

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
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	26
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
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	54
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS.....	68

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 km², 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. (MINSAL,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.

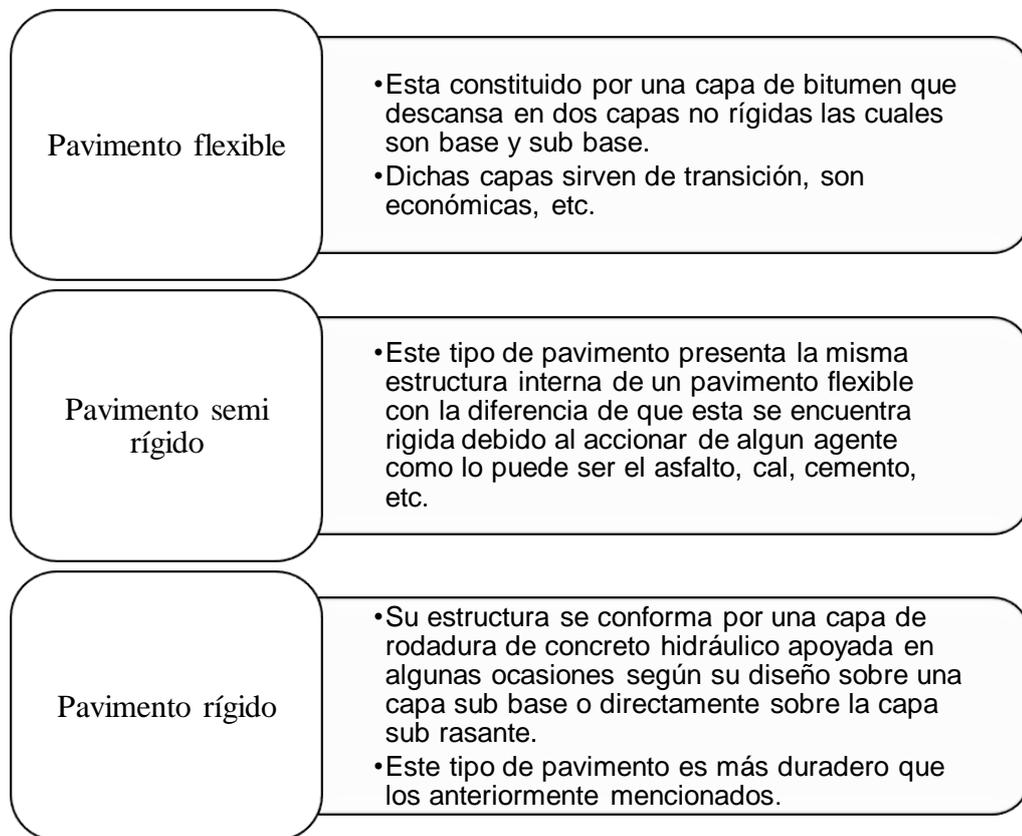


Figura 2: Tipos de pavimento.

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

TIPO DE CARRETERA	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE CALICATAS
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

TIPO DE CARRETERA	N° de CBR
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 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 %máx.	50 % máx.
CBR	MTC E 132	40 % mín.	40 % mín.

Límite Líquido	MTC E 110	25 %máx.	25 % máx.
Índice de plasticidad	MTC E 111	6% máx.	4% máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	25 % mín.	35 % 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 msnm	≥ 3000 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 msnm	≥ 3000 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

NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDOS PARA DIFERENTES CARRETERAS		
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:

ΔPSI : 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.

ΔPSI = 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 (Δ 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.

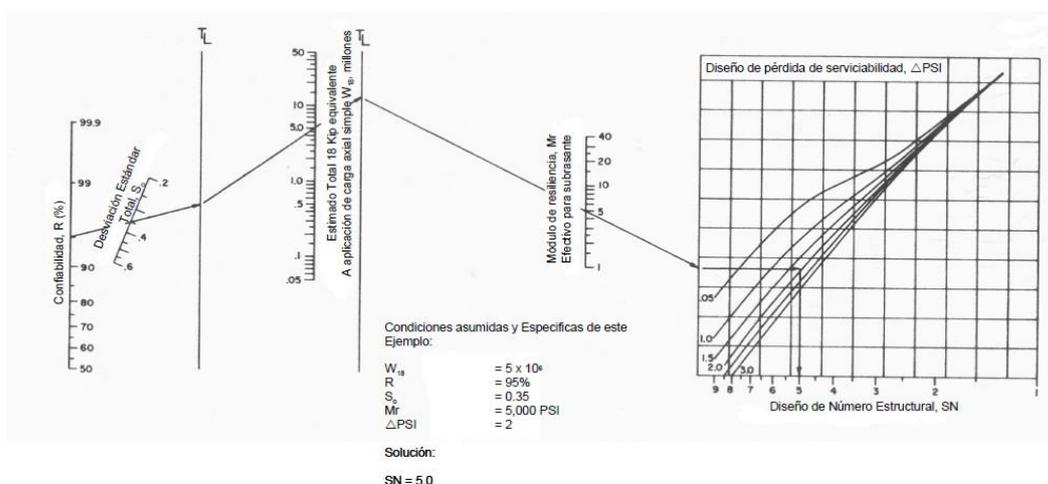


Figura 3: Gráfica de diseño para pavimento flexible.

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 ²	
			Ensayo de abrasión de los ángeles MTC E 207	mm.	

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

TECNICAS	INSTRUMENTOS	USOS
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.

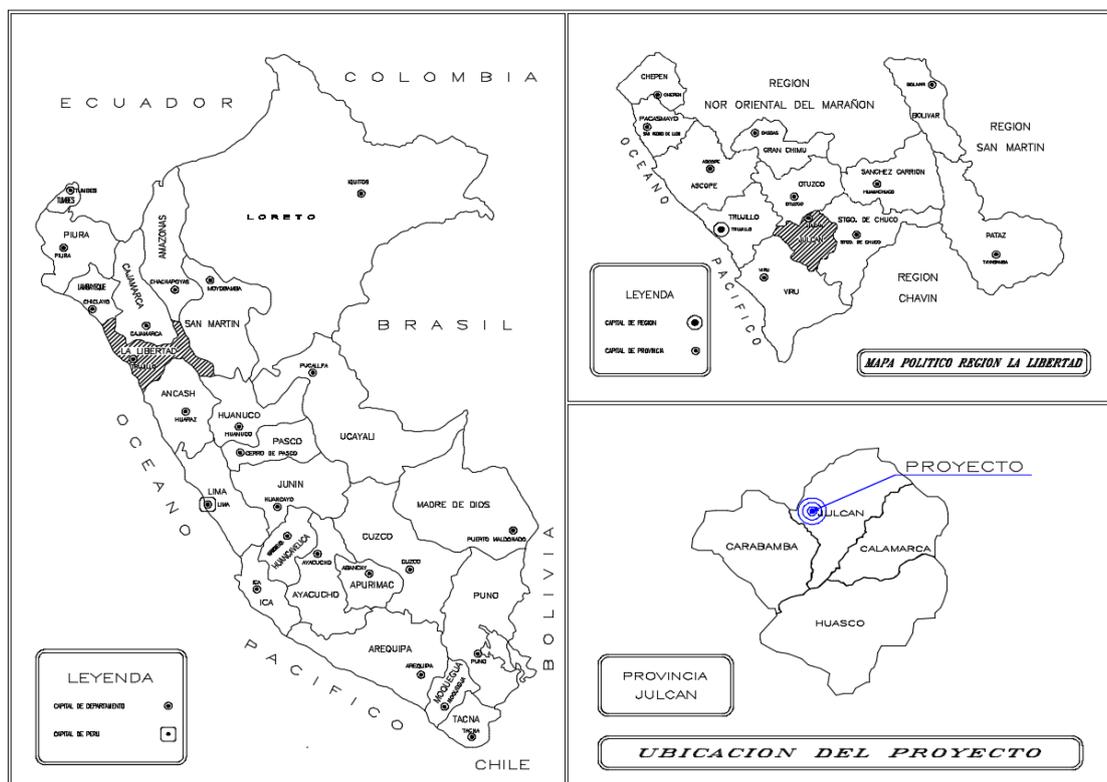


Figura 4: Plano de Ubicación.

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.

