9.30          | 10.10  |
| Peso de suelo seco                         | 108.30       | 103.60 | 82.30        | 80.00  | 82.40         | 78.00  | 76.60         | 84.20  |
| Humedad (%)                                | 5.9          | 6.1    | 8.0          | 8.1    | 10.1          | 10.3   | 12.1          | 12.0   |
| <b>Humedad promedio (%)</b>                | <b>5.995</b> |        | <b>8.041</b> |        | <b>10.165</b> |        | <b>12.068</b> |        |
| <b>Densidad Seca (g/cc)</b>                | <b>1.910</b> |        | <b>1.951</b> |        | <b>1.923</b>  |        | <b>1.883</b>  |        |



|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| <b>METODO</b>           | <b>A</b>    |
| <b>NUMERO DE CAPAS</b>  | <b>5</b>    |
| <b>NUMERO DE GOLPES</b> | <b>25</b>   |
| <b>DSM (g/cm³)</b>      | <b>1.95</b> |
| <b>OCH (%)</b>          | <b>8.04</b> |

| DATOS DEL MOLDE     |               |
|---------------------|---------------|
| <b>Nº:</b>          | <b>1</b>      |
| <b>PESO(g):</b>     | <b>3860.0</b> |
| <b>VOLUMEN(cc):</b> | <b>926.6</b>  |





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.II-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA** : PC 05 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO** : Arena arcillosa con grava.

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

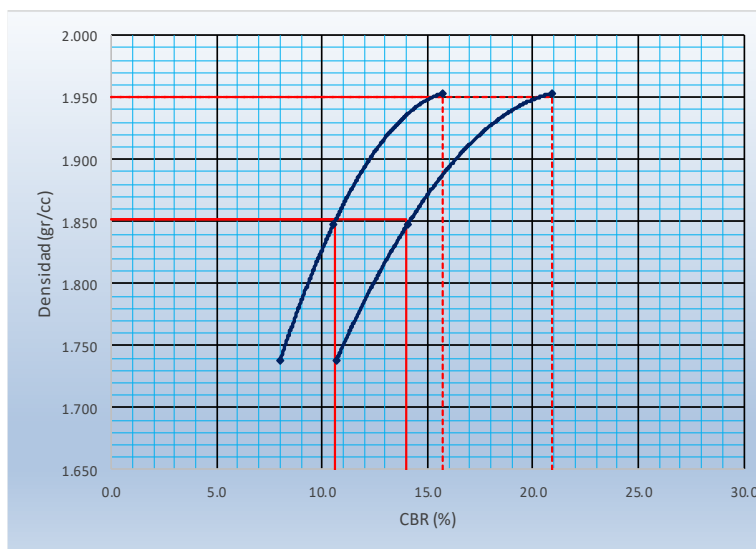
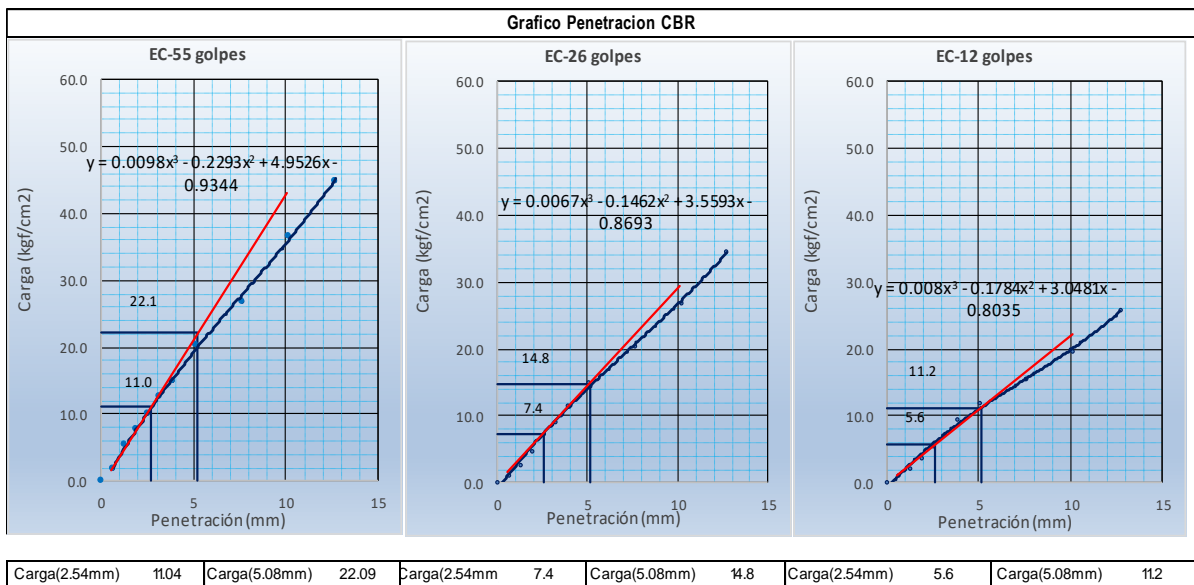
| Datos de la Muestra                     |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |        |
|---|--------------------------|-------------------------|--------|-------------------------------|-------------------------|----------|-----------|-------------------------|--------|-----------|------|--------|
| Procedencia de Muestra                  | :                        | Método Proctor          | :      | A                             |                         |          |           |                         |        |           |      |        |
| Tipo de Muestra                         | :                        | alterada                | :      | Máxima densidad seca (gr/cm3) | :                       | 1.95     |           |                         |        |           |      |        |
| Uso de Muestra                          | :                        |                         | :      | Óptimo cont. Humedad (%)      | :                       | 8.04%    |           |                         |        |           |      |        |
| Datos necesarios para el ensayo         |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |        |
| Preparación de muestra                  | :                        | Húmeda                  | :      | Área Pistón de Penetración    | :                       | 20.2 cm2 |           |                         |        |           |      |        |
| Compactación de Especímenes             |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |        |
| Molde Nº                                |                          | 1                       |        | 2                             |                         | 3        |           |                         |        |           |      |        |
| Nº Capa                                 |                          | 5                       |        | 5                             |                         | 5        |           |                         |        |           |      |        |
| Golpes por capa Nº                      |                          | 56                      |        | 26                            |                         | 12       |           |                         |        |           |      |        |
| Cond. de la muestra                     |                          | Saturada                |        | Saturada                      |                         | Saturada |           | Saturada                |        | Saturada  |      |        |
| Peso molde + Suelo húmedo               |                          | 12298                   |        | 12298                         |                         | 12408    |           | 12408                   |        | 12269     |      | 12269  |
| Peso de molde (gr)                      |                          | 8031                    |        | 8172                          |                         | 8308     |           |                         |        |           |      |        |
| Peso del suelo húmedo (gr)              |                          | 4267                    |        | 4267                          |                         | 4236     |           | 4236                    |        | 3961      |      | 3961   |
| Volumen del molde (cc)                  |                          | 2022                    |        | 2122                          |                         | 2110     |           |                         |        |           |      |        |
| Densidad húmeda (gr/cc)                 |                          | 2.110                   |        | 2.110                         |                         | 1.996    |           | 1.996                   |        | 1.877     |      | 1.877  |
| Contenido de humedad de los especímenes |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |        |
| Tarro Nº                                |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |        |
| Tarro + Suelo húmedo (g.)               |                          | 119.14                  |        | 102.86                        |                         | 105.92   |           | 113.31                  |        | 110.39    |      | 123.37 |
| Tarro + Suelo seco (g.)                 |                          | 112.04                  |        | 97.17                         |                         | 99.89    |           | 106.74                  |        | 103.96    |      | 116.06 |
| Peso del Agua (g.)                      |                          | 7.1                     |        | 5.69                          |                         | 6.03     |           | 6.57                    |        | 6.43      |      | 7.31   |
| Peso del tarro (g.)                     |                          | 23.5                    |        | 26.51                         |                         | 24.85    |           | 25.14                   |        | 23.93     |      | 24.76  |
| Peso del suelo seco (g.)                |                          | 88.54                   |        | 70.66                         |                         | 75.04    |           | 81.6                    |        | 80.03     |      | 91.3   |
| Humedad (%)                             |                          | 8.02                    |        | 8.05                          |                         | 8.04     |           | 8.05                    |        | 8.03      |      | 8.01   |
| Densidad seca (gr/cc)                   |                          | 1.953                   |        | 1.848                         |                         | 1.738    |           |                         |        |           |      |        |
| Expansión                               |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |        |
| Fecha                                   | Hora lec.                | Hora                    | Dial   | Expansión                     |                         | Dial     | Expansión |                         | Dial   | Expansión |      |        |
|   |                          |                         |        | mm                            | %                       |          | mm        | %                       |        | mm        | %    |        |
| 09/03/20                                | 12:00                    | 24                      | 29     | 0.07                          | 0.06                    | 33.00    | 0.08      | 0.07                    | 39.00  | 0.10      | 0.08 |        |
| 10/03/20                                | 12:02                    | 48                      | 45     | 0.11                          | 0.09                    | 51.00    | 0.13      | 0.10                    | 60.00  | 0.15      | 0.12 |        |
| 11/03/20                                | 12:08                    | 72                      | 58     | 0.15                          | 0.12                    | 64.00    | 0.16      | 0.13                    | 73.00  | 0.19      | 0.15 |        |
| 12/03/20                                | 12:01                    | 96                      | 75     | 0.19                          | 0.15                    | 79.00    | 0.20      | 0.16                    | 89.00  | 0.23      | 0.18 |        |
| Penetración                             |                          |                         |        |                               |                         |          |           |                         |        |           |      |        |
| Penetración<br>mm                       | Carga Estándar<br>Kg/cm2 | Molde de 56 golpes/capa |        |                               | Molde de 26 golpes/capa |          |           | Molde de 12 golpes/capa |        |           |      |        |
|   |                          | Dial                    | Kg/cm2 | Corregida                     | Dial                    | Kg/cm2   | Corregida | Dial                    | Kg/cm2 | Corregida |      |        |
| 0.63                                    |                          | 36.00                   | 1.78   |                               | 22.00                   | 1.09     |           | 20.00                   | 0.99   |           |      |        |
| 1.27                                    |                          | 112.00                  | 5.55   |                               | 53.00                   | 2.63     |           | 43.00                   | 2.13   |           |      |        |
| 1.90                                    |                          | 156.00                  | 7.73   |                               | 96.00                   | 4.75     |           | 74.00                   | 3.67   |           |      |        |
| 2.54                                    | 70.31                    | 202.00                  | 10.00  | 11.04                         | 145.00                  | 7.18     | 7.41      | 110.00                  | 5.45   | 5.62      |      |        |
| 3.17                                    |                          | 257.00                  | 12.73  |                               | 186.00                  | 9.21     |           | 146.00                  | 7.23   |           |      |        |
| 3.81                                    |                          | 302.00                  | 14.96  |                               | 236.00                  | 11.69    |           | 194.00                  | 9.61   |           |      |        |
| 5.08                                    | 105.46                   | 412.00                  | 20.41  | 22.09                         | 302.00                  | 14.96    | 14.82     | 239.00                  | 11.84  | 11.24     |      |        |
| 7.62                                    |                          | 543.00                  | 26.89  |                               | 410.00                  | 20.31    |           | 312.00                  | 15.45  |           |      |        |
| 10.16                                   |                          | 740.00                  | 36.65  |                               | 544.00                  | 26.94    |           | 397.00                  | 19.66  |           |      |        |
| 12.70                                   |                          | 908.00                  | 44.97  |                               | 697.00                  | 34.52    |           | 521.00                  | 25.80  |           |      |        |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

- TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"
- UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.
- CALICATA** : PC 05 - MUESTRA 2.
- TIPO DE SUELO** : Arena arcillosa con grava.
- BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.



| Proctor / Densidad Natural / O.C.H. |              |               |          |
|-------------------------------------|--------------|---------------|----------|
| Máxima Dens. Seca (gr/cc)           | 1.950        |               |          |
| 95% de la M.D.S. (gr/cc)            | 1.853        |               |          |
| Densidad Natural (gr/cc)            | -            |               |          |
| Optimo Humedad (%)                  | 8.04%        |               |          |
| N golpes                            | .B.R. (0.1") | C.B.R. (0.2") | Densidad |
| 55                                  | 15.7         | 20.9          | 1.953    |
| 26                                  | 10.5         | 14.1          | 1.848    |
| 12                                  | 8.0          | 10.7          | 1.738    |
| RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")         |              |               |          |
| C.B.R. al 100% de la M.D.S.         | 15.7         |               |          |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.          | 10.6         |               |          |
| RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")         |              |               |          |
| C.B.R. al 100% de la M.D.S.         | 20.9         |               |          |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.          | 14.0         |               |          |
| % de Expansión                      |              | Bajo          |          |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.

Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

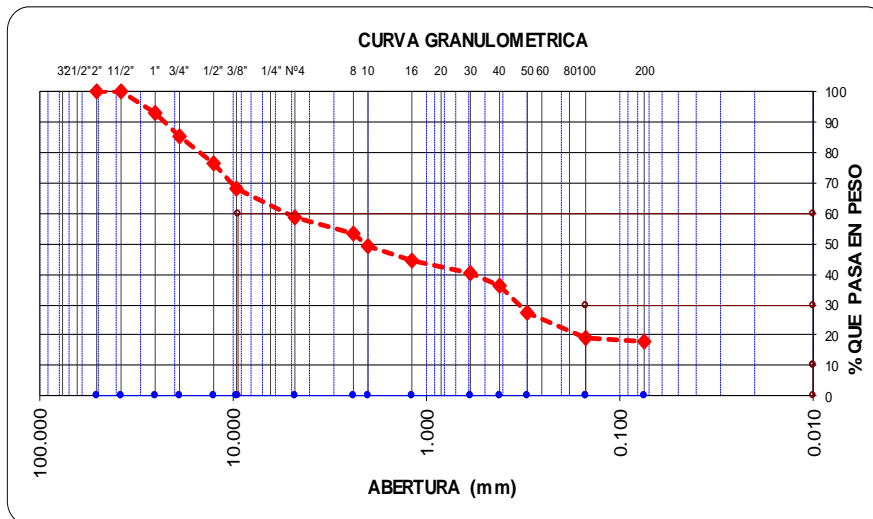
**Calicata** : PC 06 - MUESTRA 2.

**Tipo de suelo** : Grava arcillosa con arena

Peso de muestra seca : 1423.7

Peso de muestra lavada : 250.4

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION |          |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|----------|
|              |                 |               |                   |                     |            | Superior       | Inferior |
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1 1/2"       | 38.100          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1"           | 25.400          | 100.56        | 7.1               | 7.1                 | 92.94      |                |          |
| 3/4"         | 19.050          | 112.30        | 7.9               | 15.0                | 85.05      |                |          |
| 1/2"         | 12.700          | 125.34        | 8.8               | 23.8                | 76.24      |                |          |
| 3/8"         | 9.525           | 119.53        | 8.4               | 32.2                | 67.85      |                |          |
| Nº4          | 4.760           | 133.35        | 9.4               | 41.5                | 58.48      |                |          |
| Nº8          | 2.380           | 70.34         | 4.9               | 46.5                | 53.54      |                |          |
| Nº10         | 2.000           | 65.45         | 4.6               | 51.1                | 48.94      |                |          |
| Nº16         | 1.190           | 63.23         | 4.4               | 55.5                | 44.50      |                |          |
| Nº30         | 0.590           | 62.34         | 4.4               | 59.9                | 40.12      |                |          |
| Nº40         | 0.420           | 55.40         | 3.9               | 63.8                | 36.23      |                |          |
| Nº50         | 0.300           | 130.64        | 9.2               | 72.9                | 27.06      |                |          |
| Nº100        | 0.149           | 117.43        | 8.2               | 81.2                | 18.81      |                |          |
| Nº200        | 0.074           | 17.32         | 1.2               | 82.4                | 17.59      |                |          |
| < Nº200      |                 | 250.42        | 17.6              | 100.0               | 0.00       |                |          |
| Total        |                 | 1423.65       |                   |                     |            |                |          |



**Límites e Índices de Consistencia**

|               |   |           |
|---------------|---|-----------|
| L. Líquido    | : | 40.98     |
| L. Plástico   | : | 21.16     |
| Ind. Plástico | : | 19.82     |
| Clas. SUCS    | : | GC        |
| Clas. AASHTO  | : | A-2-7 (0) |

**HUMEDAD NATURAL**

|                 |   |       |
|-----------------|---|-------|
| Sh + Tara       | : | 283.1 |
| Ss + Tara       | : | 270.9 |
| Tara            | : | 27.3  |
| Peso Agua       | : | 12.2  |
| Peso Suelo Seco | : | 243.6 |
| Humedad(%)      | : | 5.02  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi

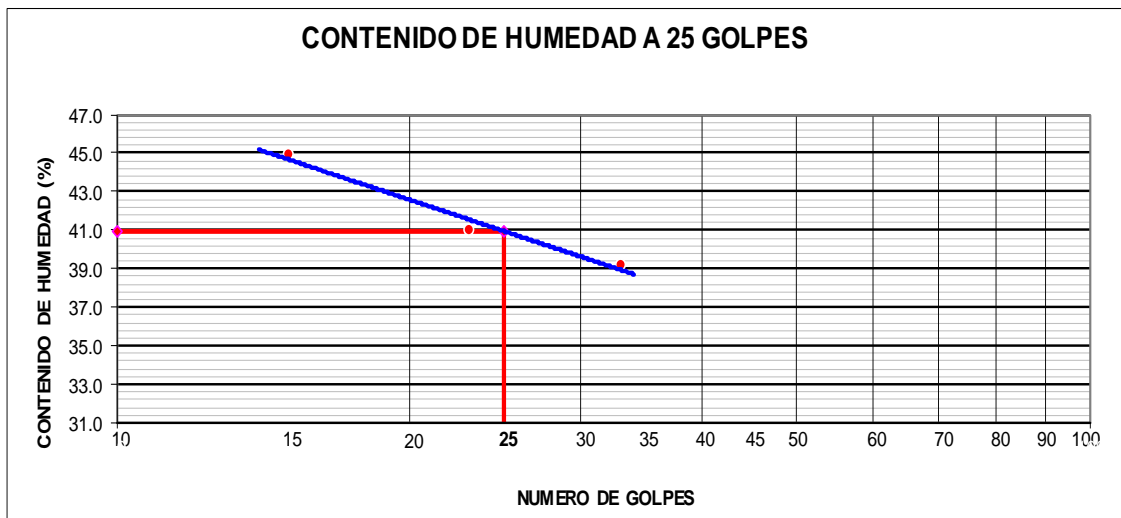
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Fecha : Trujillo, Enero del 2020

Calicata : PC 06 - MUESTRA 2.