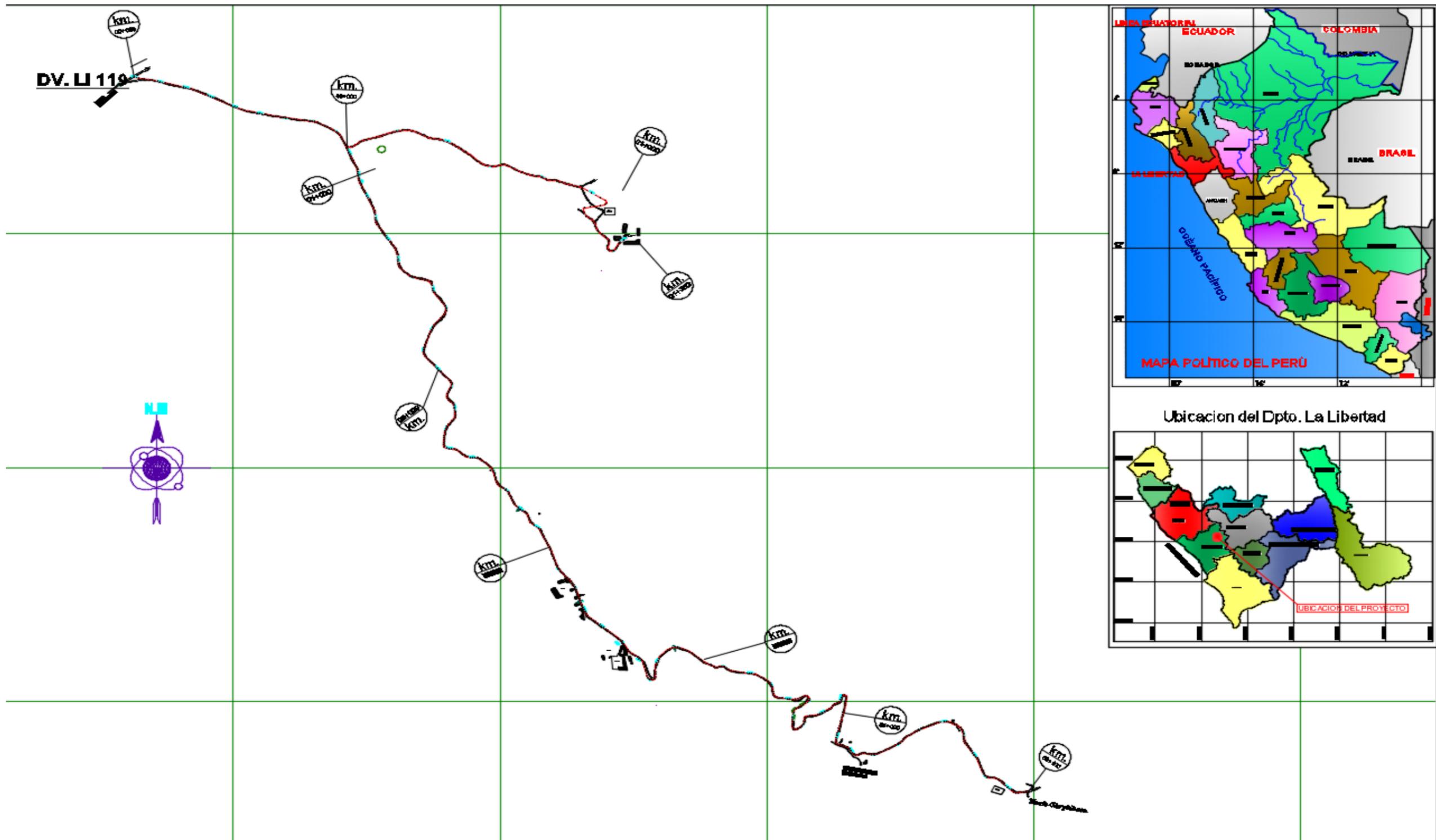


Figura 7: Plan de la Ubicación de la vía.

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.

TIPO DE CARRETERA	IMDA	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	NÚMERO DE CALICATAS
Carretera de bajo volumen de tránsito	≤ 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.

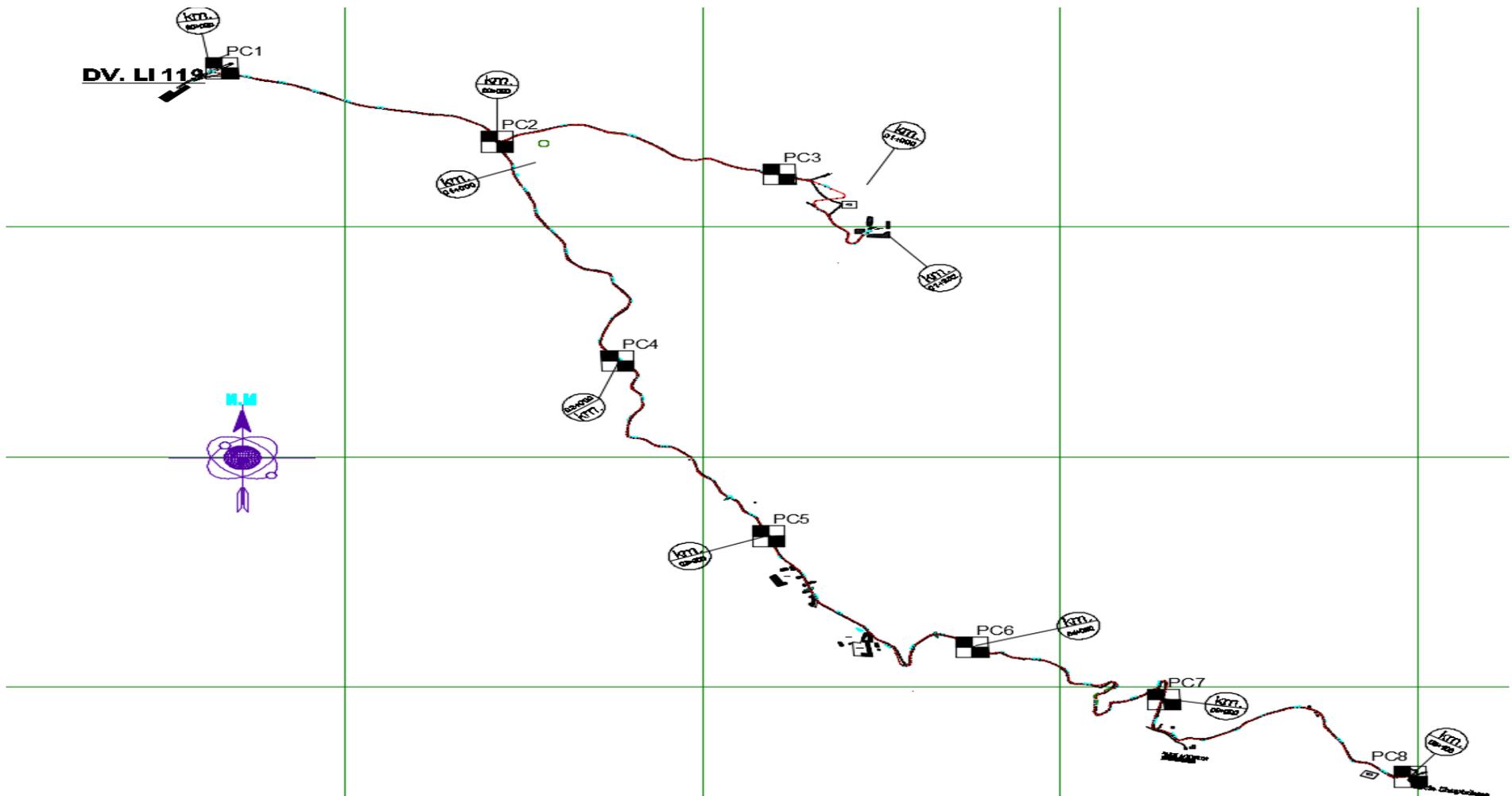


Figura 9: Ubicación de Calicatas.

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

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM
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.

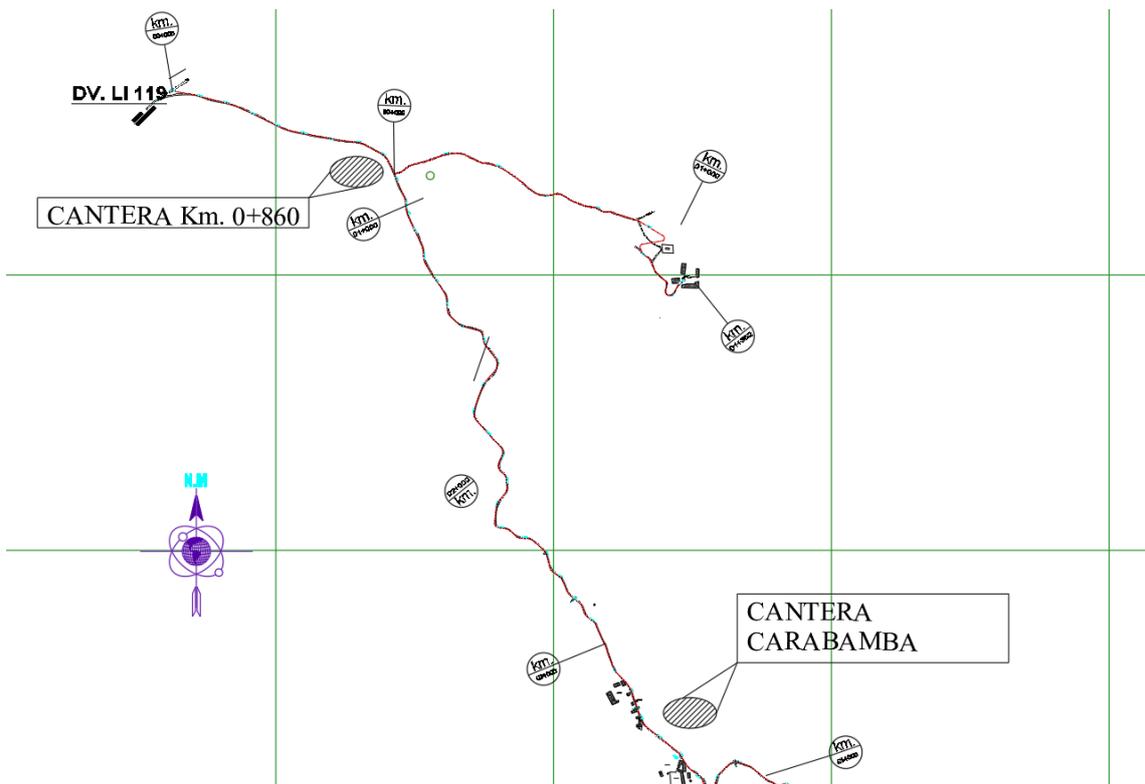


Figura 13: Ubicación geográfica de las canteras Km0+860 y Carabamba.

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.

ENSAYO	NORMA MTC	NORMA ASTM
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.

ENSAYO	NORMA MTC	NORMA ASTM
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 Arrollo 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.

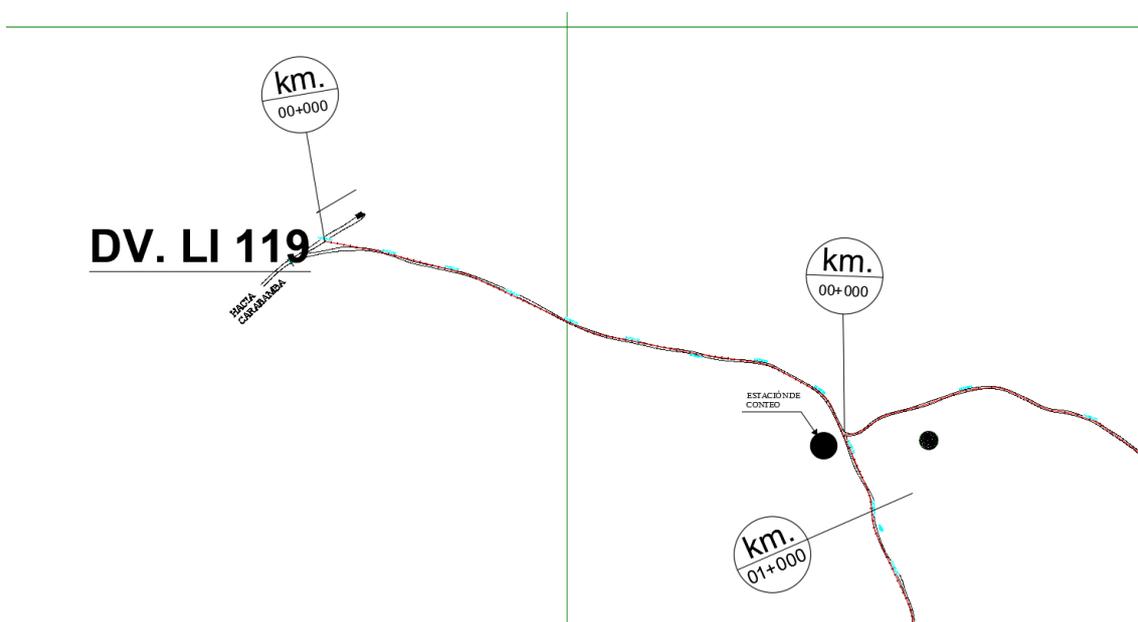


Figura 14: Ubicación de estación de conteo vehicular.

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>	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE VEHÍCULOS	37	34	28	28	26	24	28

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
Tráfico normal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	223	225	230	231	235	237	242	244	248	252	255

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
Tráfico normal	258	262	265	268	272	275	278	284	287	292

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 _I	F _D	F _C	F _P	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
Total	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 TP₂. 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 ₂	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_R)
TP ₂	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 ₂	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_r= 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 ³)	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 (ΔPSI)	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	VALIDO

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.

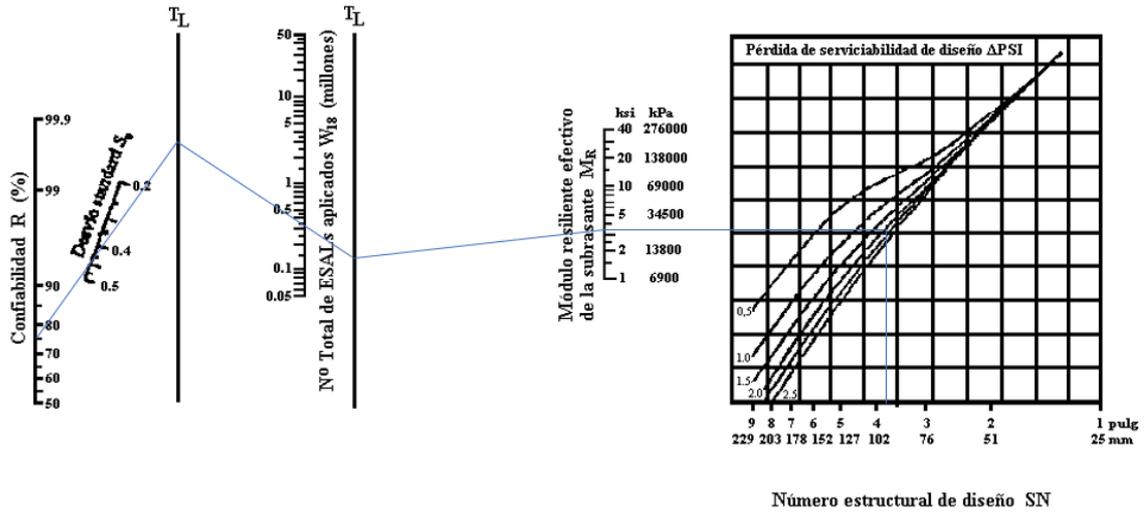


Figura 15: Nomograma guía AASHTO - 93.

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.

CAPA	TIPO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL
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.

CALIDAD DEL DRENAJE	<1.00%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
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.

ALTERNATIVA	SN ANIDADO	SN OBTENIDO	D₁	D₂	D₃	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

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.