Tipo de suelo : Arena Gravo Arcillosa

| Muestra                      |                |       |       |  |                 |       |       |   |
|------------------------------|----------------|-------|-------|--|-----------------|-------|-------|---|
| Límites de Consistencia      | Límite Líquido |       |       |  | Límite Plástico |       |       |   |
| Nº de golpes                 | 15             | 23    | 33    |  | -               | -     | -     | - |
| Peso tara (g)                | 20.13          | 23.45 | 22.13 |  | 20.45           | 24.30 | 21.24 | - |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 40.23          | 41.22 | 37.43 |  | 25.77           | 28.43 | 27.44 | - |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 34.00          | 36.05 | 33.12 |  | 24.85           | 27.70 | 26.36 | - |
| Humedad %                    | 44.92          | 41.03 | 39.22 |  | 20.91           | 21.47 | 21.09 | - |
| Límites                      | 40.98          |       |       |  | 21.16           |       |       |   |
| Índice Plástico              | 19.82          |       |       |  |                 |       |       |   |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |      |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 41.0 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 21.2 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 19.8 |



## UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**  
**N.T.P. 339.141**

### I. DATOS GENERALES

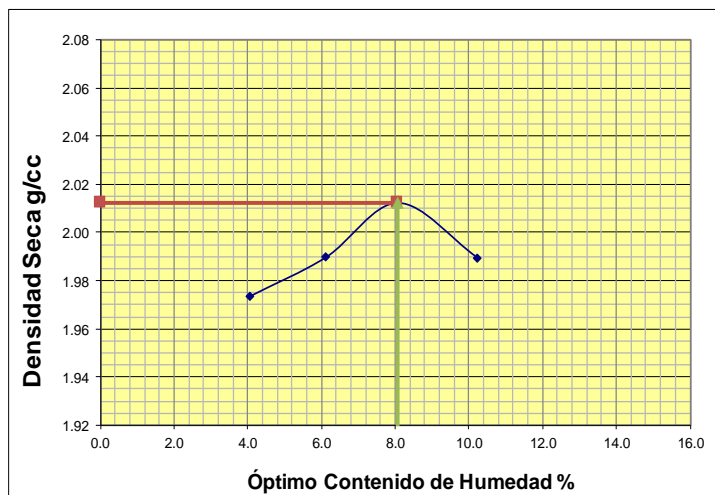
|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>TESIS:</b>         | "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad" |
| <b>UBICACIÓN:</b>     | Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.  |
| <b>CALICATA:</b>      | PC 06 - MUESTRA 2.   |
| <b>TIPO DE SUELO:</b> | Grava arcillosa con arena.   |
| <b>BACHILLERES:</b>   | Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.   |

### II. DATOS TÉCNICOS

| Nº DE ENSAYO                        | 1            |  | 2            |  | 3            |  | 4            |  |
|-------------------------------------|--------------|--|--------------|--|--------------|--|--------------|--|
| Peso molde+Suelo Húmedo (g)         | 7126.00      |  | 7249.60      |  | 7384.70      |  | 7423.00      |  |
| Peso del Molde (g)                  | 2764.90      |  | 2764.90      |  | 2764.90      |  | 2764.90      |  |
| Peso Suelo Húmedo (g)               | 4361.10      |  | 4484.70      |  | 4619.80      |  | 4658.10      |  |
| Volúmen del molde (cc)              | 2124.00      |  | 2124.00      |  | 2124.00      |  | 2124.00      |  |
| <b>Densidad Suelo humedo (g/cc)</b> | <b>2.053</b> |  | <b>2.111</b> |  | <b>2.175</b> |  | <b>2.193</b> |  |

| Número de Tarro                            | 1            | 2      | 3            | 4      | 5            | 6      | 7             | 8      |
|--|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|
| <b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b> | <b>4%</b>    |        | <b>6.0%</b>  |        | <b>8%</b>    |        | <b>10.0%</b>  |        |
| Peso Tarro +Suelo humedo (g)               | 161.20       | 154.70 | 122.90       | 140.10 | 136.90       | 149.30 | 112.70        | 127.50 |
| Peso Tarro + Suelo Seco (g)                | 157.10       | 151.20 | 118.30       | 135.70 | 130.90       | 141.70 | 108.30        | 120.40 |
| Peso Tarro (g)                             | 52.70        | 67.50  | 44.20        | 62.80  | 56.10        | 48.30  | 64.90         | 51.60  |
| Peso del agua                              | 4.10         | 3.50   | 4.60         | 4.40   | 6.00         | 7.60   | 4.40          | 7.10   |
| Peso de suelo seco                         | 104.40       | 83.70  | 74.10        | 72.90  | 74.80        | 93.40  | 43.40         | 68.80  |
| Humedad (%)                                | 3.9          | 4.2    | 6.2          | 6.0    | 8.0          | 8.1    | 10.1          | 10.3   |
| <b>Humedad promedio (%)</b>                | <b>4.054</b> |        | <b>6.122</b> |        | <b>8.079</b> |        | <b>10.229</b> |        |
| <b>Densidad Seca (g/cc)</b>                | <b>1.973</b> |        | <b>1.990</b> |        | <b>2.012</b> |        | <b>1.990</b>  |        |



|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| <b>METODO</b>                 | <b>C</b>    |
| <b>NUMERO DE CAPAS</b>        | <b>5</b>    |
| <b>NUMERO DE GOLPES</b>       | <b>56</b>   |
| <b>DSM (g/cm<sup>3</sup>)</b> | <b>2.01</b> |
| <b>OCH (%)</b>                | <b>8.08</b> |

| DATOS DEL MOLDE     |               |
|---------------------|---------------|
| <b>Nº:</b>          | <b>1</b>      |
| <b>PESO(g):</b>     | <b>2764.9</b> |
| <b>VOLUMEN(cc):</b> | <b>2124.0</b> |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA** : PC 06 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO** : Grava arcillosa con arena.

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

| Datos de la Muestra                     |                                      |                         |                    |  |                         |                      |           |                         |                    |           |          |  |
|---|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------|----------------------|-----------|-------------------------|--------------------|-----------|----------|--|
| Procedencia de Muestra                  | :                                    | Método Proctor          | :                  | C  |                         |                      |           |                         |                    |           |          |  |
| Tipo de Muestra                         | :                                    | Alterada                | :                  | Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | :                       | 2.01                 |           |                         |                    |           |          |  |
|   |                                      |                         | :                  | Óptimo cont. Humedad (%)                   | :                       | 8.08%                |           |                         |                    |           |          |  |
| Datos necesarios para el ensayo         |                                      |                         |                    |  |                         |                      |           |                         |                    |           |          |  |
| Preparación de muestra                  | :                                    | Húmeda                  | :                  | Área Pistón de Penetración                 | :                       | 20.2 cm <sup>2</sup> |           |                         |                    |           |          |  |
| Compactación de Especímenes             |                                      |                         |                    |  |                         |                      |           |                         |                    |           |          |  |
| Molde Nº                                | 1                                    |                         |                    | 2  |                         |                      | 3         |                         |                    |           |          |  |
| Nº Capa                                 | 5                                    |                         |                    | 5  |                         |                      | 5         |                         |                    |           |          |  |
| Golpes por capa Nº                      | 56                                   |                         |                    | 26   |                         |                      | 12        |                         |                    |           |          |  |
| Cond. de la muestra                     | Saturada                             |                         | Saturada           |  | Saturada                |                      | Saturada  |                         | Saturada           |           | Saturada |  |
| Peso molde + Suelo húmedo               | 12425                                |                         | 12425              |  | 12551                   |                      | 12551     |                         | 12456              |           | 12456    |  |
| Peso de molde (g)                       | 8031                                 |                         |                    | 8172                                       |                         |                      | 8308      |                         |                    |           |          |  |
| Peso del suelo húmedo (g)               | 4394                                 |                         | 4394               |  | 4379                    |                      | 4379      |                         | 4148               |           | 4148     |  |
| Volumen del molde (cc)                  | 2022                                 |                         |                    | 2122                                       |                         |                      | 2110      |                         |                    |           |          |  |
| Densidad húmeda (gr/cc)                 | 2.173                                |                         | 2.173              |  | 2.064                   |                      | 2.064     |                         | 1.966              |           | 1.966    |  |
| Contenido de humedad de los especímenes |                                      |                         |                    |  |                         |                      |           |                         |                    |           |          |  |
| Tarro Nº                                |                                      |                         |                    |  |                         |                      |           |                         |                    |           |          |  |
| Tarro + Suelo húmedo (g)                | 102.99                               |                         | 108.96             |  | 114.66                  |                      | 110.98    |                         | 115.75             |           | 108.16   |  |
| Tarro + Suelo seco (g)                  | 97.31                                |                         | 102.61             |  | 107.79                  |                      | 104.65    |                         | 108.91             |           | 101.96   |  |
| Peso del Agua (g)                       | 5.68                                 |                         | 6.35               |  | 6.87                    |                      | 6.33      |                         | 6.84               |           | 6.2      |  |
| Peso del tarro (g)                      | 26.38                                |                         | 24.15              |  | 22.69                   |                      | 26.72     |                         | 24.57              |           | 25.03    |  |
| Peso del suelo seco (g)                 | 70.93                                |                         | 78.46              |  | 85.1                    |                      | 77.93     |                         | 84.34              |           | 76.93    |  |
| Humedad (%)                             | 8.01                                 |                         | 8.09               |  | 8.07                    |                      | 8.12      |                         | 8.11               |           | 8.06     |  |
| Densidad seca (gr/cc)                   | 2.011                                |                         |                    | 1.909                                      |                         |                      | 1.819     |                         |                    |           |          |  |
| Expansión                               |                                      |                         |                    |  |                         |                      |           |                         |                    |           |          |  |
| Fecha                                   | Hora lec.                            | Hora                    | Dial               | Expansión                                  |                         | Dial                 | Expansión |                         | Dial               | Expansión |          |  |
|   |                                      |                         |                    | mm   | %                       |                      | mm        | %                       |                    | mm        | %        |  |
| 11/08/18                                | 09:42                                | 24                      | 17                 | 0.04                                       | 0.03                    | 24.00                | 0.06      | 0.05                    | 30.00              | 0.08      | 0.06     |  |
| 12/08/18                                | 09:45                                | 48                      | 32                 | 0.08                                       | 0.06                    | 38.00                | 0.10      | 0.08                    | 51.00              | 0.13      | 0.10     |  |
| 13/08/18                                | 09:46                                | 72                      | 40                 | 0.10                                       | 0.08                    | 54.00                | 0.14      | 0.11                    | 66.00              | 0.17      | 0.13     |  |
| 14/08/18                                | 09:41                                | 96                      | 59                 | 0.15                                       | 0.12                    | 68.00                | 0.17      | 0.14                    | 82.00              | 0.21      | 0.16     |  |
| Penetración                             |                                      |                         |                    |  |                         |                      |           |                         |                    |           |          |  |
| Penetración<br>mm                       | Carga Estándar<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Molde de 56 golpes/capa |                    |  | Molde de 26 golpes/capa |                      |           | Molde de 12 golpes/capa |                    |           |          |  |
|   |                                      | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida                                  | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup>   | Corregida | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida |          |  |
| 0.63                                    |                                      | 137.00                  | 6.79               |  | 72.00                   | 3.57                 |           | 45.00                   | 2.23               |           |          |  |
| 1.27                                    |                                      | 174.00                  | 8.62               |  | 134.00                  | 6.64                 |           | 101.00                  | 5.00               |           |          |  |
| 1.90                                    |                                      | 234.00                  | 11.59              |  | 183.00                  | 9.06                 |           | 152.00                  | 7.53               |           |          |  |
| 2.54                                    | 70.31                                | 325.00                  | 16.10              | 15.79                                      | 256.00                  | 12.68                | 11.68     | 187.00                  | 9.26               | 9.31      |          |  |
| 3.17                                    |                                      | 447.00                  | 22.14              |  | 283.00                  | 14.02                |           | 256.00                  | 12.68              |           |          |  |
| 3.81                                    |                                      | 497.00                  | 24.62              |  | 358.00                  | 17.73                |           | 297.00                  | 14.71              |           |          |  |
| 5.08                                    | 105.46                               | 655.00                  | 32.44              | 31.58                                      | 467.00                  | 23.13                | 23.37     | 337.00                  | 16.69              | 18.62     |          |  |
| 7.62                                    |                                      | 865.00                  | 42.84              |  | 583.00                  | 28.88                |           | 435.00                  | 21.55              |           |          |  |
| 10.16                                   |                                      | 978.00                  | 48.44              |  | 673.00                  | 33.33                |           | 543.00                  | 26.89              |           |          |  |
| 12.70                                   |                                      | 1153.00                 | 57.11              |  | 780.00                  | 38.63                |           | 608.00                  | 30.11              |           |          |  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

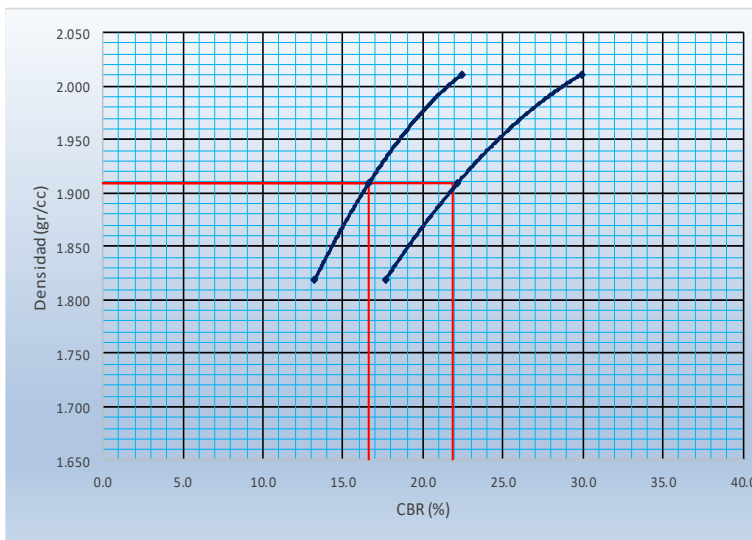
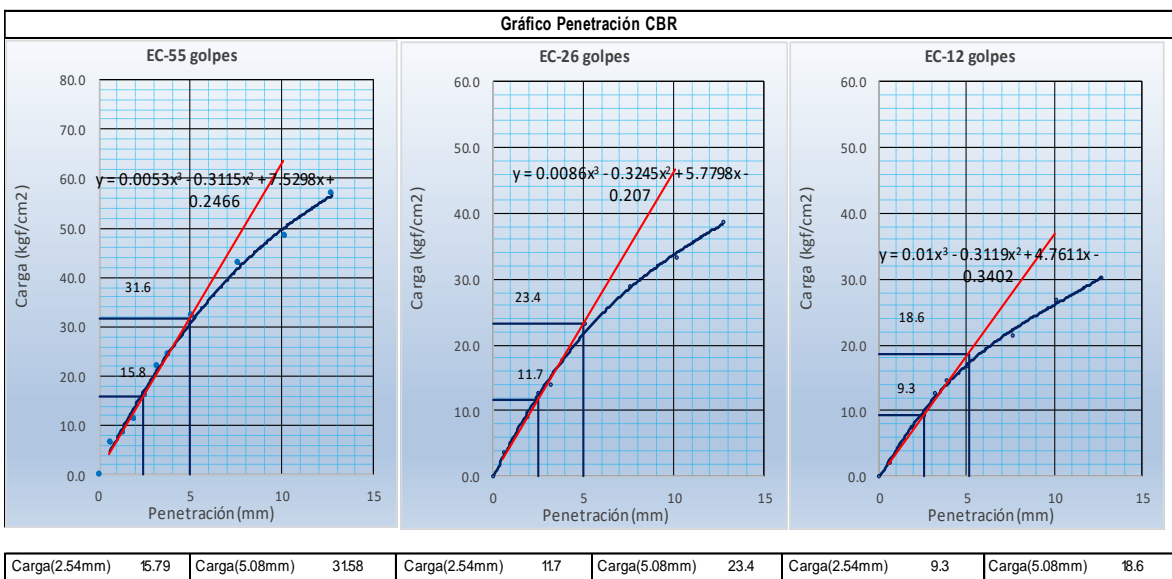
**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA** : PC 06 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO** : Grava arcillosa con arena.

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.



| Proctor / Densidad Natural / O.C.H. |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Máxima Dens. Seca (gr/cc)           | <b>2.010</b> |
| 95% de la M.D.S. (gr/cc)            | <b>1.910</b> |
| Densidad Natural (gr/cc)            | -            |
| Optimo Humedad (%)                  | 8.08%        |

| N golpes | C.B.R. (0.1") | C.B.R. (0.2") | Densidad |
|----------|---------------|---------------|----------|
| 55       | 22.5          | 29.9          | 2.011    |
| 26       | 16.6          | 22.2          | 1.909    |
| 12       | 13.2          | 17.7          | 1.819    |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.1") |             |
|-----------------------------|-------------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 22.5        |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | <b>16.6</b> |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.2") |             |
|-----------------------------|-------------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 29.9        |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | <b>21.9</b> |

| % de Expansión | Bajo |
|----------------|------|
|----------------|------|



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

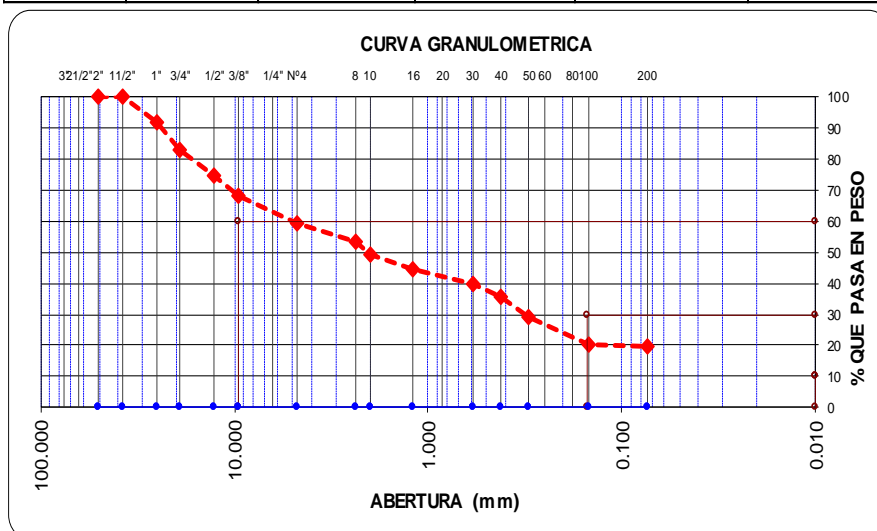
**Calicata** : PC 07 - MUESTRA 2.

**Tipo de suelo** : Grava arcillosa con arena

Peso de muestra seca : 1593.6

Peso de muestra lavada : 308.6

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION |          |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|----------|
|              |                 |               |                   |                     |            | Superior       | Inferior |
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | Límites        |          |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1 1/2"       | 38.100          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1"           | 25.400          | 128.82        | 8.1               | 8.1                 | 91.92      |                |          |
| 3/4"         | 19.050          | 138.93        | 8.7               | 16.8                | 83.20      |                |          |
| 1/2"         | 12.700          | 136.61        | 8.6               | 25.4                | 74.63      |                |          |
| 3/8"         | 9.525           | 101.02        | 6.3               | 31.7                | 68.29      |                |          |
| Nº4          | 4.760           | 145.02        | 9.1               | 40.8                | 59.19      |                |          |
| Nº8          | 2.380           | 88.82         | 5.6               | 46.4                | 53.61      |                |          |
| Nº10         | 2.000           | 69.17         | 4.3               | 50.7                | 49.27      |                |          |
| Nº16         | 1.190           | 78.87         | 4.9               | 55.7                | 44.32      |                |          |
| Nº30         | 0.590           | 68.99         | 4.3               | 60.0                | 39.99      |                |          |
| Nº40         | 0.420           | 68.82         | 4.3               | 64.3                | 35.67      |                |          |
| Nº50         | 0.300           | 108.69        | 6.8               | 71.1                | 28.85      |                |          |
| Nº100        | 0.149           | 139.18        | 8.7               | 79.9                | 20.12      |                |          |
| Nº200        | 0.074           | 12.00         | 0.8               | 80.6                | 19.37      |                |          |
| < Nº200      |                 | 308.63        | 19.4              | 100.0               | 0.00       |                |          |
| Total        |                 | 1593.60       |                   |                     |            |                |          |



| Límites e Índices de Consistencia |             |
|-----------------------------------|-------------|
| L. Líquido                        | : 39.06     |
| L. Plástico                       | : 19.74     |
| Ind. Plástico                     | : 19.32     |
| Clas. SUCS                        | : GC        |
| Clas. AASHTO                      | : A-2-6 (1) |

| HUMEDAD NATURAL |         |
|-----------------|---------|
| Sh + Tara       | : 145.7 |
| Ss + Tara       | : 141.6 |
| Tara            | : 32.44 |
| Peso Agua       | : 4.1   |
| Peso Suelo Seco | : 109.1 |
| Humedad(%)      | : 3.74  |





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.  
 departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi

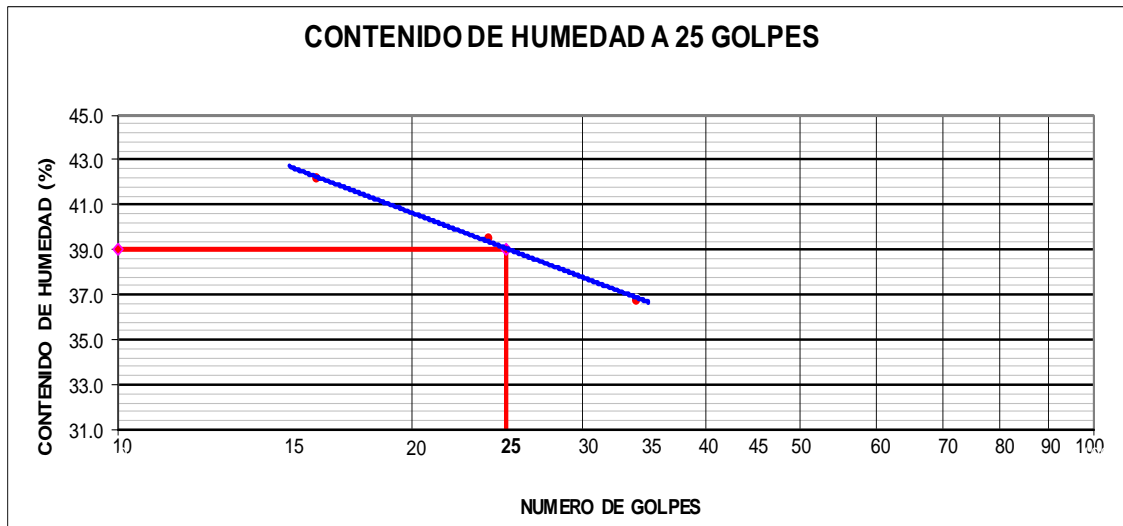
**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020

**Calicata** : PC 07 - MUESTRA 2.

**Tipo de suelo** : Grava arcillosa con arena

| Muestra                      | Límite Líquido |       |       |    | Límite Plástico |       |       |   |
|------------------------------|----------------|-------|-------|----|-----------------|-------|-------|---|
|                              | Nº de golpes   | 16    | 24    | 34 | -               | -     | -     | - |
| Peso tara (g)                | 25.36          | 27.53 | 27.44 |    | 20.44           | 24.54 | 23.56 | - |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 43.43          | 37.45 | 38.56 |    | 27.56           | 29.56 | 28.54 | - |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 38.07          | 34.64 | 35.57 |    | 26.36           | 28.75 | 27.72 | - |
| Humedad %                    | 42.17          | 39.52 | 36.79 |    | 20.27           | 19.24 | 19.71 | - |
| Límites                      | 39.06          |       |       |    | 19.74           |       |       |   |
| Índice Plástico              | 19.32          |       |       |    |                 |       |       |   |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |      |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 39.1 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 19.7 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 19.3 |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**  
**N.T.P. 339.141**

**I. DATOS GENERALES**

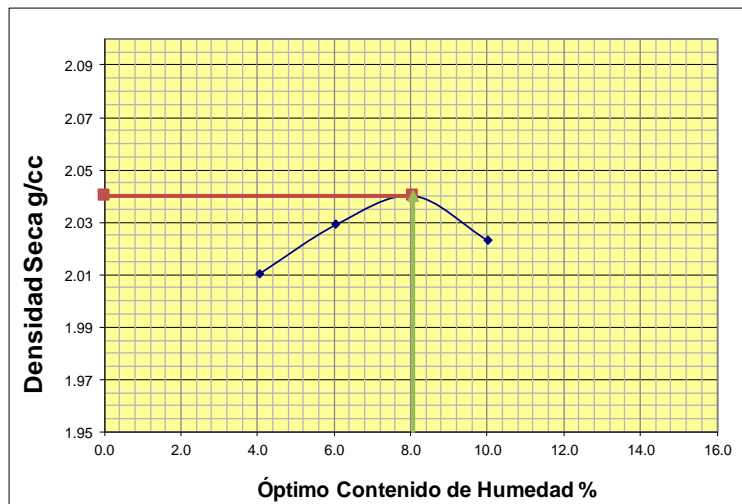
**TESIS:** "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"  
**UBICACIÓN:** Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.  
**CALICATA:** PC 07 - MUESTRA 2.  
**TIPO DE SUELO:** Grava arcillosa con arena.  
**BACHILLERES:** Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**II. DATOS TÉCNICOS**

| Nº DE ENSAYO                        | 1            |  | 2            |  | 3            |  | 4            |  |
|-------------------------------------|--------------|--|--------------|--|--------------|--|--------------|--|
| Peso molde+Suelo Húmedo (g)         | 7208.00      |  | 7335.60      |  | 7447.70      |  | 7492.40      |  |
| Peso del Molde (g)                  | 2764.90      |  | 2764.90      |  | 2764.90      |  | 2764.90      |  |
| Peso Suelo Húmedo (g)               | 4443.10      |  | 4570.70      |  | 4682.80      |  | 4727.50      |  |
| Volúmen del molde (cc)              | 2124.00      |  | 2124.00      |  | 2124.00      |  | 2124.00      |  |
| <b>Densidad Suelo humedo (g/cc)</b> | <b>2.092</b> |  | <b>2.152</b> |  | <b>2.205</b> |  | <b>2.226</b> |  |

| Número de Tarro                            | 1            | 2      | 3            | 4      | 5            | 6      | 7             | 8      |
|--|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|
| <b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b> | <b>4%</b>    |        | <b>6.0%</b>  |        | <b>8.0%</b>  |        | <b>10.0%</b>  |        |
| Peso Tarro +Suelo humedo (g)               | 161.20       | 154.70 | 122.90       | 140.10 | 137.60       | 149.20 | 112.20        | 127.20 |
| Peso Tarro + Suelo Seco (g)                | 157.10       | 151.20 | 118.40       | 135.70 | 131.50       | 141.70 | 107.90        | 120.30 |
| Peso Tarro (g)                             | 52.70        | 67.50  | 44.20        | 62.80  | 56.10        | 48.30  | 64.90         | 51.60  |
| Peso del agua                              | 4.10         | 3.50   | 4.50         | 4.40   | 6.10         | 7.50   | 4.30          | 6.90   |
| Peso de suelo seco                         | 104.40       | 83.70  | 74.20        | 72.90  | 75.40        | 93.40  | 43.00         | 68.70  |
| Humedad (%)                                | 3.9          | 4.2    | 6.1          | 6.0    | 8.1          | 8.0    | 10.0          | 10.0   |
| <b>Humedad promedio (%)</b>                | <b>4.054</b> |        | <b>6.050</b> |        | <b>8.060</b> |        | <b>10.022</b> |        |
| <b>Densidad Seca (g/cc)</b>                | <b>2.010</b> |        | <b>2.029</b> |        | <b>2.040</b> |        | <b>2.023</b>  |        |



| METODO                   | C    |
|--------------------------|------|
| NUMERO DE CAPAS          | 5    |
| NUMERO DE GOLPES         | 56   |
| DSM (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.04 |
| OCH (%)                  | 8.06 |

| DATOS DEL MOLDE |        |
|-----------------|--------|
| Nº:             | 1      |
| PESO(g):        | 2764.9 |
| VOLUMEN(cc):    | 2124.0 |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA** : PC 07 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO** : Grava arcillosa con arena.

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

| Datos de la Muestra                     |                       |                         |          |                               |                         |          |           |                         |          |           |          |  |
|---|-----------------------|-------------------------|----------|-------------------------------|-------------------------|----------|-----------|-------------------------|----------|-----------|----------|--|
| Procedencia de Muestra                  | :                     | Método Proclor          | :        | C                             |                         |          |           |                         |          |           |          |  |
| Tipo de Muestra                         | :                     | Alterada                | :        | Máxima densidad seca (gr/cm3) | :                       | 2.04     |           |                         |          |           |          |  |
|   |                       |                         | :        | Óptimo cont. Humedad (%)      | :                       | 8.06%    |           |                         |          |           |          |  |
| Datos necesarios para el ensayo         |                       |                         |          |                               |                         |          |           |                         |          |           |          |  |
| Preparación de muestra                  | :                     | Húmeda                  | :        | Área Pistón de Penetración    | :                       | 20.2 cm2 |           |                         |          |           |          |  |
| Compactación de Especímenes             |                       |                         |          |                               |                         |          |           |                         |          |           |          |  |
| <b>Molde Nº</b>                         | 1                     |                         |          | 2                             |                         |          | 3         |                         |          |           |          |  |
| <b>Nº Capa</b>                          | 5                     |                         |          | 5                             |                         |          | 5         |                         |          |           |          |  |
| <b>Golpes por capa Nº</b>               | 56                    |                         |          | 26                            |                         |          | 12        |                         |          |           |          |  |
| Cond. de la muestra                     | Saturada              |                         | Saturada |                               | Saturada                |          | Saturada  |                         | Saturada |           | Saturada |  |
| Peso molde + Suelo húmedo               | 12489                 |                         | 12489    |                               | 12625                   |          | 12625     |                         | 12471    |           | 12471    |  |
| Peso de molde (g)                       | 8031                  |                         |          | 8172                          |                         |          | 8308      |                         |          |           |          |  |
| Peso del suelo húmedo (g)               | 4458                  |                         | 4458     |                               | 4453                    |          | 4453      |                         | 4163     |           | 4163     |  |
| Volumen del molde (cc)                  | 2022                  |                         |          | 2122                          |                         |          | 2110      |                         |          |           |          |  |
| Densidad húmeda (gr/cc)                 | 2.205                 |                         | 2.205    |                               | 2.098                   |          | 2.098     |                         | 1.973    |           | 1.973    |  |
| Contenido de humedad de los especímenes |                       |                         |          |                               |                         |          |           |                         |          |           |          |  |
| Tarro Nº                                |                       |                         |          |                               |                         |          |           |                         |          |           |          |  |
| Tarro + Suelo húmedo (g)                | 102.62                |                         | 108.63   |                               | 114.26                  |          | 110.43    |                         | 115.13   |           | 107.88   |  |
| Tarro + Suelo seco (g)                  | 96.95                 |                         | 102.32   |                               | 107.42                  |          | 104.17    |                         | 108.38   |           | 101.74   |  |
| Peso del Agua (g)                       | 5.67                  |                         | 6.31     |                               | 6.84                    |          | 6.26      |                         | 6.75     |           | 6.14     |  |
| Peso del tarro (g)                      | 26.38                 |                         | 24.15    |                               | 22.69                   |          | 26.72     |                         | 24.57    |           | 25.03    |  |
| Peso del suelo seco (g)                 | 70.57                 |                         | 78.17    |                               | 84.73                   |          | 77.45     |                         | 83.81    |           | 76.71    |  |
| Humedad (%)                             | 8.03                  |                         | 8.07     |                               | 8.07                    |          | 8.08      |                         | 8.05     |           | 8.00     |  |
| Densidad seca (gr/cc)                   | 2.040                 |                         |          | 1.942                         |                         |          | 1.826     |                         |          |           |          |  |
| Expansión                               |                       |                         |          |                               |                         |          |           |                         |          |           |          |  |
| Fecha                                   | Hora lec.             | Hora                    | Dial     | Expansión                     |                         | Dial     | Expansión |                         | Dial     | Expansión |          |  |
|   |                       |                         |          | mm                            | %                       |          | mm        | %                       |          | mm        | %        |  |
| 13/11/19                                | 11:30                 | 24                      | 21       | 0.05                          | 0.04                    | 30.00    | 0.08      | 0.06                    | 37.00    | 0.09      | 0.07     |  |
| 14/11/19                                | 11:33                 | 48                      | 35       | 0.09                          | 0.07                    | 42.00    | 0.11      | 0.08                    | 53.00    | 0.13      | 0.11     |  |
| 15/11/19                                | 11:32                 | 72                      | 48       | 0.12                          | 0.10                    | 59.00    | 0.15      | 0.12                    | 72.00    | 0.18      | 0.14     |  |
| 16/11/19                                | 11:28                 | 96                      | 60       | 0.15                          | 0.12                    | 74.00    | 0.19      | 0.15                    | 88.00    | 0.22      | 0.18     |  |
| Penetración                             |                       |                         |          |                               |                         |          |           |                         |          |           |          |  |
| Penetración mm                          | Carga Estándar Kg/cm2 | Molde de 56 golpes/capa |          |                               | Molde de 26 golpes/capa |          |           | Molde de 12 golpes/capa |          |           |          |  |
|   |                       | Dial                    | Kg/cm2   | Corregida                     | Dial                    | Kg/cm2   | Corregida | Dial                    | Kg/cm2   | Corregida |          |  |
| 0.63                                    |                       | 120.00                  | 5.94     |                               | 96.00                   | 4.75     |           | 78.00                   | 3.86     |           |          |  |
| 1.27                                    |                       | 196.00                  | 9.71     |                               | 144.00                  | 7.13     |           | 111.00                  | 5.50     |           |          |  |
| 1.90                                    |                       | 302.00                  | 14.96    |                               | 221.00                  | 10.95    |           | 156.00                  | 7.73     |           |          |  |
| 2.54                                    | 70.31                 | 445.60                  | 22.07    | 25.66                         | 336.00                  | 16.64    | 19.13     | 287.00                  | 14.21    | 14.84     |          |  |
| 3.17                                    |                       | 602.00                  | 29.82    |                               | 465.00                  | 23.03    |           | 375.00                  | 18.57    |           |          |  |
| 3.81                                    |                       | 754.00                  | 37.35    |                               | 632.00                  | 31.30    |           | 485.00                  | 24.02    |           |          |  |
| 5.08                                    | 105.46                | 987.00                  | 48.89    | 51.32                         | 765.00                  | 37.89    | 38.26     | 619.00                  | 30.66    | 29.68     |          |  |
| 7.62                                    |                       | 1345.00                 | 66.62    |                               | 954.00                  | 47.25    |           | 785.00                  | 38.88    |           |          |  |
| 10.16                                   |                       | 1651.00                 | 81.77    |                               | 1254.00                 | 62.11    |           | 987.00                  | 48.89    |           |          |  |
| 12.70                                   |                       | 2014.00                 | 99.75    |                               | 1625.00                 | 80.49    |           | 1241.00                 | 61.47    |           |          |  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