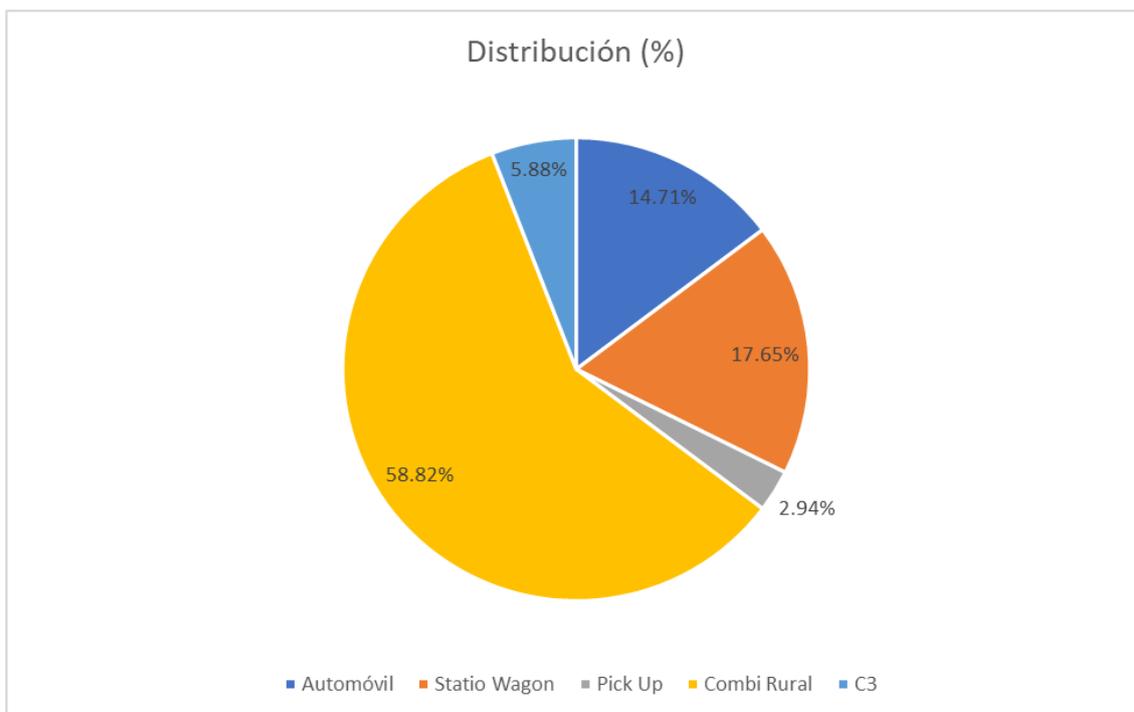


Figura 17: Distribución de vehículos

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
Tráfico normal	223	292

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 4791	20% máx	5.15
CBR	MTC E 132	80% mín.	83.28
Índice de plasticidad	MTC E 111	2% máx	2.39
Sales solubles	MTC E 219	0.5% máx	0.03
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 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

ESPESORES				
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 ₁	2.50 cm	2.50 cm	5.00 cm	5.00 cm
D ₂	25.00 cm	20.00 cm	15.00 cm	20.00 cm.
D ₃	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		TP0	TP1	TP2	TP3	TP4
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000
CBR%	$M_r = 2555 \times CBR^{0.64}$					
CBR	< 8,040psi (55.4MPa)	25cm 25cm 35cm (M)	25cm 25cm 20cm (M)	25cm 30cm 22cm (M)	25cm 30cm 23cm (M)	25cm 30cm 22cm (M)
> 6% CBR	> 8,040psi (55.4MPa) < 10% < 11,150psi (76.9MPa)	25cm 25cm 30cm	25cm 25cm 20cm	25cm 30cm 22cm	25cm 30cm 23cm	25cm 30cm 22cm
> 10% CBR	> 11,150psi (76.9MPa) < 20% < 17,380psi (119.8MPa)	25cm 20cm 20cm	25cm 23cm 15cm	25cm 25cm 17cm	25cm 30cm 16cm	25cm 30cm 20cm
> 20% CBR	> 17,380psi (119.8MPa) < 30% < 22,530psi (155.3MPa)	25cm 25cm	25cm 30cm	25cm 24cm 15cm	25cm 23cm 15cm	25cm 25cm 15cm
CBR	> 22,530psi (155.3MPa) > 30%	25cm 22cm	25cm 26cm	25cm 16cm 15cm	25cm 20cm 15cm	25cm 20cm 16cm



Micropavimento
Base Granular
Sub-base Granular

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

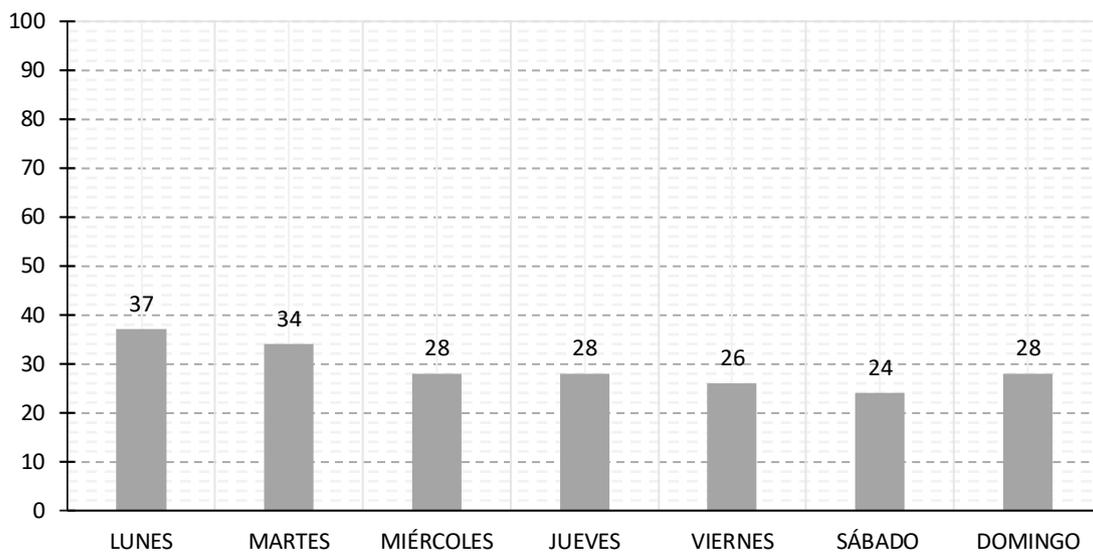


Figura 19: Total de vehículos.

- 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
				2"	100	100.00
				1"	-	85.10
		Granulometría por tamizado	MTC E 107	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
Km. 0+860	Sub base	Abrasión de los ángulos	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

CARAB AMBA	Base	Partículas Chatas y alargadas	ASTM D 4791	20% máx	4.70	
		Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	18%	18.00%	
		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	40% máx	28.40	
				Partículas con una cara fracturada.	MTC E 210	80% mín
		Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	50% mín	50.00	
				Partículas Chatas y alargadas	ASTM D 4791	20% máx
		CBR	MTC E 132	80% mín.	83.28	
		Índice de plasticidad	MTC E 111	2% máx	2.39	
		Sales solubles	MTC E 219	0.5% máx	0.03	
		Durabilidad al sulfato de 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.

VARIABLES DE DISEÑO	
a. Ejes Equivalentes de diseño (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 (S_0)	0.45
g. Diferencial de servicialidad (ΔPSI)	1.8
h. Módulo resiliente de la Sub 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

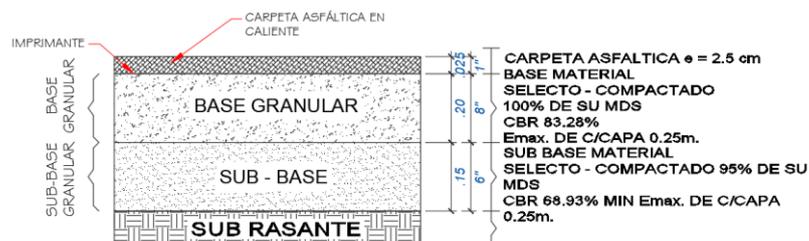


Figura 20: Espesores para el pavimento flexible diseñado.

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 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi
FECHA	:	Trujillo, Enero del 2020

EXC.	Prof. (m)	Esp.(m)	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA	Símbolo	Observ.
1	-0.20	0.20	Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.		EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO
2	-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 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.		EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO
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
Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi

FECHA : Trujillo, Enero del 2020

EXC.	Prof. (m)	Esp.(m)	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA	Símbolo	Observ.
1	-0.20	0.20	Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.		EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO
2	-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 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi
FECHA	:	Trujillo, Enero del 2020

EXC.	Prof. (m)	Esp.(m)	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA	Símbolo	Observ.
1	-0.20	0.20	Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.		EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO
2	-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	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 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi
FECHA	:	Trujillo, Enero del 2020

EXC.	Prof. (m)	Esp.(m)	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA	Símbolo	Observ.
1	-0.20	0.20	Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.		EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO
2	-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 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi
FECHA	:	Trujillo, Enero del 2020

EXC.	Prof. (m)	Esp.(m)	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA	Símbolo	Observ.
1	-0.20	0.20	Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.		EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO
2	-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 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.		EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO
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 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi
FECHA	:	Trujillo, Enero del 2020

EXC.	Prof. (m)	Esp.(m)	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA	Símbolo	Observ.
1	-0.20	0.20	Material superficial granular con presencia de piedras medianas y raíces secas.		EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO
2	-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 ANTEÑOR 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.