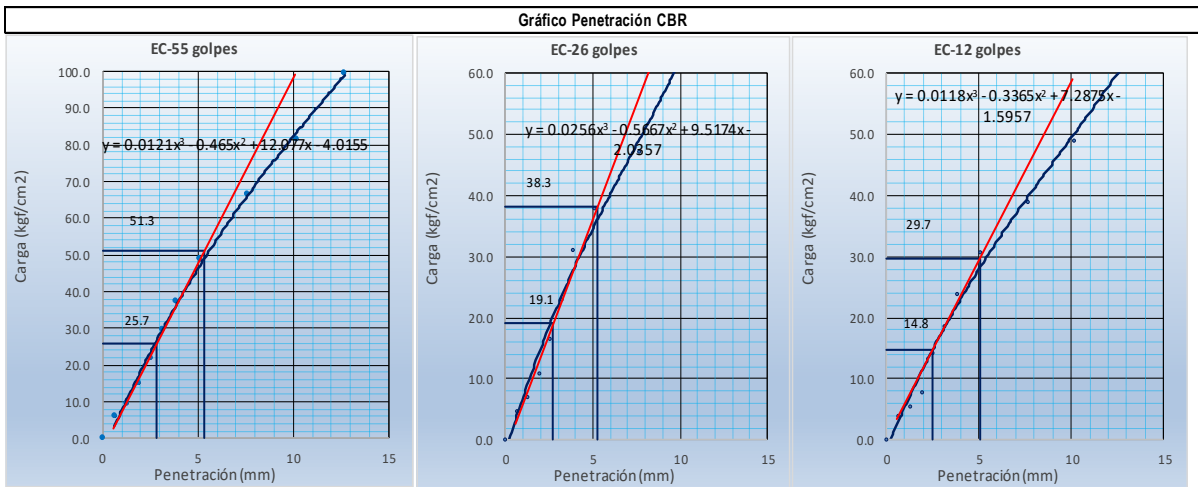
**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

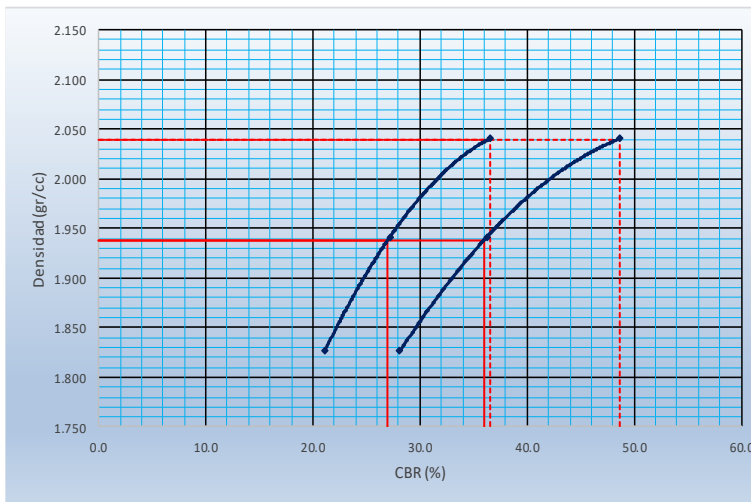
**CALICATA** : PC 07 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO** : Grava arcillosa con arena.

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.



|               |       |               |       |               |      |               |      |               |      |               |      |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| Carga(2.54mm) | 25.66 | Carga(5.08mm) | 51.32 | Carga(2.54mm) | 19.1 | Carga(5.08mm) | 38.3 | Carga(2.54mm) | 14.8 | Carga(5.08mm) | 29.7 |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|



| Proctor / Densidad Natural / O.C.H. |       |
|-------------------------------------|-------|
| Máxima Dens. Seca (gr/cc)           | 2.040 |
| 95% de la M.D.S. (gr/cc)            | 1.938 |
| Densidad Natural (gr/cc)            | -     |
| Óptimo Humedad (%)                  | 8.06% |

| Ngolpes | C. B. R. (0.1") | C. B. R. (0.2") | Densidad |
|---------|-----------------|-----------------|----------|
| 55      | 36.5            | 48.7            | 2.040    |
| 26      | 27.2            | 36.3            | 1.942    |
| 12      | 21.1            | 28.1            | 1.826    |

| RESULTADOS DE C.B.R. (1")   |      |
|-----------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 36.5 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | 27.0 |

| RESULTADOS DE C.B.R. (2")   |      |
|-----------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 48.7 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | 36.0 |

|                       |      |
|-----------------------|------|
| <b>% de Expansión</b> | Bajo |
|-----------------------|------|



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

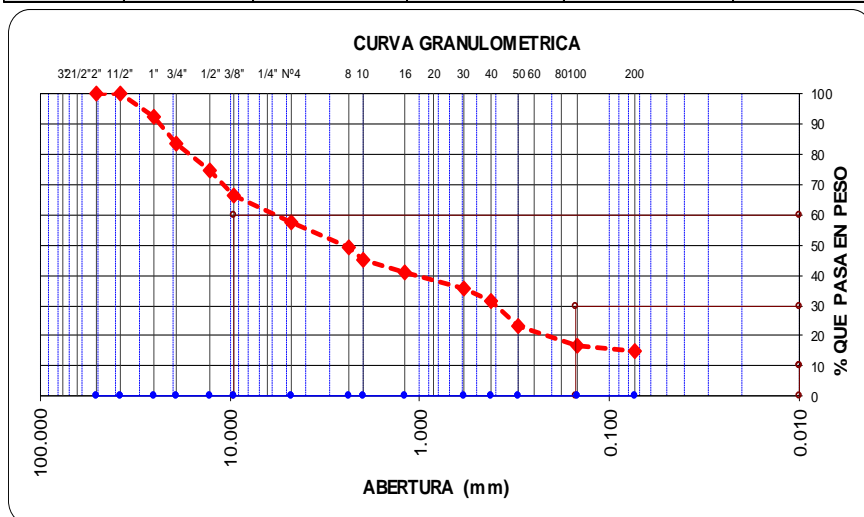
**Calicata** : PC 08 - MUESTRA 2.

**Tipo de suelo** : Grava arcillosa con arena

Peso de muestra seca : 1634.5

Peso de muestra lavada : 247.4

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION |          |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|----------|
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | Límites        |          |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | Superior       | Inferior |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1 1/2"       | 38.100          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                |          |
| 1"           | 25.400          | 120.34        | 7.4               | 7.4                 | 92.64      |                |          |
| 3/4"         | 19.050          | 151.24        | 9.3               | 16.6                | 83.38      |                |          |
| 1/2"         | 12.700          | 144.46        | 8.8               | 25.5                | 74.55      |                |          |
| 3/8"         | 9.525           | 130.34        | 8.0               | 33.4                | 66.57      |                |          |
| Nº4          | 4.760           | 150.30        | 9.2               | 42.6                | 57.38      |                |          |
| Nº8          | 2.380           | 130.76        | 8.0               | 50.6                | 49.37      |                |          |
| Nº10         | 2.000           | 70.23         | 4.3               | 54.9                | 45.08      |                |          |
| Nº16         | 1.190           | 68.34         | 4.2               | 59.1                | 40.90      |                |          |
| Nº30         | 0.590           | 86.23         | 5.3               | 64.4                | 35.62      |                |          |
| Nº40         | 0.420           | 70.45         | 4.3               | 68.7                | 31.31      |                |          |
| Nº50         | 0.300           | 130.45        | 8.0               | 76.7                | 23.33      |                |          |
| Nº100        | 0.149           | 112.67        | 6.9               | 83.6                | 16.44      |                |          |
| Nº200        | 0.074           | 21.20         | 1.3               | 84.9                | 15.14      |                |          |
| < Nº200      |                 | 247.44        | 15.1              | 100.0               | 0.00       |                |          |
| Total        |                 | 1634.45       |                   |                     |            |                |          |



| Límites e Indices de Consistencia |             |
|-----------------------------------|-------------|
| L. Líquido                        | : 40.33     |
| L. Plástico                       | : 19.06     |
| Ind. Plástico                     | : 21.27     |
| Clas. SUCS                        | : GC        |
| Clas. AASHTO                      | : A-2-7 (0) |

| HUMEDAD NATURAL |         |
|-----------------|---------|
| Sh + Tara       | : 125.9 |
| Ss + Tara       | : 122.2 |
| Tara            | : 30.23 |
| Peso Agua       | : 3.7   |
| Peso Suelo Seco | : 91.9  |
| Humedad(%)      | : 4.07  |

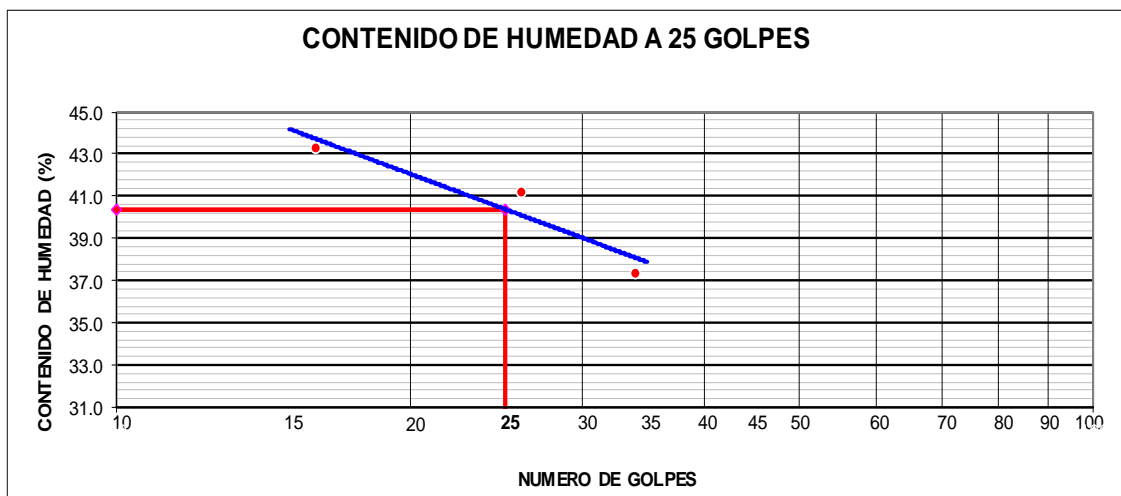


**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

|               |   |
|---------------|---|
| Tesis         | : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| Bachilleres   | : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi  |
| Ubicación     | : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| Fecha         | : Trujillo, Enero del 2020  |
| Calicata      | : PC 08 - MUESTRA 2.  |
| Tipo de suelo | : Grava arcillosa con arena   |

| Muestra                      | Límite Líquido |              |              |  | Límite Plástico |              |              |   |
|------------------------------|----------------|--------------|--------------|--|-----------------|--------------|--------------|---|
|                              | 16             | 26           | 34           |  | -               | -            | -            | - |
| Nº de golpes                 | 16             | 26           | 34           |  | -               | -            | -            | - |
| Peso tara (g)                | 15.32          | 18.64        | 13.26        |  | 18.52           | 17.28        | 15.91        | - |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 40.23          | 38.42        | 42.40        |  | 25.31           | 22.43        | 21.32        | - |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 32.70          | 32.65        | 34.47        |  | 24.21           | 21.61        | 20.46        | - |
| Humedad %                    | <b>43.33</b>   | <b>41.18</b> | <b>37.39</b> |  | <b>19.33</b>    | <b>18.94</b> | <b>18.90</b> | - |
| Límites                      | <b>40.33</b>   |              |              |  | <b>19.06</b>    |              |              |   |
| Índice Plástico              | <b>21.27</b>   |              |              |  |                 |              |              |   |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |      |
|----------------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 40.3 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 19.1 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 21.3 |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN  
N.T.P. 339.141**

**I. DATOS GENERALES**

**TESIS:** "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN:** Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA:** PC 08 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO:** Grava arcillosa con arena.

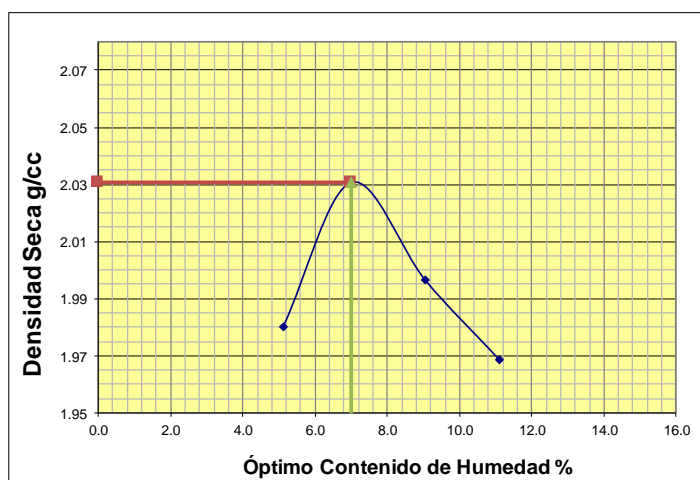
**BACHILLERES:** Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**II. DATOS TÉCNICOS**

| Nº DE ENSAYO                 | 1       |  | 2       |  | 3       |  | 4       |  |
|------------------------------|---------|--|---------|--|---------|--|---------|--|
| Peso molde+Suelo Húmedo (g)  | 7186.00 |  | 7379.50 |  | 7388.50 |  | 7409.70 |  |
| Peso del Molde (g)           | 2764.90 |  | 2764.90 |  | 2764.90 |  | 2764.90 |  |
| Peso Suelo Húmedo (g)        | 4421.10 |  | 4614.60 |  | 4623.60 |  | 4644.80 |  |
| Volúmen del molde (cc)       | 2124.00 |  | 2124.00 |  | 2124.00 |  | 2124.00 |  |
| Densidad Suelo humedo (g/cc) | 2.081   |  | 2.173   |  | 2.177   |  | 2.187   |  |

| Número de Tarro                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada | 5.0%   |        | 7.0%   |        | 9.0%   |        | 11.0%  |        |
| Peso Tarro +Suelo humedo (g)          | 150.73 | 154.27 | 140.67 | 148.44 | 154.73 | 150.23 | 159.93 | 144.54 |
| Peso Tarro + Suelo Seco (g)           | 146.10 | 149.30 | 134.71 | 142.00 | 147.10 | 143.30 | 149.60 | 136.40 |
| Peso Tarro (g)                        | 55.40  | 52.10  | 48.60  | 50.70  | 60.90  | 68.20  | 57.50  | 62.20  |
| Peso del agua                         | 4.63   | 4.97   | 5.96   | 6.44   | 7.63   | 6.93   | 10.33  | 8.14   |
| Peso de suelo seco                    | 90.70  | 97.20  | 86.11  | 91.30  | 86.20  | 75.10  | 92.10  | 74.20  |
| Humedad (%)                           | 5.1    | 5.1    | 6.9    | 7.1    | 8.9    | 9.2    | 11.2   | 11.0   |
| Humedad promedio (%)                  | 5.109  |        | 6.988  |        | 9.040  |        | 11.093 |        |
| Densidad Seca (g/cc)                  | 1.980  |        | 2.031  |        | 1.996  |        | 1.968  |        |



|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| <b>METODO</b>                 | <b>C</b>    |
| <b>NUMERO DE CAPAS</b>        | <b>5</b>    |
| <b>NUMERO DE GOLPES</b>       | <b>56</b>   |
| <b>DSM (g/cm<sup>3</sup>)</b> | <b>2.03</b> |
| <b>OCH (%)</b>                | <b>6.99</b> |

| DATOS DEL MOLDE     |               |
|---------------------|---------------|
| <b>N°:</b>          | <b>1</b>      |
| <b>PESO(g):</b>     | <b>2764.9</b> |
| <b>VOLUMEN(cc):</b> | <b>2124.0</b> |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

**TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

**UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**CALICATA** : PC 08 - MUESTRA 2.

**TIPO DE SUELO** : Grava arcillosa con arena.

**BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

| Datos de la Muestra                     |                                   |                         |                    |           |                         |                            |           |                         |                      |           |               |  |
|---|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|----------------------------|-----------|-------------------------|----------------------|-----------|---------------|--|
| Procedencia de Muestra                  |                                   |                         |                    |           |                         |                            |           |                         |                      |           | C             |  |
| Tipo de Muestra                         | ALTERADA                          |                         |                    |           |                         |                            |           |                         |                      |           | 2.03<br>6.99% |  |
| Datos necesarios para el ensayo         |                                   |                         |                    |           |                         |                            |           |                         |                      |           |               |  |
| Preparación de muestra                  | Húmeda                            |                         |                    |           |                         | Área Pistón de Penetración |           |                         | 20.2 cm <sup>2</sup> |           |               |  |
| Compactación de Especímenes             |                                   |                         |                    |           |                         |                            |           |                         |                      |           |               |  |
| Molde N°                                | 1                                 |                         |                    | 2         |                         |                            | 3         |                         |                      |           |               |  |
| N° Capa                                 | 5                                 |                         |                    | 5         |                         |                            | 5         |                         |                      |           |               |  |
| Golpes por capa N°                      | 56                                |                         |                    | 26        |                         |                            | 12        |                         |                      |           |               |  |
| Cond. de la muestra                     | Saturada                          |                         | Saturada           |           | Saturada                |                            | Saturada  |                         | Saturada             |           | Saturada      |  |
| Peso molde + Suelo húmedo               | 12426                             |                         | 12426              |           | 12562                   |                            | 12562     |                         | 12442                |           | 12442         |  |
| Peso de molde (g)                       | 8031                              |                         |                    | 8172      |                         |                            | 8308      |                         |                      |           |               |  |
| Peso del suelo húmedo (g)               | 4395                              |                         | 4395               |           | 4390                    |                            | 4390      |                         | 4134                 |           | 4134          |  |
| Volumen del molde (cc)                  | 2022                              |                         |                    | 2122      |                         |                            | 2110      |                         |                      |           |               |  |
| Densidad húmeda (g/cc)                  | 2.174                             |                         | 2.174              |           | 2.069                   |                            | 2.069     |                         | 1.959                |           | 1.959         |  |
| Contenido de humedad de los especímenes |                                   |                         |                    |           |                         |                            |           |                         |                      |           |               |  |
| Tarro N°                                |                                   |                         |                    |           |                         |                            |           |                         |                      |           |               |  |
| Tarro + Suelo húmedo (g)                | 134.77                            |                         | 131.45             |           | 135.35                  |                            | 133.45    |                         | 138.78               |           | 142.74        |  |
| Tarro + Suelo seco (g)                  | 127.8                             |                         | 124.75             |           | 128.15                  |                            | 126.46    |                         | 131.42               |           | 135.12        |  |
| Peso del Agua (g)                       | 6.97                              |                         | 6.7                |           | 7.2                     |                            | 6.99      |                         | 7.36                 |           | 7.62          |  |
| Peso del tarro (g)                      | 28.59                             |                         | 29.57              |           | 25.64                   |                            | 26.74     |                         | 26.17                |           | 26.42         |  |
| Peso del suelo seco (g)                 | 99.21                             |                         | 95.18              |           | 102.51                  |                            | 99.72     |                         | 105.25               |           | 108.7         |  |
| Humedad (%)                             | 7.03                              |                         | 7.04               |           | 7.02                    |                            | 7.01      |                         | 6.99                 |           | 7.01          |  |
| Densidad seca (gr/cc)                   | 2.031                             |                         |                    | 1.933     |                         |                            | 1.831     |                         |                      |           |               |  |
| Expansión                               |                                   |                         |                    |           |                         |                            |           |                         |                      |           |               |  |
| Fecha                                   | Hora lec.                         | Hora                    | Dial               | Expansión |                         | Dial                       | Expansión |                         | Dial                 | Expansión |               |  |
|   |                                   |                         |                    | mm        | %                       |                            | mm        | %                       |                      | mm        | %             |  |
| 15/03/20                                | 16:00                             | 24                      | 16                 | 0.04      | 0.03                    | 29.00                      | 0.07      | 0.06                    | 40.00                | 0.10      | 0.08          |  |
| 16/03/20                                | 16:02                             | 48                      | 24                 | 0.06      | 0.05                    | 38.00                      | 0.10      | 0.08                    | 55.00                | 0.14      | 0.11          |  |
| 17/03/20                                | 16:08                             | 72                      | 36                 | 0.09      | 0.07                    | 51.00                      | 0.13      | 0.10                    | 64.00                | 0.16      | 0.13          |  |
| 18/03/20                                | 16:01                             | 96                      | 44                 | 0.11      | 0.09                    | 62.00                      | 0.16      | 0.12                    | 75.00                | 0.19      | 0.15          |  |
| Penetración                             |                                   |                         |                    |           |                         |                            |           |                         |                      |           |               |  |
| Penetración mm                          | Carga Estándar Kg/cm <sup>2</sup> | Molde de 56 golpes/capa |                    |           | Molde de 26 golpes/capa |                            |           | Molde de 12 golpes/capa |                      |           |               |  |
|   |                                   | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup> | Corregida | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup>         | Corregida | Dial                    | Kg/cm <sup>2</sup>   | Corregida |               |  |
| 0.63                                    |                                   | 114.00                  | 5.65               |           | 83.00                   | 4.11                       |           | 66.00                   | 3.27                 |           |               |  |
| 1.27                                    |                                   | 185.00                  | 9.16               |           | 137.00                  | 6.79                       |           | 95.00                   | 4.71                 |           |               |  |
| 1.90                                    |                                   | 328.00                  | 16.25              |           | 204.00                  | 10.10                      |           | 141.00                  | 6.98                 |           |               |  |
| 2.54                                    | 70.31                             | 466.00                  | 23.08              | 23.13     | 349.00                  | 17.29                      | 17.74     | 248.00                  | 12.28                | 14.25     |               |  |
| 3.17                                    |                                   | 581.00                  | 28.78              |           | 401.00                  | 19.86                      |           | 336.00                  | 16.64                |           |               |  |
| 3.81                                    |                                   | 700.00                  | 34.67              |           | 545.00                  | 26.99                      |           | 439.00                  | 21.74                |           |               |  |
| 5.08                                    | 105.46                            | 855.00                  | 42.35              | 46.27     | 727.00                  | 36.01                      | 35.48     | 579.00                  | 28.68                | 28.49     |               |  |
| 7.62                                    |                                   | 1104.00                 | 54.68              |           | 817.00                  | 40.47                      |           | 742.00                  | 36.75                |           |               |  |
| 10.16                                   |                                   | 1377.00                 | 68.20              |           | 1018.00                 | 50.42                      |           | 899.00                  | 44.53                |           |               |  |
| 12.70                                   |                                   | 1599.00                 | 79.20              |           | 1250.00                 | 61.91                      |           | 1078.00                 | 53.39                |           |               |  |

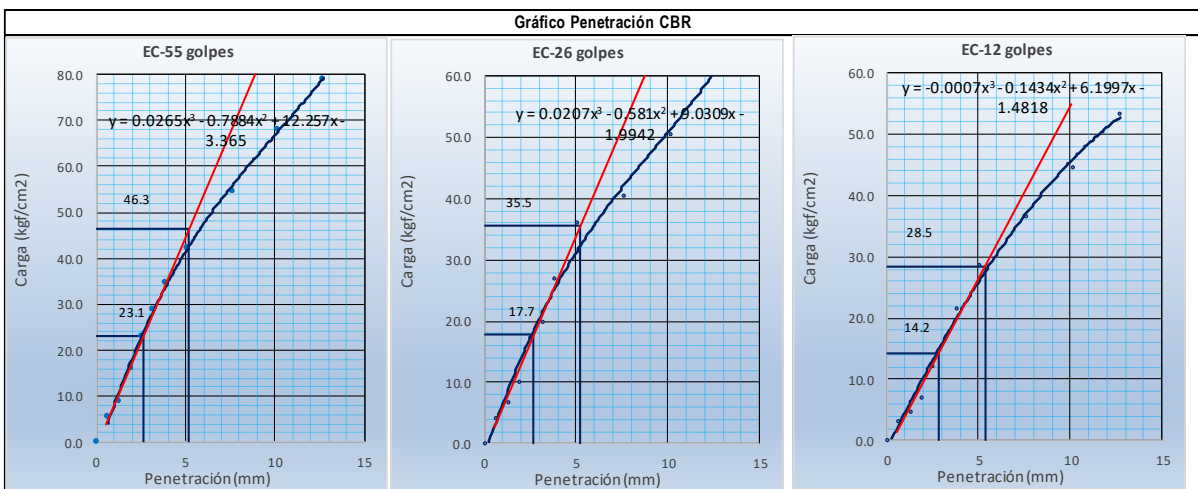




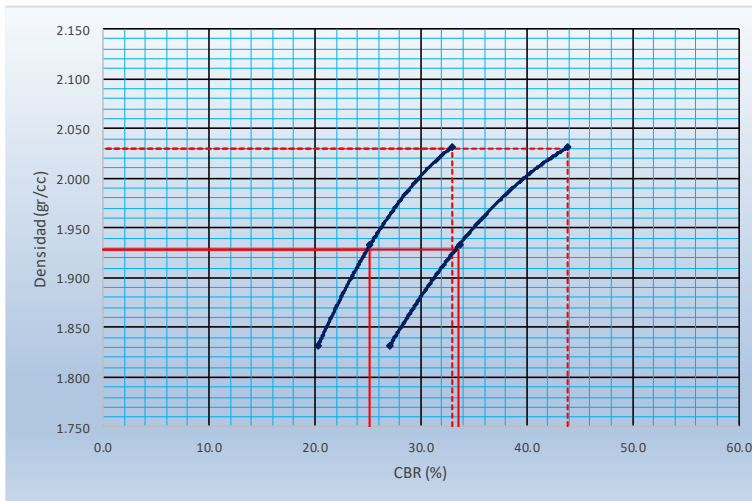
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
**MTC E 132 - 2000**

**I. Datos Generales:**

- TESIS** : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"
- UBICACIÓN** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.
- CALICATA** : PC 08 - MUESTRA 2.
- TIPO DE SUELO** : Grava arcillosa con arena.
- BACHILLERES** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.



|               |       |               |       |               |      |               |      |               |      |               |      |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| Carga(2.54mm) | 23.13 | Carga(5.08mm) | 46.27 | Carga(2.54mm) | 17.7 | Carga(5.08mm) | 35.5 | Carga(2.54mm) | 14.2 | Carga(5.08mm) | 28.5 |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|



| Proctor / Densidad Natural / O.C.H. |       |
|-------------------------------------|-------|
| Máxima Dens. Seca (gr/cc)           | 2.030 |
| 95% de la M.D.S. (gr/cc)            | 1.929 |
| Densidad Natural (gr/cc)            | -     |
| Optimo Humedad (%)                  | 6.99% |

| Ngolpes | C.B.R. (0.1") | C.B.R. (0.2") | Densidad |
|---------|---------------|---------------|----------|
| 55      | 32.9          | 43.9          | 2.031    |
| 26      | 25.2          | 33.6          | 1.933    |
| 12      | 20.3          | 27.0          | 1.831    |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.1") |      |
|-----------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 32.9 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | 25.1 |

| RESULTADOS DE C.B.R. (0.2") |      |
|-----------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de la M.D.S. | 43.9 |
| C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | 33.6 |

|                       |      |
|-----------------------|------|
| <b>% de Expansión</b> | BAJA |
|-----------------------|------|

# **ESTUDIO DE CANTERA**

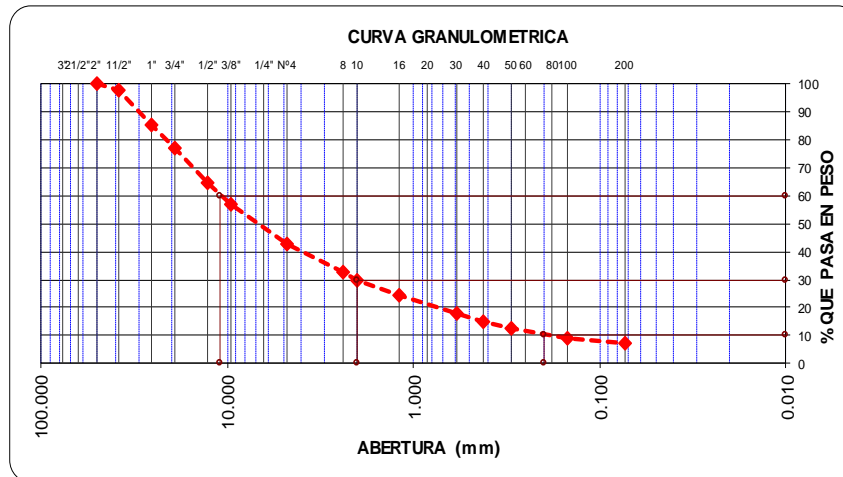


**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.  
 Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.  
 Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.  
 Cantera : KM 0+860  
 Fecha : Trujillo, Enero del 2020.  
 Tipo de suelo : Grava bien gradada con limo y arena.  
 Estructura : CAPA SUB BASE  
 Peso de muestra seca : 3000.0  
 Peso de muestra lavada : 208.7

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION TIPO A |                  |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|-----------------------|------------------|
|              |                 |               |                   |                     |            | Límites Superior      | Límites Inferior |
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                       |                  |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                       |                  |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | 100                   |                  |
| 1 1/2"       | 38.100          | 72.20         | 2.4               | 2.4                 | 97.59      |                       |                  |
| 1"           | 25.400          | 374.70        | 12.5              | 14.9                | 85.10      |                       |                  |
| 3/4"         | 19.050          | 241.70        | 8.1               | 23.0                | 77.05      |                       |                  |
| 1/2"         | 12.700          | 381.90        | 12.7              | 35.7                | 64.32      |                       |                  |
| 3/8"         | 9.525           | 221.70        | 7.4               | 43.1                | 56.93      | 65                    | 30               |
| Nº4          | 4.760           | 418.20        | 13.9              | 57.0                | 42.99      | 55                    | 25               |
| Nº8          | 2.380           | 307.00        | 10.2              | 67.2                | 32.75      |                       |                  |
| Nº10         | 2.000           | 90.10         | 3.0               | 70.3                | 29.75      | 40                    | 15               |
| Nº16         | 1.190           | 161.10        | 5.4               | 75.6                | 24.38      |                       |                  |
| Nº30         | 0.590           | 195.40        | 6.5               | 82.1                | 17.87      |                       |                  |
| Nº40         | 0.420           | 85.50         | 2.9               | 85.0                | 15.02      | 20                    | 8                |
| Nº50         | 0.300           | 77.30         | 2.6               | 87.6                | 12.44      |                       |                  |
| Nº100        | 0.149           | 105.70        | 3.5               | 91.1                | 8.92       |                       |                  |
| Nº200        | 0.074           | 58.80         | 2.0               | 93.0                | 6.96       | 8                     | 2                |
| < Nº200      |                 | 208.70        | 7.0               | 100.0               | 0.00       |                       |                  |
| Total        |                 | 3000.00       |                   |                     |            |                       |                  |



**Índices de Consistencia**

|               |             |
|---------------|-------------|
| L. Líquido    | : 23.47     |
| L. Plástico   | : 19.55     |
| Ind. Plástico | : 3.91      |
| Clas. SUCS    | : GW-GM     |
| Clas. AASHTO  | : A-1-a (0) |

**HUMEDAD NATURAL**

|                 |         |
|-----------------|---------|
| Sh + Tara       | : 134.6 |
| Ss + Tara       | : 130.7 |
| Tara            | : 40.65 |
| Peso Agua       | : 3.9   |
| Peso Suelo Seco | : 90.1  |
| Humedad(%)      | : 4.30  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad

Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

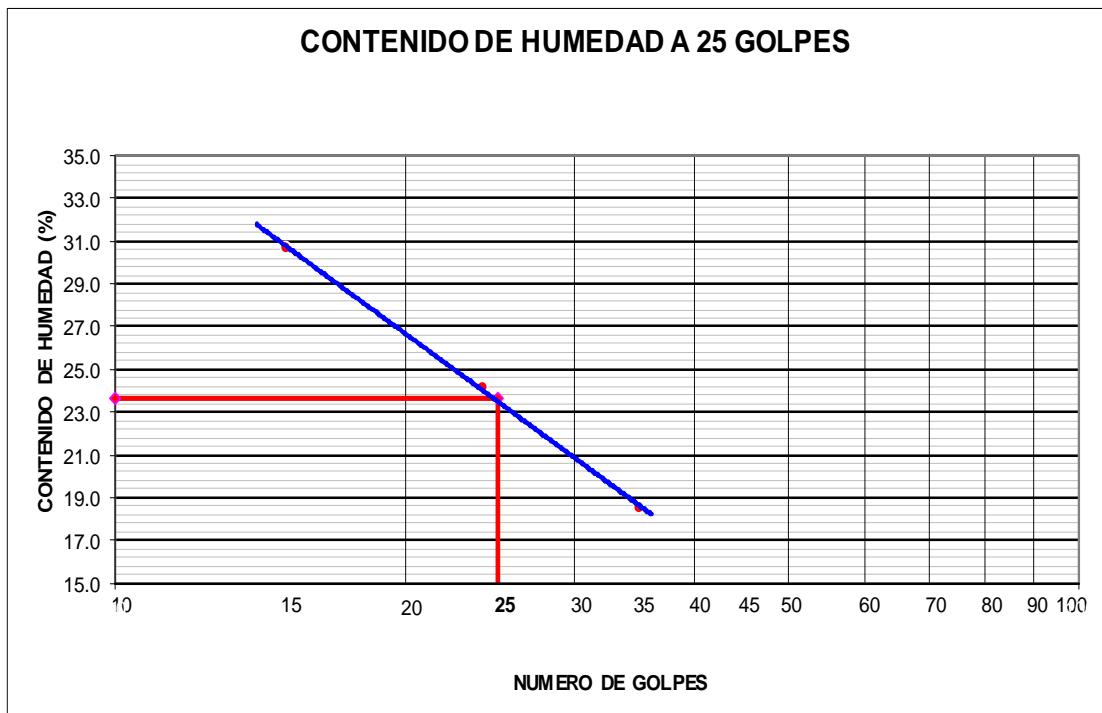
Cantera : KM 0+860

Fecha : Trujillo, Enero del 2020.

Tipo de suelo : Grava Limosa Bien Graduada

Estructura : CAPA SUB BASE

| Muestra                      | Límite Líquido |              |              |   | Límite Plástico |              |   |   |
|------------------------------|----------------|--------------|--------------|---|-----------------|--------------|---|---|
| Nº de golpes                 | 15             | 24           | 35           | - | -               | -            | - | - |
| Peso tara (g)                | 21.82          | 21.00        | 22.60        | - | 21.42           | 20.22        | - | - |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 36.70          | 35.65        | 35.30        | - | 24.72           | 25.02        | - | - |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 33.20          | 32.80        | 33.31        | - | 24.17           | 24.25        | - | - |
| Humedad %                    | <b>30.76</b>   | <b>24.15</b> | <b>18.58</b> | - | <b>20.00</b>    | <b>19.11</b> | - | - |
| Límites                      | 23.47          |              |              |   | 19.55           |              |   |   |
| Índice Plástico              | 3.91           |              |              |   |                 |              |   |   |





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS**  
**MTC E219**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Tesis</b>         | : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| <b>Bachilleres</b>   | : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.  |
| <b>Ubicación</b>     | : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| <b>Cantera</b>       | : KM 0+860  |
| <b>Fecha</b>         | : Trujillo, Enero del 2020.   |
| <b>Tipo de suelo</b> | : Grava bien gradada con limo y arena.  |
| <b>Estructura</b>    | : CAPA SUB BASE   |

|                          | UND | 1      | 2      | 3      | PROMEDIO |
|--------------------------|-----|--------|--------|--------|----------|
| PESO TARRO (BKER 250 ml) | GR  | 92.56  | 9171   | 92.80  | 0.04     |
| PESO TARRO + AGUA + SAL  | GR  | 245.90 | 244.75 | 246.20 |          |
| PESO TARRO SECO + SAL    | GR  | 92.62  | 9176   | 92.87  |          |
| PESO DE SAL              | GR  | 0.06   | 0.05   | 0.07   |          |
| PESO DE AGUA             | GR  | 153.28 | 152.99 | 153.33 |          |
| PORCENTAJE DE SAL        | %   | 0.04   | 0.03   | 0.05   |          |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**CALIFORNIA VEARING RATIO (CBR)**  
**ASTM D1833 - MTC E132**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera  
 tramo dv.II-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Cantera : KM 0+860

Fecha : Trujillo, Enero del 2020.