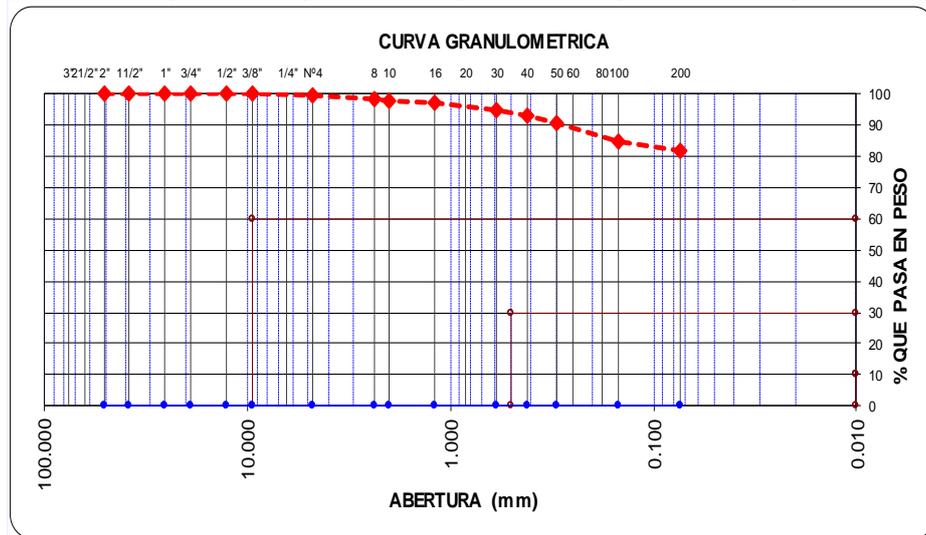
Fecha : Trujillo, Enero del 2020.

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

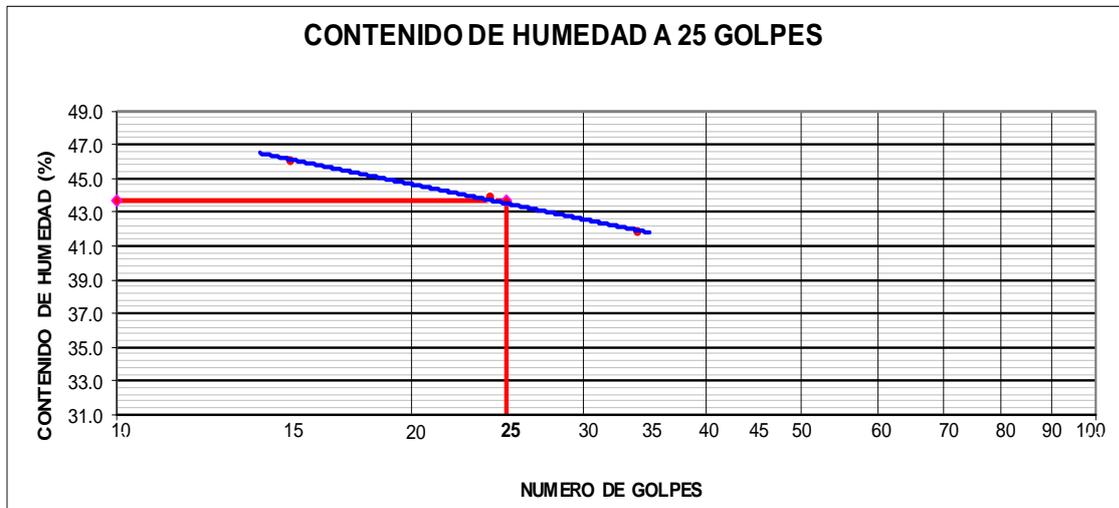
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Fecha : Trujillo, Enero del 2020

Calicata : PC 01 - MUESTRA 1

Tipo de suelo : Arcilla Medianamente Plástica

Muestra								
Límites de Consistencia	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

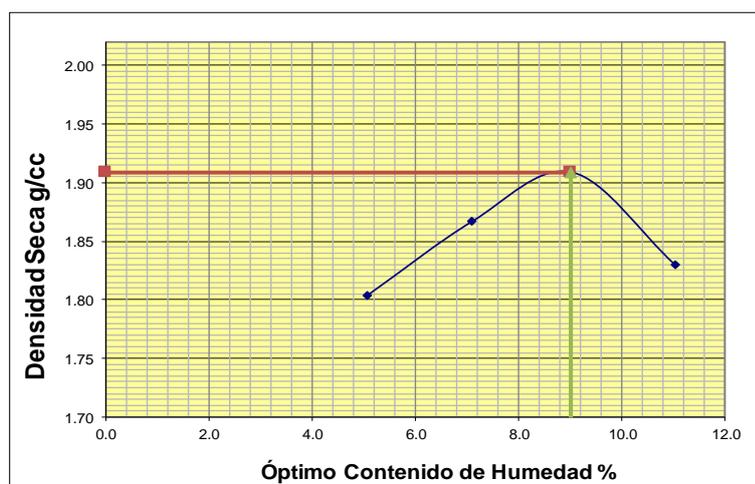
FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

I. DATOS GENERALES

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.

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 ₂ 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	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm ³)	1.91
OCH (%)	9.02

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	4084.0
VOLUMEN(cc):	939.0



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 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.

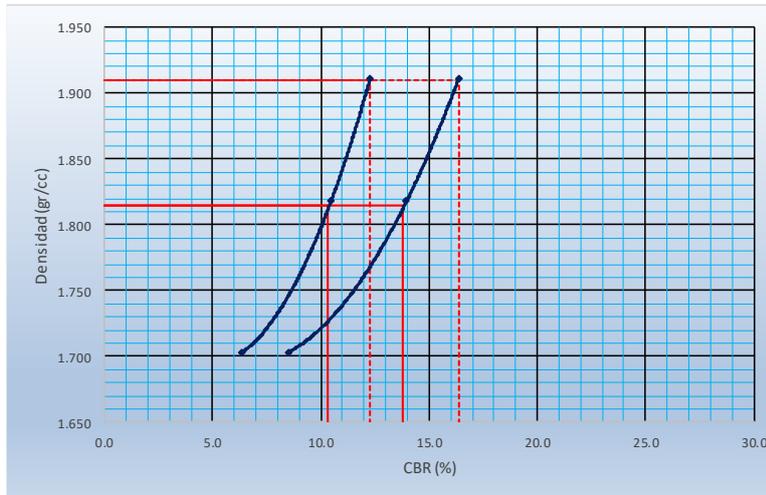
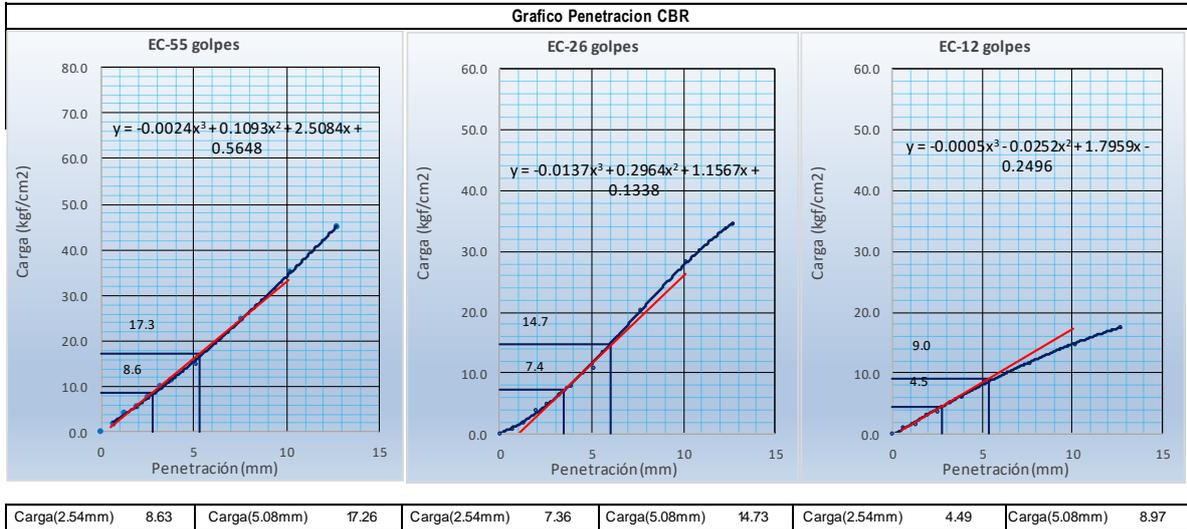
Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra				Método Proctor				:		A	
Tipo de Muestra	ALTERADA			Máxima densidad seca (g/cm ³)				:		1.91	
				Óptimo cont. Humedad (%)				:		9.02%	
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra	Húmeda			Área Pistón de Penetración				:		20.2 cm ²	
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	12243		12243		12379		12379		12227		12227
Peso de molde (g)	8031			8172			8308				
Peso del suelo húmedo (g)	4212		4212		4207		4207		3919		3919
Volumen del molde (cc)	2022			2122			2110				
Densidad húmeda (gr/cc)	2.083		2.083		1.983		1.983		1.857		1.857
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	119.95		125.12		112.34		117.8		119.82		116.44
Tarro + Suelo seco (g)	112.03		117.02		105.16		110.21		112.02		108.67
Peso del Agua (g)	7.92		8.1		7.18		7.59		7.8		7.77
Peso del tarro (g)	24.25		27.14		25.82		26.47		25.49		23.14
Peso del suelo seco (g)	87.78		89.88		79.34		83.74		86.53		85.53
Humedad (%)	9.02		9.01		9.05		9.06		9.01		9.08
Densidad seca (g/cc)	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 ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	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)	1.910
95% de la M.D.S. (g/cc)	1.815
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.	10.4

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.	13.8

% 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.

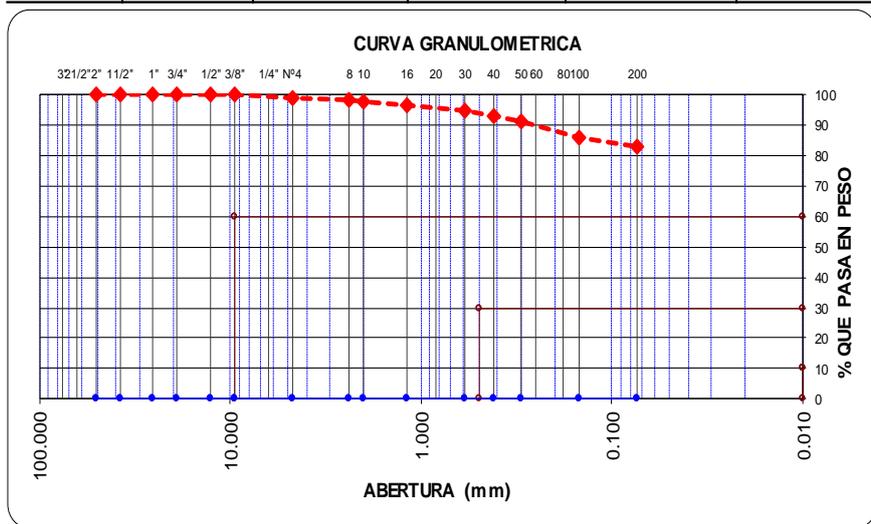
Calicata : PC 02 - MUESTRA 2.

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 ANTENOR 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

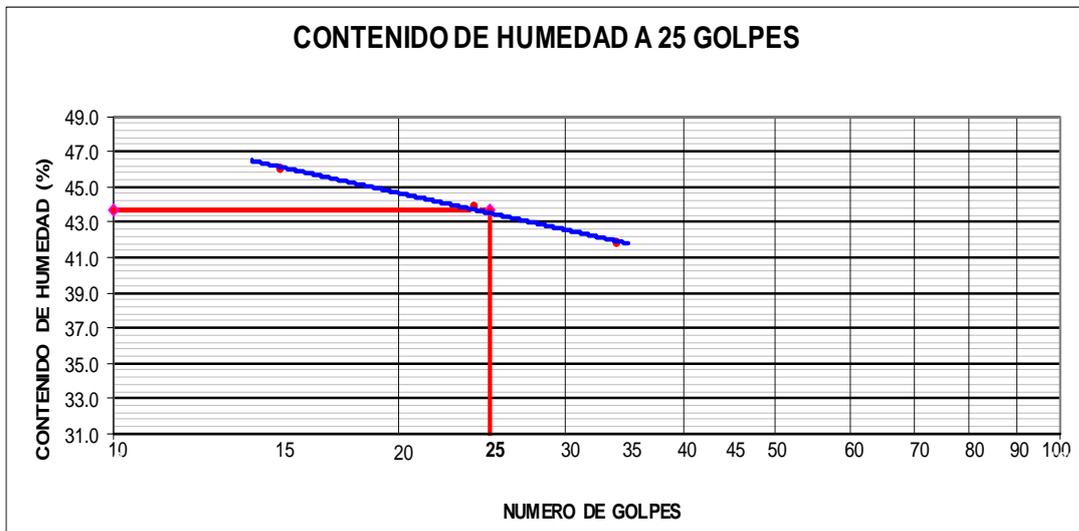
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

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 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.

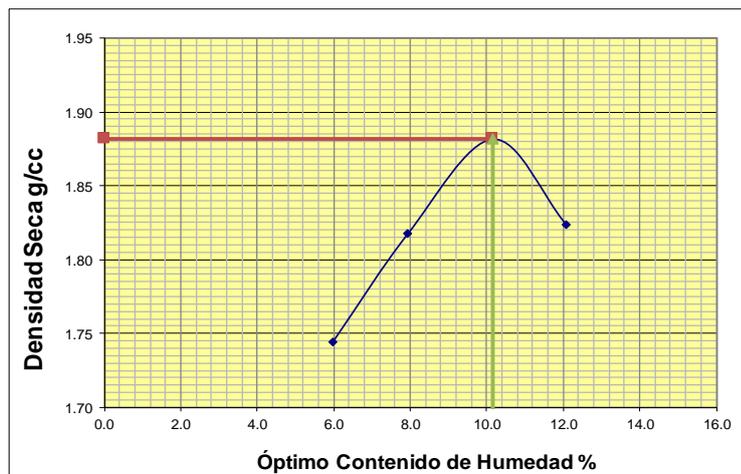
CALICATA: PC 02 - MUESTRA 2.

TIPO DE SUELO: Arcilla de baja plasticidad con arena.

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

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	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.849		1.962		2.073		2.044	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	6%		8.0%		10%		12.0%	
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
Humedad promedio (%)	5.995		7.947		10.165		12.068	
Densidad Seca (g/cc)	1.744		1.818		1.882		1.824	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm ³)	1.88
OCH (%)	10.17

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



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.

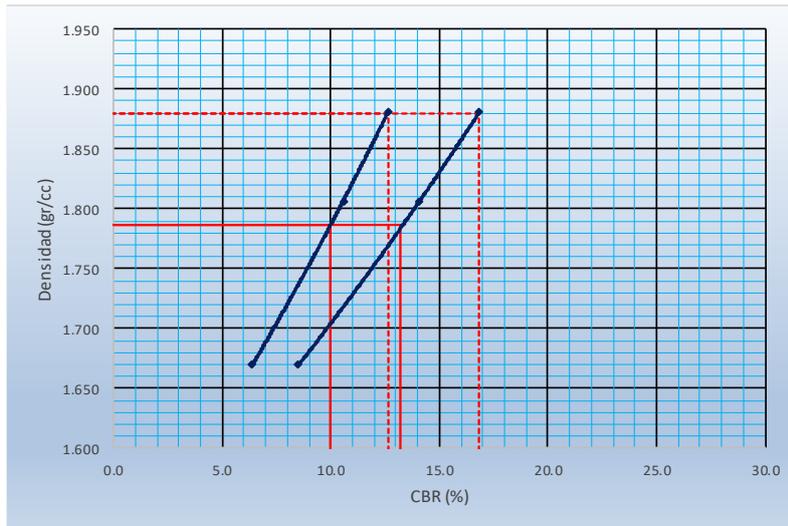
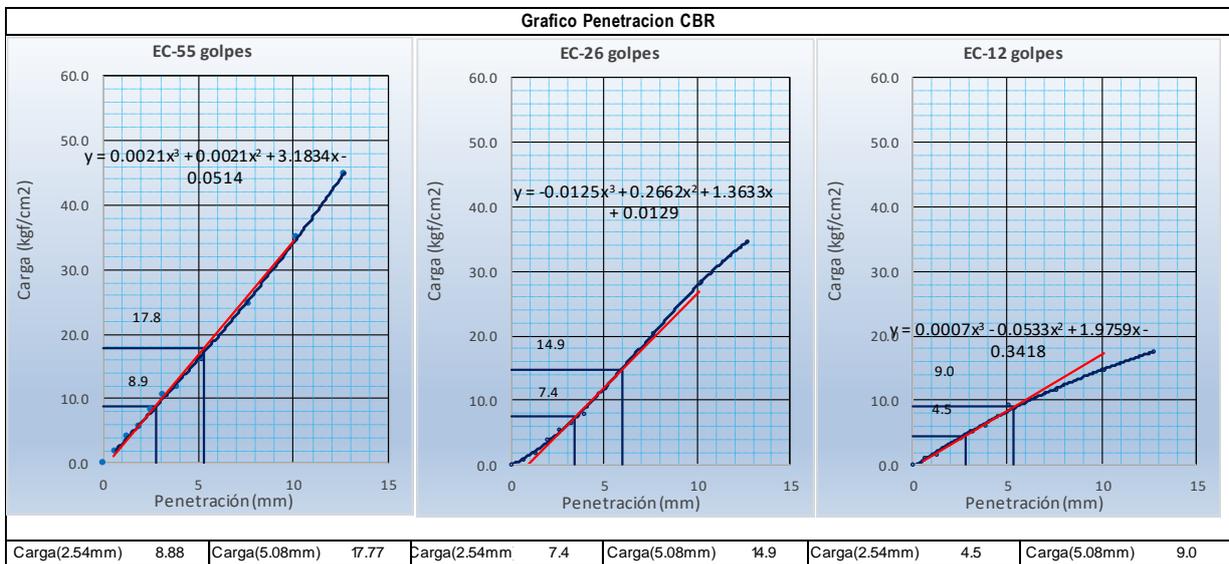
Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra	:		Método Proctor	:	A						
Tipo de Muestra	:	alterada	Máxima densidad seca (gr/cm3)	:	1.88						
Uso de Muestra	:		Óptimo cont. Humedad (%)	:	10.17%						
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra	:	Húmeda	Área Pistón de Penetración	:	20.2 cm ²						
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 ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	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 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.