Tipo de suelo : Grava Limosa Bien Graduada

Estructura : CAPA SUB BASE

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

| ESTADO                               | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE                                | MOLDE 1     |          | MOLDE 2     |          | MOLDE 3     |          |
| N° DE GOLPES POR CAPA                | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| SOBRECARGA (gr.)                     | 4530        |          | 4530        |          | 4530        |          |
| Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)   | 9190        |          | 8990        |          | 8810        |          |
| Peso de Molde (gr.)                  | 4135        |          | 4135        |          | 4135        |          |
| Peso del suelo Húmedo (gr.)          | 5055.00     |          | 4855        |          | 4675        |          |
| Volumen de Molde (cm3)               | 3211        |          | 3211        |          | 3211        |          |
| Volumen del Disco Espaciador (cm3)   | 1095        |          | 1095        |          | 1095        |          |
| Volumen Útil (cm3)                   | 2116        |          | 2116        |          | 2116        |          |
| Densidad Húmeda (gr/cm3)             | 2.39        |          | 2.29        |          | 2.21        |          |
| CAPSULA N°                           | 1           |          | 2           |          | 3           |          |
| Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 62.2        |          | 66.7        |          | 65.5        |          |
| Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)   | 58.9        |          | 63.1        |          | 61.90       |          |
| Peso de Agua (gr.)                   | 3.30        |          | 3.6         |          | 3.60        |          |
| Peso de Cápsula (gr.)                | 20.5        |          | 20          |          | 20          |          |
| Peso de Suelo Seco (gr.)             | 38.4        |          | 43.1        |          | 41.90       |          |
| % de Humedad                         | 8.60        |          | 8.35        |          | 8.59        |          |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)      | 2.20        |          | 2.12        |          | 2.03        |          |

**ENSAYO DE EXPANSION**

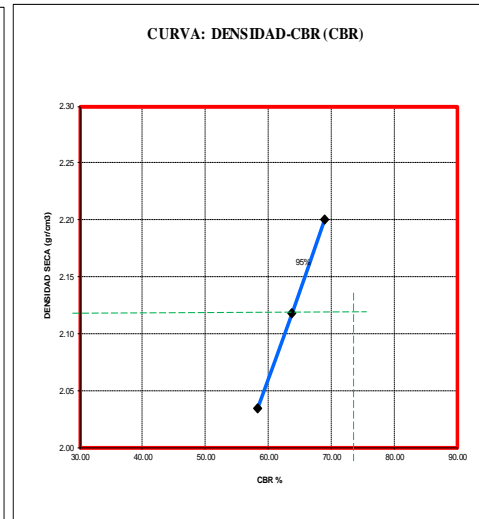
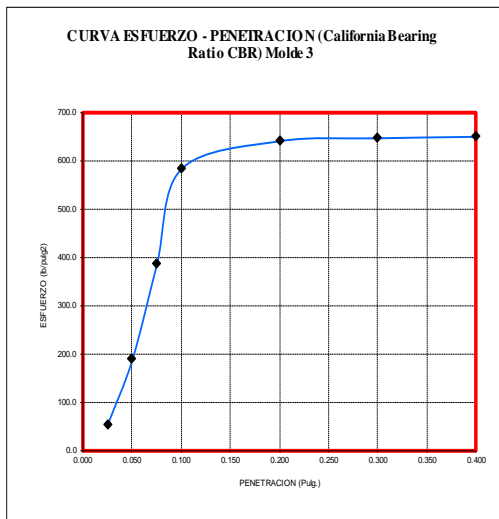
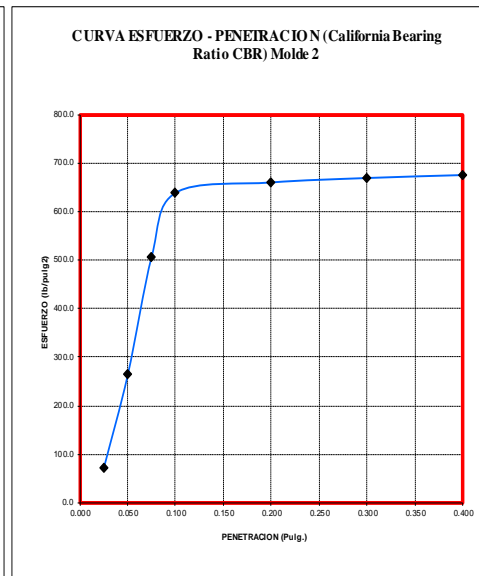
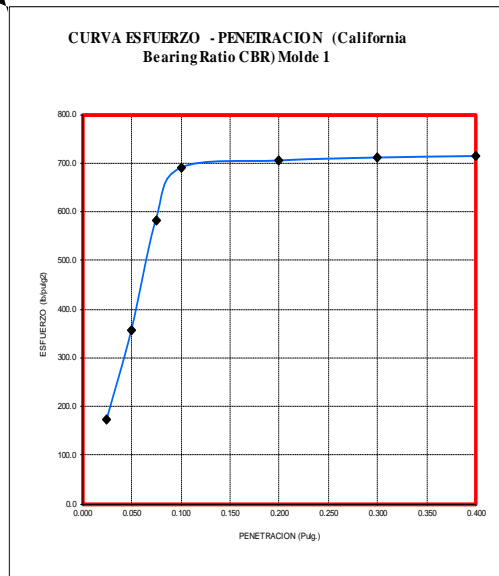
| DIA | LECT. DIAL | HINCH. (%) | LECT. DIAL | HINCH. (%) | LECT. DIAL | HINCH. (%) |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1   | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       |
| 2   | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       |
| 3   | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       |
| 4   | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       |

SUELO NO EXPANSIVO

| Estructura  | Limite Max |
|-------------|------------|
| TIPO        | HINCH. (%) |
| Base        | 1          |
| Sub Base    | 2          |
| Sub Rasante | 3          |

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

| ENSAYO DE CARGA | LECTURA | MOLDE 1 | 56 GOLPES | LECTURA | MOLDE 2 | 25 GOLPES | LECTURA | MOLDE 3 | 12 GOLPES |
|-----------------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|
| PENETRACION     | DIAL    | lbs.    | lbs/pulg2 | DIAL    | lbs.    | lbs/pulg2 | DIAL    | lbs.    | lbs/pulg2 |
| 0.025           | 60      | 518.3   | 172.8     | 27      | 217.5   | 72.5      | 21      | 162.8   | 54.3      |
| 0.050           | 120     | 1065.3  | 355.1     | 90      | 791.8   | 263.9     | 65      | 563.9   | 188.0     |
| 0.075           | 195     | 1749.0  | 583.0     | 170     | 1521.1  | 507.0     | 130     | 1156.4  | 385.5     |
| 0.100           | 230     | 2068.0  | 689.3     | 213     | 1913.1  | 637.7     | 195     | 1749.0  | 583.0     |
| 0.200           | 235     | 2113.6  | 704.5     | 220     | 1976.9  | 659.0     | 214     | 1922.2  | 640.7     |
| 0.300           | 237     | 2131.8  | 710.6     | 223     | 2004.2  | 668.1     | 216     | 1940.4  | 646.8     |
| 0.400           | 238     | 2140.9  | 713.6     | 225     | 2022.4  | 674.1     | 217     | 1949.5  | 649.8     |



Valores Corregidos

| MOLDE Nº | PENETRACION (pulg) | PRESION APLICADA (lbs/pulg2) | PRESION PATRÓN (Lb/pulg2) | C.B,R % | DENSIDAD SECA (gr/cm3) |
|----------|--------------------|------------------------------|---------------------------|---------|------------------------|
| 1        | 0.1                | 689.3                        | 1000                      | 68.93   | 2.20                   |
| 2        | 0.1                | 637.7                        | 1000                      | 63.77   | 2.12                   |
| 3        | 0.1                | 583.0                        | 1000                      | 58.30   | 2.03                   |

| MOLDE Nº | PENETRACION (pulg) | PRESION APLICADA (lbs/pulg2) | PRESION PATRÓN (Lb/pulg2) | C.B,R % | DENSIDAD SECA (gr/cm3) |
|----------|--------------------|------------------------------|---------------------------|---------|------------------------|
| 1        | 0.2                | 704.5                        | 1500                      | 46.97   | 2.20                   |
| 2        | 0.2                | 659.0                        | 1500                      | 43.93   | 2.12                   |
| 3        | 0.2                | 640.7                        | 1500                      | 42.71   | 2.03                   |

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Máxima Densidad Seca (gr./cm3)</b>            | <b>2.20</b>   |
| <b>ÓPTIMO Contenido de Humedad</b>               | <b>8.60%</b>  |
| <b>C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca</b> | <b>68.93%</b> |
| <b>C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca</b>   | <b>63.77%</b> |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**RESISTENCIA A LA ABRASION O DESGASTE**  
**ASTM C131 - MTC E207**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**Cantera** : KM 0+860

**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

**Tipo de suelo** : Grava bien gradada con limo y arena.

**Estructura** : CAPA SUB BASE

METODO: B VELOCIDAD: 32 rpm  
 CARGA ABRASIVA: 11 Nº VUELTAS: 500

| GRADACIÓN   | PESO INICIAL | RET. EN MALLA Nº 12 | PASA MALLA Nº 12 | % DESGASTE   |
|-------------|--------------|---------------------|------------------|--------------|
| 1" - 3/4"   | 0            | 3050                | 1950             | <b>39.00</b> |
| 3/4" - 1/2" | 2500         |                     |                  |              |
| 1/2" - 3/4" | 2500         |                     |                  |              |
| TOTAL       | 5000         |                     |                  |              |





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO DE LOS AGREGADOS PARA CARRETERAS**  
**ASTM D4791**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Tesis</b>         | <b>: Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.</b> |
| <b>Bachilleres</b>   | <b>: Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.<br/>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.</b>   |
| <b>Ubicación</b>     | <b>: Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.</b>   |
| <b>Cantera</b>       | <b>: KM 0+860</b>  |
| <b>Fecha</b>         | <b>: Trujillo, Enero del 2020.</b>   |
| <b>Tipo de suelo</b> | <b>: Grava bien gradada con limo y arena.</b>  |
| <b>Estructura</b>    | <b>: CAPA SUB BASE</b>   |

| <b>INDICE DE APLANAMIENTO (%) = 4.8</b> |        |                      |                        |                                    |                     |              |
|---|--------|----------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|
| TAMICES                                 |        | TOTAL DE PARTICULAS  |                        | POCENTAJE DE PARTICULAS PLANAS (%) | GRADACION TOTAL (%) | APLANAMIENTO |
| PASA                                    | RETENE | MUESTRA INICIAL (gr) | PARTICULAS PLANAS (gr) |                                    |                     |              |
| 1"                                      | 3/4"   |                      |                        |                                    |                     |              |
| 3/4"                                    | 1/2"   | 1575.0               | 85.9                   | 5.5                                | 33.6                | 183.4        |
| 1/2"                                    | 3/8"   | 1702.0               | 72.4                   | 4.3                                | 36.3                | 154.6        |
| 3/8"                                    | 1/4"   | 1406.0               | 65.3                   | 4.6                                | 30.0                | 139.4        |
| TOTAL                                   |        | 4683.0               | 223.6                  |                                    |                     | 477.5        |

| <b>INDICE DE ALARGAMIENTO (%) = 4.6</b> |        |                     |                      |                                       |                     |              |
|---|--------|---------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------|
| TAMICES                                 |        | TOTAL DE PARTICULAS |                      | POCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS (%) | GRADACION TOTAL (%) | ALARGAMIENTO |
| PASA                                    | RETENE | MUESTRA INICIAL     | PARTICULAS ALARGADAS |                                       |                     |              |
| 1"                                      | 3/4"   |                     |                      |                                       |                     | -            |
| 3/4"                                    | 1/2"   | 1575.0              | 87.6                 | 5.6                                   | 33.6                | 187.1        |
| 1/2"                                    | 3/8"   | 1702.0              | 72.1                 | 4.2                                   | 36.3                | 154.0        |
| 3/8"                                    | 1/4"   | 1406.0              | 53.7                 | 3.8                                   | 30.0                | 114.7        |
| TOTAL                                   |        | 4683.0              | 213.4                |                                       |                     | 455.7        |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D422 - MTC E107 - NTP 339.128**

**Tesis** : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dvli-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

**Bachilleres** : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

**Ubicación** : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

**Cantera** : CARABAMBA

**Fecha** : Trujillo, Enero del 2020.

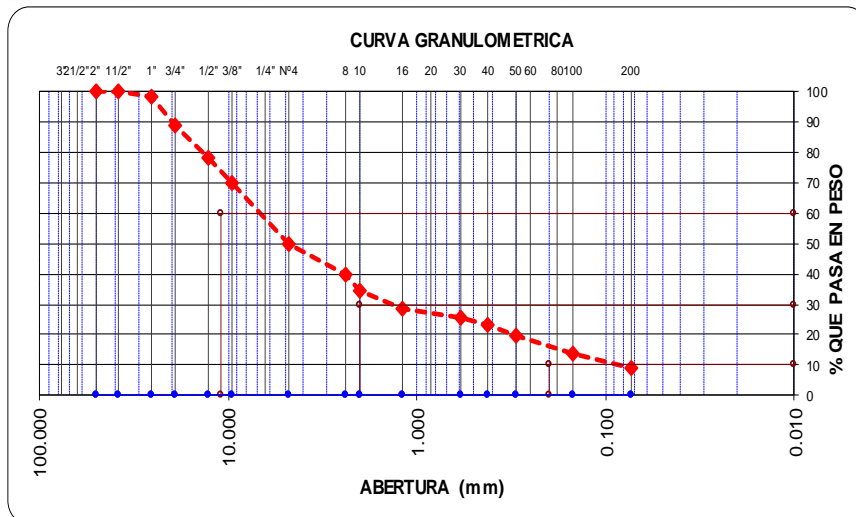
**Tipo de suelo** : Grava Arcillo Limosa Bien Graduada.

**Estructura** : CAPA BASE

Peso de muestra seca : 3320.0

Peso de muestra lavada : 307.4

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | ESPECIFICACION TIPO B |          |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|-----------------------|----------|
|              |                 |               |                   |                     |            | Superior              | Inferior |
| 3"           | 76.200          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | Límites               |          |
| 2 1/2"       | 63.500          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     | 100                   |          |
| 2"           | 50.600          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                       |          |
| 1 1/2"       | 38.100          | 0.00          | 0.0               | 0.0                 | 100.00     |                       |          |
| 1"           | 25.400          | 47.60         | 1.4               | 1.4                 | 98.57      | 95                    | 75       |
| 3/4"         | 19.050          | 330.36        | 10.0              | 11.4                | 88.62      |                       |          |
| 1/2"         | 12.700          | 342.00        | 10.3              | 21.7                | 78.31      |                       |          |
| 3/8"         | 9.525           | 270.64        | 8.2               | 29.8                | 70.16      | 75                    | 40       |
| Nº4          | 4.760           | 679.30        | 20.5              | 50.3                | 49.70      | 60                    | 30       |
| Nº8          | 2.380           | 333.80        | 10.1              | 60.4                | 39.65      |                       |          |
| Nº10         | 2.000           | 163.40        | 4.9               | 65.3                | 34.73      | 45                    | 20       |
| Nº16         | 1.190           | 198.20        | 6.0               | 71.2                | 28.76      |                       |          |
| Nº30         | 0.590           | 106.80        | 3.2               | 74.5                | 25.54      |                       |          |
| Nº40         | 0.420           | 85.90         | 2.6               | 77.0                | 22.95      | 30                    | 15       |
| Nº50         | 0.300           | 117.80        | 3.5               | 80.6                | 19.40      |                       |          |
| Nº100        | 0.149           | 196.60        | 5.9               | 86.5                | 13.48      |                       |          |
| Nº200        | 0.074           | 140.20        | 4.2               | 90.7                | 9.26       | 15                    | 5        |
| < Nº200      |                 | 307.40        | 9.3               | 100.0               | 0.00       |                       |          |
| Total        |                 | 3320.00       |                   |                     |            |                       |          |



| Límites e Índices de Consistencia |             |
|-----------------------------------|-------------|
| L. Líquido                        | : 26.57     |
| L. Plástico                       | : 24.18     |
| Ind. Plástico                     | : 2.39      |
| Clas. SUCS                        | : GW-GM     |
| Clas. AASHTO                      | : A-1-a (0) |

| HUMEDAD NATURAL |         |
|-----------------|---------|
| Sh + Tara       | : 134.6 |
| Ss + Tara       | : 130.7 |
| Tara            | : 40.65 |
| Peso Agua       | : 3.9   |
| Peso Suelo Seco | : 90.1  |
| Humedad(%)      | : 4.30  |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**(ASTM D 4318 - MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129)**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad

Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

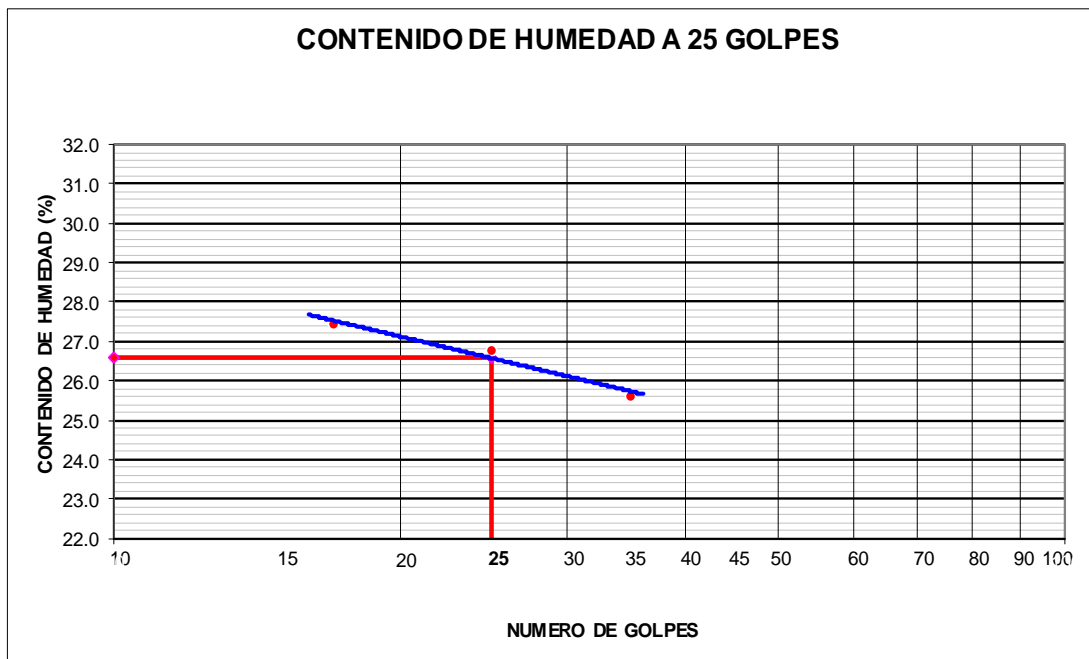
Cantera : CARABAMBA

Fecha : Trujillo, Enero del 2020.