Proctor / Densidad Natural / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)	1.880		
95% de la M.D.S. (gr/cc)	1.786		
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
RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	12.6		
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	10.0		
RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	16.8		
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	13.2		
% de Expansión		Bajo	



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR 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.

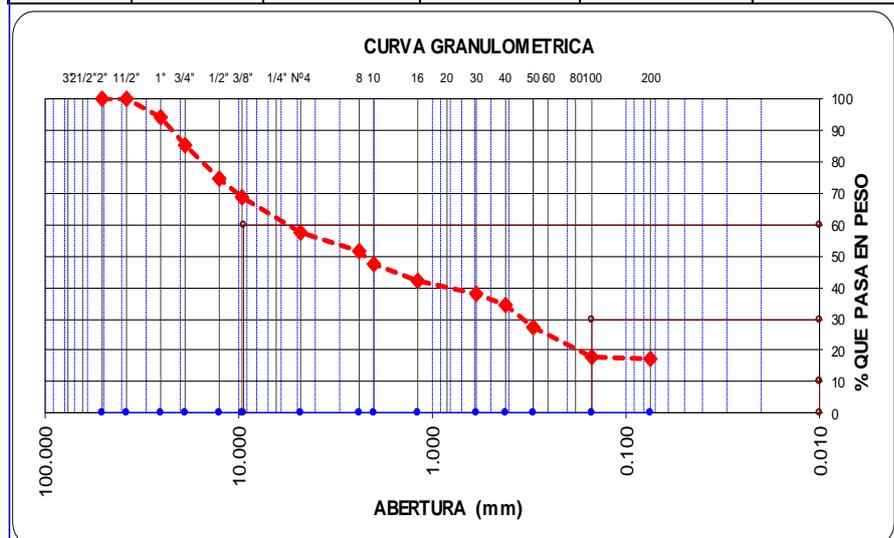
Calicata : PC 03 - MUESTRA 2.

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	
						Límites	
						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	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

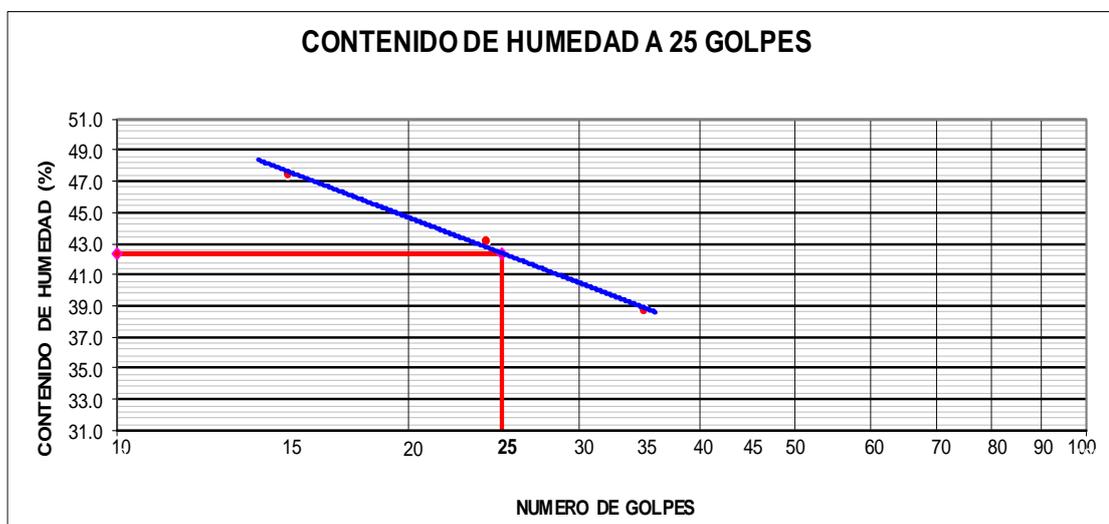
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

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.

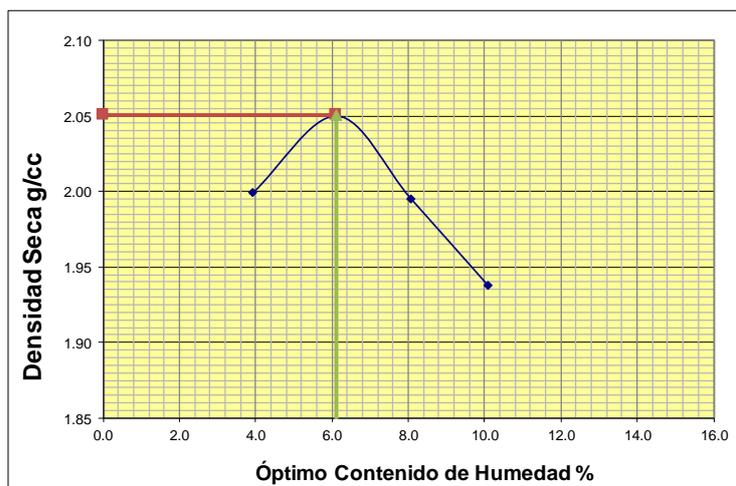
CALICATA: PC 03 - MUESTRA 2.

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	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.077		2.176		2.156		2.133	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	4.0%		6.0%		8.0%		10.0%	
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
Humedad promedio (%)	3.916		6.123		8.069		10.097	
Densidad Seca (g/cc)	1.999		2.050		1.995		1.938	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	2.05
OCH (%)	6.12

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 03 - MUESTRA 2.