Tipo de suelo : Grava Arcillo Limosa Bien Graduada

Estructura : CAPA BASE

| Muestra                      | Límite Líquido |       |       |   | Límite Plástico |       |       |   |
|------------------------------|----------------|-------|-------|---|-----------------|-------|-------|---|
| Nº de golpes                 | 17             | 25    | 35    | - | -               | -     | -     | - |
| Peso tara (g)                | 16.13          | 18.50 | 14.45 | - | 22.98           | 23.38 | 21.73 | - |
| Peso tara + suelo húmedo (g) | 59.98          | 55.57 | 54.46 | - | 26.75           | 26.44 | 25.25 | - |
| Peso tara + suelo seco (g)   | 50.54          | 47.74 | 46.30 | - | 26.01           | 25.88 | 24.53 | - |
| Humedad %                    | 27.43          | 26.78 | 25.62 | - | 24.42           | 22.40 | 25.71 | - |
| Límites                      | 26.57          |       |       |   | 24.18           |       |       |   |
| Índice Plástico              | 2.39           |       |       |   |                 |       |       |   |





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS**  
**MTC E219**

|               |   |
|---------------|---|
| Tesis         | : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| Bachilleres   | : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.  |
| Ubicación     | : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| Cantera       | : CARABAMBA   |
| Fecha         | : Trujillo, Enero del 2020.   |
| Tipo de suelo | : Grava Arcillo Limosa Bien Graduada  |
| Estructura    | : CAPA BASE   |

|                          | UND | 1      | 2      | 3      | PROMEDIO |
|--------------------------|-----|--------|--------|--------|----------|
| PESO TARRO (BKER 250 ml) | GR  | 93.77  | 90.78  | 92.46  | 0.03     |
| PESO TARRO + AGUA + SAL  | GR  | 247.4  | 248.14 | 248.33 |          |
| PESO TARRO SECO + SAL    | GR  | 93.83  | 90.82  | 92.51  |          |
| PESO DE SAL              | GR  | 0.06   | 0.04   | 0.05   |          |
| PESO DE AGUA             | GR  | 153.57 | 157.32 | 155.82 |          |
| PORCENTAJE DE SAL        | %   | 0.04   | 0.03   | 0.03   |          |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEJOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**RESISTENCIA A LA ABRASION O DESGASTE**  
**ASTM C131 - MTC E207**

Tesis : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad.

Bachilleres : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.  
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.

Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Cantera : CARABAMBA

Fecha : Trujillo, Enero del 2020.

Tipo de suelo : Grava Arcillo Limosa Bien Graduada

Estructura : CAPA BASE

METODO: B VELOCIDAD: 32 rpm  
 CARGA ABRASIVA: 11 Nº VUELTAS: 500

| GRADACIÓN   | PESO INICIAL | RET. EN MALLA Nº 12 | PASA MALLA Nº 12 | % DESGASTE   |
|-------------|--------------|---------------------|------------------|--------------|
| 1" - 3/4"   | 0            | 3580                | 1420             | <b>28.40</b> |
| 3/4" - 1/2" | 2500         |                     |                  |              |
| 1/2" - 3/4" | 2500         |                     |                  |              |
| TOTAL       | 5000         |                     |                  |              |



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO DE LOS AGREGADOS PARA CARRETERAS**  
**ASTM D4791**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Tesis</b>         | : Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad. |
| <b>Bachilleres</b>   | : Bach. Antón Fiestas Cristian Jim Carlo.<br>Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi.  |
| <b>Ubicación</b>     | : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.   |
| <b>Cantera</b>       | : CARABAMBA   |
| <b>Fecha</b>         | : Trujillo, Enero del 2020.   |
| <b>Tipo de suelo</b> | : Grava Arcillo Limosa Bien Graduada  |
| <b>Estructura</b>    | : CAPA BASE   |

| <b>INDICE DE APLANAMIENTO (%) = 5.1</b> |         |                      |                        |                                    |                     |              |
|---|---------|----------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|
| TAMICES                                 |         | TOTAL DE PARTICULAS  |                        | POCENTAJE DE PARTICULAS PLANAS (%) | GRADACION TOTAL (%) | APLANAMIENTO |
| PASA                                    | RETIENE | MUESTRA INICIAL (gr) | PARTICULAS PLANAS (gr) |                                    |                     |              |
| 1"                                      | 3/4"    |                      |                        |                                    |                     |              |
| 3/4"                                    | 1/2"    | 1640.0               | 90.5                   | 5.5                                | 36.9                | 203.4        |
| 1/2"                                    | 3/8"    | 1510.0               | 77.7                   | 5.1                                | 33.9                | 174.6        |
| 3/8"                                    | 1/4"    | 1300.0               | 60.3                   | 4.6                                | 29.2                | 135.5        |
| TOTAL                                   |         | 4450.0               | 228.5                  |                                    |                     | 513.5        |

| <b>INDICE DE ALARGAMIENTO (%) = 5.2</b> |         |                     |                      |                                       |                     |              |
|---|---------|---------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------|
| TAMICES                                 |         | TOTAL DE PARTICULAS |                      | POCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS (%) | GRADACION TOTAL (%) | ALARGAMIENTO |
| PASA                                    | RETIENE | MUESTRA INICIAL     | PARTICULAS ALARGADAS |                                       |                     |              |
| 1"                                      | 3/4"    |                     |                      |                                       |                     | -            |
| 3/4"                                    | 1/2"    | 1640.0              | 90.5                 | 5.5                                   | 38.4                | 211.7        |
| 1/2"                                    | 3/8"    | 1400.0              | 77.6                 | 5.5                                   | 32.8                | 181.6        |
| 3/8"                                    | 1/4"    | 1234.0              | 53.2                 | 4.3                                   | 28.9                | 124.5        |
| TOTAL                                   |         | 4274.0              | 221.3                |                                       |                     | 517.8        |

# **ESTUDIO DE TRÁFICO**

| CONTEO VEHICULAR DÍA LUNES |         |                    |       |               |            |             |           |    |          |    |    |                    |              |     |         |      |         |     |     |      |
|----------------------------|---------|--------------------|-------|---------------|------------|-------------|-----------|----|----------|----|----|--------------------|--------------|-----|---------|------|---------|-----|-----|------|
| HORA                       | SENTIDO | VEHICULOS LIVIANOS |       |               |            |             | BUSES     |    | CAMIONES |    |    | CAMIONES ACOPLADOS |              |     |         |      |         |     |     |      |
|                            |         | MOTOS              | AUTOS | STATION WAGON | CAMIONETAS |             | MICRO BUS | B2 | B3       | C2 | C3 | C4                 | SEMI TRAYLER |     |         |      | TRAYLER |     |     |      |
|                            |         |                    |       |               | PICK UP    | COMBI RURAL |           |    |          |    |    |                    | 2S1/2S2      | 2S3 | 3S1/3S2 | ≥3S3 | 2T2     | 2T3 | 3T2 | ≥3T3 |
| 00:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 00:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 01:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 01:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 02:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 02:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 03:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 03:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 04:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 04:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 05:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 05:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 06:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 06:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 07:00                      | E       | -                  | -     | 3             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 07:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 08:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | 1           | -         | -  | -        | 1  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 08:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 09:00                      | E       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 09:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | 1           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 10:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 10:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 11:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 11:00                      | S       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -  | -        | 1  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 12:00                      | E       | -                  | 1     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | 1  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 12:00                      | S       | -                  | -     | 2             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 13:00                      | E       | -                  | -     | 1             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 13:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 14:00                      | E       | -                  | 1     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 14:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 15:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 15:00                      | S       | -                  | 2     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 16:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 16:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 17:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 17:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | 2  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 18:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 18:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 19:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 19:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 20:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 20:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 21:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 21:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 22:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 22:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 23:00                      | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 23:00                      | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |



| CONTEO VEHICULAR DÍA MARTES |         |                    |       |               |            |             |           |       |    |          |    |    |                    |     |         |      |         |     |     |      |
|-----------------------------|---------|--------------------|-------|---------------|------------|-------------|-----------|-------|----|----------|----|----|--------------------|-----|---------|------|---------|-----|-----|------|
| HORA                        | SENTIDO | VEHICULOS LIVIANOS |       |               |            |             |           | BUSES |    | CAMIONES |    |    | CAMIONES ACOPLADOS |     |         |      |         |     |     |      |
|                             |         | MOTOS              | AUTOS | STATION WAGON | CAMIONETAS |             | MICRO BUS | B2    | B3 | C2       | C3 | C4 | SEMI TRAYLER       |     |         |      | TRAYLER |     |     |      |
|                             |         |                    |       |               | PICK UP    | COMBI RURAL |           |       |    |          |    |    | 2S1/2S2            | 2S3 | 3S1/3S2 | ≥3S3 | 2T2     | 2T3 | 3T2 | ≥3T3 |
| 00:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 00:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 01:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 01:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 02:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 02:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 03:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 03:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 04:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 04:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 05:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 05:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 06:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 06:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 07:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 07:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 08:00                       | E       | -                  | 1     | 2             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 08:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 09:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 09:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 10:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 10:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 11:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 11:00                       | S       | -                  | 1     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 12:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 12:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 13:00                       | E       | -                  | 2     | 2             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 13:00                       | S       | -                  | -     | 2             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 14:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 14:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 15:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 15:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 16:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 16:00                       | S       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 17:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 17:00                       | S       | -                  | 2     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 18:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 18:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 19:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 19:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 20:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 20:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 21:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 21:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 22:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 22:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 23:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 23:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |

| CONTEO VEHICULAR DÍA MIÉRCOLES |         |                    |       |               |            |             |           |    |          |    |    |                    |              |     |         |         |     |     |     |
|--------------------------------|---------|--------------------|-------|---------------|------------|-------------|-----------|----|----------|----|----|--------------------|--------------|-----|---------|---------|-----|-----|-----|
| HORA                           | SENTIDO | VEHICULOS LIVIANOS |       |               |            |             | BUSES     |    | CAMIONES |    |    | CAMIONES ACOPLADOS |              |     |         |         |     |     |     |
|                                |         | MOTOS              | AUTOS | STATION WAGON | CAMIONETAS |             | MICRO BUS | B2 | B3       | C2 | C3 | C4                 | SEMI TRAYLER |     |         | TRAYLER |     |     |     |
|                                |         |                    |       |               | PICK UP    | COMBI RURAL |           |    |          |    |    |                    | 2S1/2S2      | 2S3 | 3S1/3S2 | ≥3S3    | 2T2 | 2T3 | 3T2 |
| 00:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 01:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 02:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 03:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 04:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 05:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 06:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 07:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 08:00                          | E       | -                  | -     | -             | 1          | 1           | -         | -  | -        | 2  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 09:00                          | E       | -                  | 1     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | 1           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 10:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | 1          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 11:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | 1     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | 2  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 12:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 13:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 14:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 15:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 16:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 17:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 18:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 19:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 20:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 21:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 22:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
| 23:00                          | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |
|                                | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -  | -        | -  | -  | -                  | -            | -   | -       | -       | -   | -   | -   |

| CONTEO VEHICULAR DÍA JUEVES |         |                    |       |               |            |             |           |       |    |          |    |    |                    |     |         |      |         |     |     |      |
|-----------------------------|---------|--------------------|-------|---------------|------------|-------------|-----------|-------|----|----------|----|----|--------------------|-----|---------|------|---------|-----|-----|------|
| HORA                        | SENTIDO | VEHICULOS LIVIANOS |       |               |            |             |           | BUSES |    | CAMIONES |    |    | CAMIONES ACOPLADOS |     |         |      |         |     |     |      |
|                             |         | MOTOS              | AUTOS | STATION WAGON | CAMIONETAS |             | MICRO BUS | B2    | B3 | C2       | C3 | C4 | SEMI TRAYLER       |     |         |      | TRAYLER |     |     |      |
|                             |         |                    |       |               | PICK UP    | COMBI RURAL |           |       |    |          |    |    | 2S1/2S2            | 2S3 | 3S1/3S2 | ≥3S3 | 2T2     | 2T3 | 3T2 | ≥3T3 |
| 00:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 01:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 02:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 03:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 04:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 05:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 06:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 07:00                       | E       | -                  | -     | 1             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 08:00                       | E       | -                  | 2     | 1             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 09:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 10:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 11:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | 1     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 12:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | 1     | 1             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 13:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 14:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 15:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 16:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 17:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 18:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 19:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 20:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 21:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 22:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 23:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
|                             | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |

CONTEO VEHICULAR DÍA VIERNES

| HORA  | SENTIDO | VEHICULOS LIVIANOS |       |               |            |             |           | BUSES |    | CAMIONES |    |    | CAMIONES ACOPLADOS |     |         |      |         |     |     |      |
|-------|---------|--------------------|-------|---------------|------------|-------------|-----------|-------|----|----------|----|----|--------------------|-----|---------|------|---------|-----|-----|------|
|       |         | MOTOS              | AUTOS | STATION WAGON | CAMIONETAS |             | MICRO BUS | B2    | B3 | C2       | C3 | C4 | SEMI TRAYLER       |     |         |      | TRAYLER |     |     |      |
|       |         |                    |       |               | PICK UP    | COMBI RURAL |           |       |    |          |    |    | 2S1/2S2            | 2S3 | 3S1/3S2 | ≥3S3 | 2T2     | 2T3 | 3T2 | ≥3T3 |
| 00:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 00:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 01:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 01:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 02:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 02:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 03:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 03:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 04:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 04:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 05:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 05:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 06:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 06:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 07:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 07:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 08:00 | E       | -                  | 2     | -             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 08:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 09:00 | E       | -                  | -     | 2             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 09:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 10:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 10:00 | S       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 11:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 11:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 12:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 12:00 | S       | -                  | 1     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 13:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 13:00 | S       | -                  | 1     | 1             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 14:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 14:00 | S       | -                  | -     | 2             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 15:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 15:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 16:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 16:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 17:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 17:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 18:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 18:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 19:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 19:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 20:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 20:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 21:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 21:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 22:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 22:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 23:00 | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |
| 23:00 | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   | -    |

| CONTEO VEHICULAR DÍA SÁBADO |         |                    |       |               |            |             |           |       |    |          |    |    |                    |     |         |         |     |     |     |      |
|-----------------------------|---------|--------------------|-------|---------------|------------|-------------|-----------|-------|----|----------|----|----|--------------------|-----|---------|---------|-----|-----|-----|------|
| HORA                        | SENTIDO | VEHICULOS LIVIANOS |       |               |            |             |           | BUSES |    | CAMIONES |    |    | CAMIONES ACOPLADOS |     |         |         |     |     |     |      |
|                             |         | MOTOS              | AUTOS | STATION WAGON | CAMIONETAS |             | MICRO BUS | B2    | B3 | C2       | C3 | C4 | SEMI TRAYLER       |     |         | TRAYLER |     |     |     |      |
|                             |         |                    |       |               | PICK UP    | COMBI RURAL |           |       |    |          |    |    | 2S1/2S2            | 2S3 | 3S1/3S2 | ≥3S3    | 2T2 | 2T3 | 3T2 | ≥3T3 |
| 00:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 00:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 01:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 01:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 02:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 02:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 03:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 03:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 04:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 04:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 05:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 05:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 06:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 06:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 07:00                       | E       | -                  | 2     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 07:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 08:00                       | E       | -                  | -     | 2             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 08:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 09:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 09:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 10:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 10:00                       | S       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 11:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 11:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 12:00                       | E       | -                  | 2     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 12:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 13:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 13:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 14:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 14:00                       | S       | -                  | 1     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 15:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 15:00                       | S       | -                  | 1     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 16:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 16:00                       | S       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 17:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 17:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 18:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 18:00                       | S       | -                  | 2     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 19:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 19:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 20:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 20:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 21:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 21:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 22:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 22:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 23:00                       | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |
| 23:00                       | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -       | -   | -   | -   |      |

| CONTEO VEHICULAR DÍA DOMINGO |         |                    |       |               |            |             |           |       |    |          |    |    |                    |     |         |      |         |     |     |      |
|------------------------------|---------|--------------------|-------|---------------|------------|-------------|-----------|-------|----|----------|----|----|--------------------|-----|---------|------|---------|-----|-----|------|
| HORA                         | SENTIDO | VEHICULOS LIVIANOS |       |               |            |             |           | BUSES |    | CAMIONES |    |    | CAMIONES ACOPLADOS |     |         |      |         |     |     |      |
|                              |         | MOTOS              | AUTOS | STATION WAGON | CAMIONETAS |             | MICRO BUS | B2    | B3 | C2       | C3 | C4 | SEMI TRAYLER       |     |         |      | TRAYLER |     |     |      |
|                              |         |                    |       |               | PICK UP    | COMBI RURAL |           |       |    |          |    |    | 2S1/2S2            | 2S3 | 3S1/3S2 | ≥3S3 | 2T2     | 2T3 | 3T2 | ≥3T3 |
| 00:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 00:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 01:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 01:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 02:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 02:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 03:00                        | E       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 03:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 04:00                        | E       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 04:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 05:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 05:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 06:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 06:00                        | S       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 07:00                        | E       | -                  | 1     | 1             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 07:00                        | S       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 08:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 08:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 09:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 09:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | 1           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 10:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 10:00                        | S       | -                  | 1     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 11:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 11:00                        | S       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 12:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 12:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 13:00                        | E       | -                  | 2     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 13:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 14:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 14:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 15:00                        | E       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 15:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 16:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 16:00                        | S       | -                  | -     | 1             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 17:00                        | E       | -                  | 1     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 17:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 18:00                        | E       | -                  | 1     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 18:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | 2           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 19:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 19:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 20:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 20:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 21:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 21:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 22:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 22:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 23:00                        | E       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |
| 23:00                        | S       | -                  | -     | -             | -          | -           | -         | -     | -  | -        | -  | -  | -                  | -   | -       | -    | -       | -   | -   |      |

| TIPO DE VEHÍCULO          | DÍAS DE LA SEMANA |           |           |           |           |           |           |
|---------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                           | LUNES             | MARTES    | MIÉRCOLES | JUEVES    | VIERNES   | SÁBADO    | DOMINGO   |
| Motos                     | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| Automóvil                 | 4                 | 6         | 2         | 4         | 4         | 8         | 6         |
| Statio Wagon              | 8                 | 8         | -         | 4         | 6         | 4         | 8         |
| Pick Up                   | -                 | -         | 2         | -         | -         | -         | -         |
| Combi Rural               | 20                | 20        | 20        | 20        | 20        | 20        | 20        |
| Micro Bus                 | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| B2                        | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| B3                        | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| C2                        | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| C3                        | 5                 | -         | 4         | -         | -         | -         | -         |
| C4                        | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 8x4                       | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| T2S1                      | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| T2S2                      | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| T2Se2                     | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| T2S3                      | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| T2Se3                     | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| T3S1                      | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| T3S2                      | -                 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| <b>TOTAL DE VEHÍCULOS</b> | <b>37</b>         | <b>34</b> | <b>28</b> | <b>28</b> | <b>26</b> | <b>24</b> | <b>28</b> |

| TIPO DE VEHÍCULO      | Año Base   | Año 1      | Año 2      | Año 3      | Año 4      | Año 5      | Año 6      | Año 7      | Año 8      | Año 9      | Año 10     | Año 11     | Año 12     | Año 13     | Año 14     | Año 15     | Año 16     | Año 17     | Año 18     | Año 19     | Año 20     |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                       | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       | 2025       | 2026       | 2027       | 2028       | 2029       | 2030       | 2031       | 2032       | 2033       | 2034       | 2035       | 2036       | 2037       | 2038       | 2039       | 2040       |
| Motos                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Automóvil             | 34         | 34         | 35         | 35         | 36         | 36         | 37         | 37         | 38         | 38         | 39         | 39         | 40         | 40         | 41         | 41         | 42         | 42         | 43         | 43         | 44         |
| Statio Wagon          | 38         | 38         | 39         | 39         | 40         | 40         | 41         | 41         | 42         | 43         | 43         | 44         | 44         | 45         | 45         | 46         | 46         | 47         | 48         | 48         | 49         |
| Pick Up               | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 3          | 3          | 3          |
| Combi Rural           | 140        | 142        | 144        | 145        | 147        | 149        | 151        | 153        | 155        | 157        | 159        | 161        | 163        | 165        | 167        | 169        | 171        | 173        | 175        | 178        | 180        |
| Micro Bus             | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| B2                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| B3                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| C2                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| C3                    | 9          | 9          | 10         | 10         | 10         | 10         | 11         | 11         | 11         | 12         | 12         | 12         | 13         | 13         | 13         | 14         | 14         | 14         | 15         | 15         | 16         |
| C4                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| 8x 4                  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| T2S1                  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| T2S2                  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| T2Se2                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| T2S3                  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| T2Se3                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| T3S1                  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| T3S2                  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <b>Tráfico normal</b> | <b>223</b> | <b>225</b> | <b>230</b> | <b>231</b> | <b>235</b> | <b>237</b> | <b>242</b> | <b>244</b> | <b>248</b> | <b>252</b> | <b>255</b> | <b>258</b> | <b>262</b> | <b>265</b> | <b>268</b> | <b>272</b> | <b>275</b> | <b>278</b> | <b>284</b> | <b>287</b> | <b>292</b> |



## EJES EQUIVALENTES

| Tipo de eje          | Datos preliminares |       |       |           |              | $F_i$ |
|----------------------|--------------------|-------|-------|-----------|--------------|-------|
|                      | $L_x$ (kips)       | $L_2$ | $G_t$ | $\beta_x$ | $\beta_{18}$ |       |
| Eje simple delantero | 7                  | 1     | -0.20 | 0.463     | 0.50         | 0.54  |
| Eje simple posterior | 11                 | 1     | -0.20 | 0.651     | 0.50         | 3.15  |
| Eje simple posterior | 18                 | 1     | -0.20 | 1.570     | 0.50         | 20.42 |
| Eje tandem           | 14                 | 2     | -0.20 | 0.463     | 0.50         | 0.74  |
| Eje tandem           | 16                 | 2     | -0.20 | 0.494     | 0.50         | 1.27  |
| Eje tandem           | 18                 | 2     | -0.20 | 0.535     | 0.50         | 2.02  |
| Eje tandem           | 22                 | 2     | -0.20 | 0.651     | 0.50         | 4.34  |
| Eje tridem           | 23                 | 3     | -0.20 | 0.483     | 0.50         | 1.29  |
| Eje tridem           | 25                 | 3     | -0.20 | 0.507     | 0.50         | 1.80  |

| TIPO DE VEHÍCULO | Cargas por ejes en toneladas (tn) |                              |    |    |    | Factor de eje equivalente ( $F_i$ ) |                              |        |       |       | Factor Eje Equivalente Total( $F_i$ ) |
|------------------|-----------------------------------|------------------------------|----|----|----|-------------------------------------|------------------------------|--------|-------|-------|---------------------------------------|
|                  | Eje Delantero                     | Conjunto de ejes posteriores |    |    |    | Eje Simple delantero                | Conjunto de ejes posteriores |        |       |       |                                       |
|                  |                                   | 1°                           | 2° | 3° | 4° |                                     | 1°                           | 2°     | 3°    | 4°    |                                       |
| C2               | 7                                 | 11                           | -  | -  | -  | 0.538                               | 3.152                        | -      | -     | -     | 3.690                                 |
| C3               | 7                                 | 18                           | -  | -  | -  | 0.538                               | 2.017                        | -      | -     | -     | 2.555                                 |
| C4               | 7                                 | 23                           | -  | -  | -  | 0.538                               | 1.289                        | -      | -     | -     | 1.827                                 |
| 8x4              | 14                                | 18                           | -  | -  | -  | 0.740                               | 2.017                        | -      | -     | -     | 2.757                                 |
| T2S1             | 7                                 | 11                           | 11 | -  | -  | 0.538                               | 3.152                        | 3.152  | -     | -     | 6.842                                 |
| T2S2             | 7                                 | 11                           | 18 | -  | -  | 0.538                               | 3.152                        | 2.017  | -     | -     | 5.707                                 |
| T2Se2            | 7                                 | 11                           | 11 | 11 | -  | 0.538                               | 3.152                        | 3.152  | 3.152 | -     | 9.994                                 |
| T2S3             | 7                                 | 11                           | 25 | -  | -  | 0.538                               | 3.152                        | 1.797  | -     | -     | 5.487                                 |
| T2Se3            | 7                                 | 22                           | 18 | -  | -  | 0.538                               | 4.336                        | 20.418 | -     | -     | 25.292                                |
| T3S1             | 7                                 | 18                           | 11 | -  | -  | 0.538                               | 2.017                        | 3.152  | -     | -     | 5.707                                 |
| T3S2             | 7                                 | 18                           | 18 | -  | -  | 0.538                               | 2.017                        | 2.017  | -     | -     | 4.572                                 |
| T3Se2            | 7                                 | 18                           | 11 | 11 | -  | 0.538                               | 2.017                        | 3.152  | 3.152 | -     | 8.859                                 |
| T3S3             | 7                                 | 18                           | 25 | -  | -  | 0.538                               | 2.017                        | 1.797  | -     | -     | 4.352                                 |
| T3Se3            | 7                                 | 18                           | 11 | 18 | -  | 0.538                               | 2.017                        | 3.152  | 2.017 | -     | 7.724                                 |
| C2R2             | 7                                 | 11                           | 11 | 11 | -  | 0.538                               | 3.152                        | 3.152  | 3.152 | -     | 9.994                                 |
| C2R3             | 7                                 | 11                           | 11 | 18 | -  | 0.538                               | 3.152                        | 3.152  | 2.017 | -     | 8.859                                 |
| C3R2             | 7                                 | 18                           | 11 | 11 | -  | 0.538                               | 2.017                        | 3.152  | 3.152 | -     | 8.859                                 |
| C3R3             | 7                                 | 18                           | 11 | 18 | -  | 0.538                               | 2.017                        | 3.152  | 2.017 | -     | 7.724                                 |
| C3R4             | 7                                 | 18                           | 18 | 18 | -  | 0.538                               | 2.017                        | 2.017  | 2.017 | -     | 6.589                                 |
| C4R2             | 7                                 | 23                           | 11 | 11 | -  | 0.538                               | 1.289                        | 3.152  | 3.152 | -     | 8.131                                 |
| C4R3             | 7                                 | 23                           | 11 | 18 | -  | 0.538                               | 1.289                        | 3.152  | 2.017 | -     | 6.996                                 |
| 8x4R2            | 14                                | 18                           | 11 | 11 | -  | 0.740                               | 2.017                        | 3.152  | 3.152 | -     | 9.061                                 |
| 8x4R3            | 14                                | 18                           | 11 | 18 | -  | 0.740                               | 2.017                        | 3.152  | 2.017 | -     | 7.926                                 |
| 8x4R4            | 14                                | 18                           | 18 | 18 | -  | 0.740                               | 2.017                        | 2.017  | 2.017 | -     | 6.791                                 |
| C2RB1            | 7                                 | 11                           | 11 | -  | -  | 0.538                               | 3.152                        | 3.152  | -     | -     | 6.842                                 |
| C2RB2            | 7                                 | 11                           | 18 | -  | -  | 0.538                               | 3.152                        | 2.017  | -     | -     | 5.707                                 |
| C3RB1            | 7                                 | 18                           | 11 | -  | -  | 0.538                               | 2.017                        | 3.152  | -     | -     | 5.707                                 |
| C3RB2            | 7                                 | 18                           | 18 | -  | -  | 0.538                               | 2.017                        | 2.017  | -     | -     | 4.572                                 |
| C4RB1            | 7                                 | 23                           | 11 | -  | -  | 0.538                               | 1.289                        | 0.538  | -     | -     | 2.364                                 |
| C4RB2            | 7                                 | 23                           | 18 | -  | -  | 0.538                               | 1.289                        | 2.017  | -     | -     | 3.844                                 |
| 8x4 RB1          | 14                                | 18                           | 11 | -  | -  | 0.740                               | 2.017                        | 3.152  | -     | -     | 5.909                                 |
| 8x4 RB2          | 14                                | 18                           | 18 | -  | -  | 0.740                               | 2.017                        | 2.017  | -     | -     | 4.774                                 |
| T3S2 S2          | 7                                 | 18                           | 18 | 18 | -  | 0.538                               | 2.017                        | 2.017  | 2.017 | -     | 6.589                                 |
| T3Se2 Se2        | 7                                 | 18                           | 22 | 22 | -  | 0.538                               | 2.017                        | 4.336  | 4.336 | -     | 11.227                                |
| T3S2 S1S2        | 7                                 | 18                           | 18 | 11 | 18 | 0.538                               | 2.017                        | 2.017  | 3.152 | 2.017 | 9.741                                 |
| T3Se2 S1Se2      | 7                                 | 18                           | 22 | 11 | 22 | 0.538                               | 2.017                        | 4.336  | 3.152 | 4.336 | 14.379                                |
| B2               | 7                                 | 11                           | -  | -  | -  | 0.538                               | 3.152                        | -      | -     | -     | 3.690                                 |
| B3 - 1           | 7                                 | 16                           | -  | -  | -  | 0.538                               | 1.268                        | -      | -     | -     | 1.806                                 |
| B4 - 1           | 14                                | 16                           | -  | -  | -  | 0.740                               | 1.268                        | -      | -     | -     | 2.008                                 |
| BA - 1           | 7                                 | 11                           | 7  | -  | -  | 0.538                               | 3.152                        | 0.538  | -     | -     | 4.228                                 |

| <b>TIPO DE VEHÍCULO</b> | <b>IMD</b> | <b><math>F_i</math></b> | <b><math>F_D</math></b> | <b><math>F_C</math></b> | <b><math>F_P</math></b> | <b><math>F_{ca}</math></b> | <b>Periodo<br/>Evaluación</b> | <b>ESAL</b> |
|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------|
| <i>Motos</i>            | 0          | 0.001                   | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 22.59                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>Automóvil</i>        | 44         | 0.001                   | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 22.59                      | 365                           | 2.90E+02    |
| <i>Statio Wagon</i>     | 49         | 0.001                   | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 22.59                      | 365                           | 3.23E+02    |
| <i>Pick Up</i>          | 3          | 0.001                   | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 22.59                      | 365                           | 1.98E+01    |
| <i>Combi Rural</i>      | 180        | 0.001                   | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 22.59                      | 365                           | 1.19E+03    |
| <i>Micro Bus</i>        | 0          | 0.001                   | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 22.59                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>B2</i>               | 0          | 3.68987                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 22.59                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>B3</i>               | 0          | 1.80599                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 22.59                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>C2</i>               | 0          | 3.68987                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>C3</i>               | 16         | 2.55476                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 3.15E+05    |
| <i>C4</i>               | 0          | 1.82651                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>8 x 4</i>            | 0          | 2.75666                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>T2S1</i>             | 0          | 6.84211                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>T2S2</i>             | 0          | 5.707                   | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>T2Se2</i>            | 0          | 9.99435                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>T2S3</i>             | 0          | 5.4873                  | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>T2Se3</i>            | 0          | 25.2918                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>T3S1</i>             | 0          | 5.707                   | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <i>T3S2</i>             | 0          | 4.57188                 | 1.00                    | 0.80                    | 1.00                    | 26.41                      | 365                           | 0.00E+00    |
| <b>Total</b>            | 292        |                         |                         |                         |                         |                            |                               | 3.17E+05    |

# **DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

**i) Información Preliminar**

|  |               |
|--|---------------|
| a. Ejes Equivalentes ( $W_{18}$ )                | 317,051.62 EE |
| b. Ejes Equivalentes de diseño ( $W_{18}$ )      | 320,000.00 EE |
| c. Tipo de Trafico Pesado                        | TP2           |
| d. Periodo de diseño (T)                         | 20 años       |
| e. Nivel de Confiabilidad (R)                    | 75%           |
| f. Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ )          | -0.674        |
| g. Desviación Estándar Combinada ( $S_0$ )       | 0.45          |
| h. Diferencial de servicialidad ( $\Delta PSI$ ) | 1.8           |

**ii) Diseño de espesores - Método Analítico Ecuación Anidada**

|   |               |
|---|---------------|
| a. Modulo Resiliente de la Subrasante   | 17,051.52 psi |
| b. Cálculo de Número Estructural (SN) : |               |

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

| SN Anidado | $\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{(4.2 - 1.5)} \right]$ | $N_{18}$ Nominal | N18 Obtenido | Verificación  |
|------------|---|------------------|--------------|---------------|
| 1.4909     | -0.1761   | 5.505            | 5.505        | <b>VALIDO</b> |

c. Estructura del Pavimento Flexible :

|                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Tipo de Capa Superficial           | Carpeta Asfáltica en Caliente |
| $a_1$                              | 0.17                          |
| Tipo de Carpeta Base               | Base Granular CBR 80%         |
| $a_2$                              | 0.052                         |
| Tipo de Carpeta Subbase            | Subbase granular CBR 40%      |
| $a_3$                              | 0.047                         |
| Coefficiente de Drenaje ( $C_d$ )  | Bueno                         |
| Calidad del drenaje                | 5% - 25%                      |
| Carpeta Granular Base ( $m_2$ )    | 1                             |
| Carpeta Granular Subbase ( $m_3$ ) | 1                             |

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

| Alternativa | SN anidado | SN obtenido | $D_1$    | $D_2$     | $D_3$     | DATOS       | OBSERVACIONES |
|-------------|------------|-------------|----------|-----------|-----------|-------------|---------------|
| 1           | 1.88       | 2.52        | 2.50 cm. | 25.00 cm. | 17.00 cm. | TABLAS MTC  | CUMPLE        |
| 2           | 1.88       | 2.17        | 2.50 cm. | 20.00 cm. | 15.00 cm. | ITERACIONES | CUMPLE        |
| 3           | 1.88       | 2.34        | 5.00 cm. | 15.00 cm. | 15.00 cm. | ITERACIONES | CUMPLE        |
| 4           | 1.88       | 2.83        | 5.00 cm. | 20.00 cm. | 20.00 cm. | ITERACIONES | CUMPLE        |

# PLANOS