TIPO DE SUELO : Grava arcillosa con arena

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

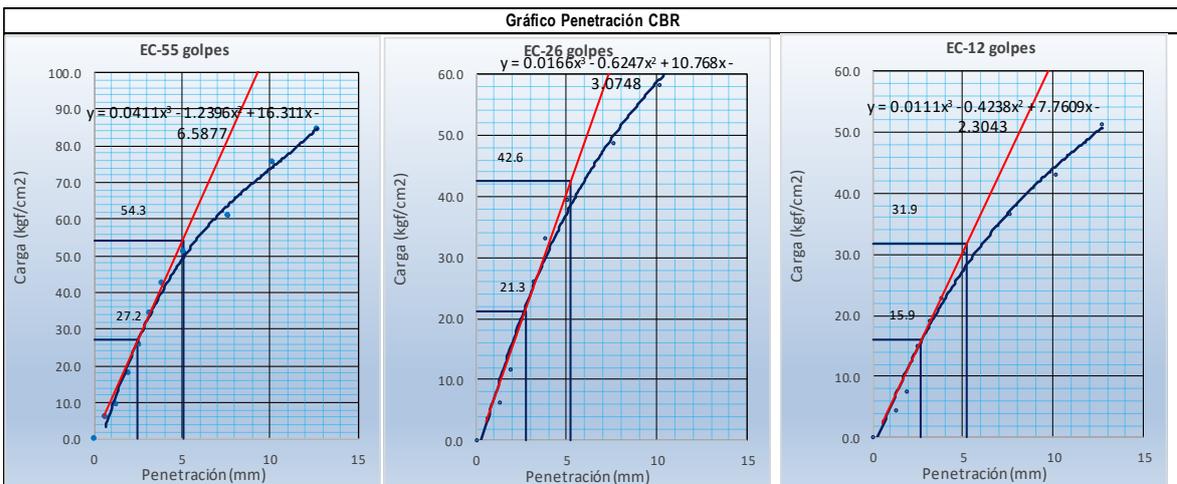
Datos de la Muestra												
Procedencia de Muestra	:							Método Proctor	:	C		
Tipo de Muestra	:	ALTERADA						Máxima densidad seca (gr/cm3)	:	2.05		
							Óptimo cont. Humedad (%)	:	6.12%			
Datos necesarios para el ensayo												
Preparación de muestra	:	Húmeda						Área Pistón de Penetración	:	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		Saturada	
Peso molde + Suelo húmedo	12431		12431		12568		12568		12395		12395	
Peso de molde (g)	8031			8172			8308					
Peso del suelo húmedo (g)	4400		4400		4396		4396		4087		4087	
Volumen del molde (cc)	2022			2122			2110					
Densidad húmeda (g/cc)	2.176		2.176		2.072		2.072		1.937		1.937	
Contenido de humedad de los especímenes												
Tarro Nº												
Tarro + Suelo húmedo (g)	121.75		141.93		136.75		136.39		141.51		146.15	
Tarro + Suelo seco (g)	116.12		135.27		130.29		129.97		134.87		139.11	
Peso del Agua (g)	5.63		6.66		6.46		6.42		6.64		7.04	
Peso del tarro (g)	25.26		26.21		23.45		25.14		26.47		23.64	
Peso del suelo seco (g)	90.86		109.06		106.84		104.83		108.4		115.47	
Humedad (%)	6.20		6.11		6.05		6.12		6.13		6.10	
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 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		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			



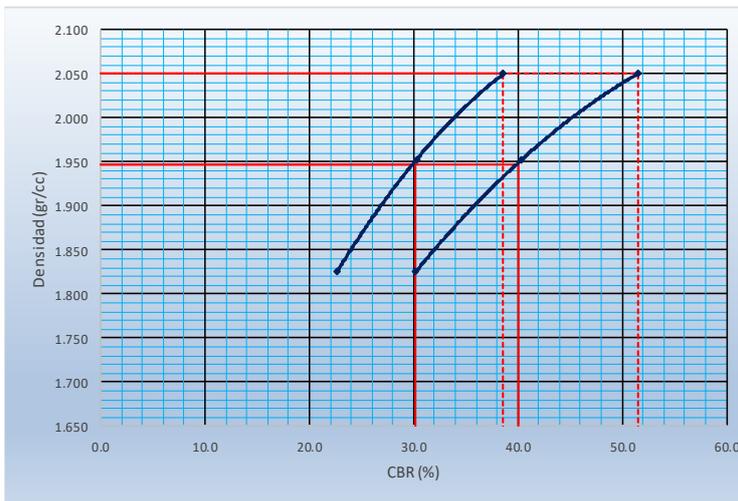
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CBR de Suelos (Laboratorio)
MTC E 132 - 2000

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)	21.3	Carga(5.08mm)	42.6	Carga(2.54mm)	15.9	Carga(5.08mm)	31.9
---------------	-------	---------------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------



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.

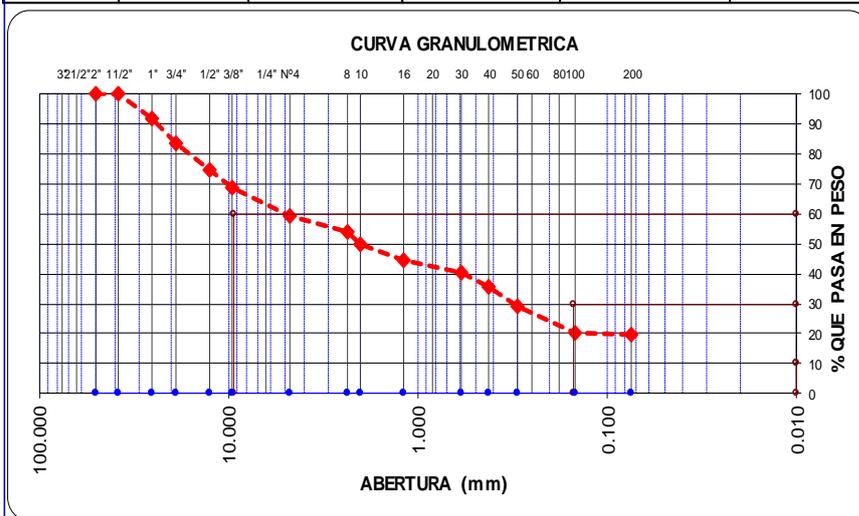
Calicata : PC 04 - MUESTRA 2.

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
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi

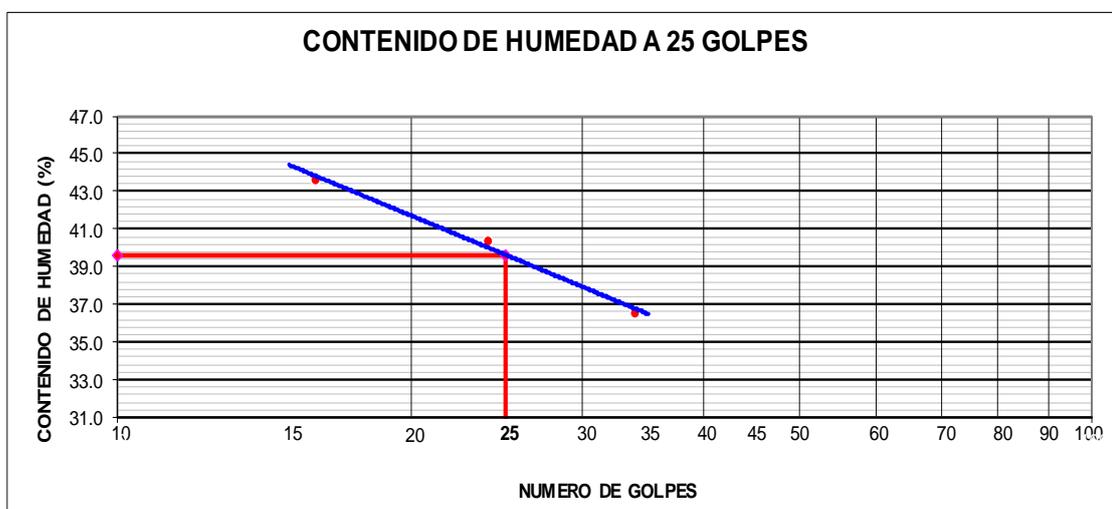
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

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.

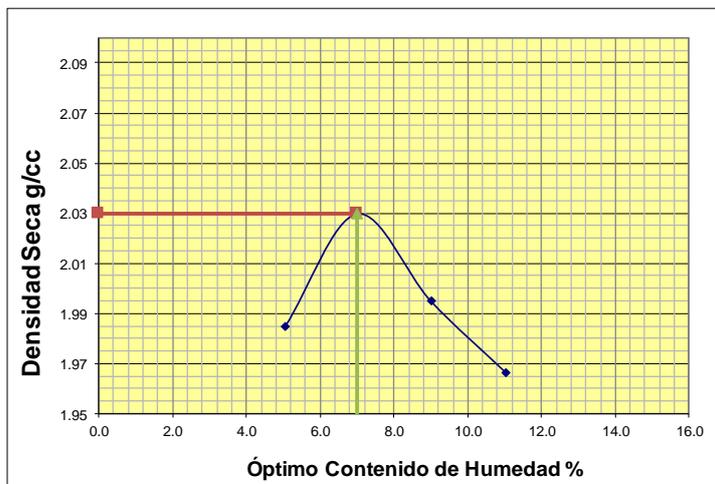
TIPO DE SUELO: Grava arcillosa con arena

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	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.085		2.172		2.175		2.184	

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	5.0%		7.0%		9.0%		11.0%	
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
Humedad promedio (%)	5.051		7.003		9.010		11.050	
Densidad Seca (g/cc)	1.985		2.030		1.995		1.967	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	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.

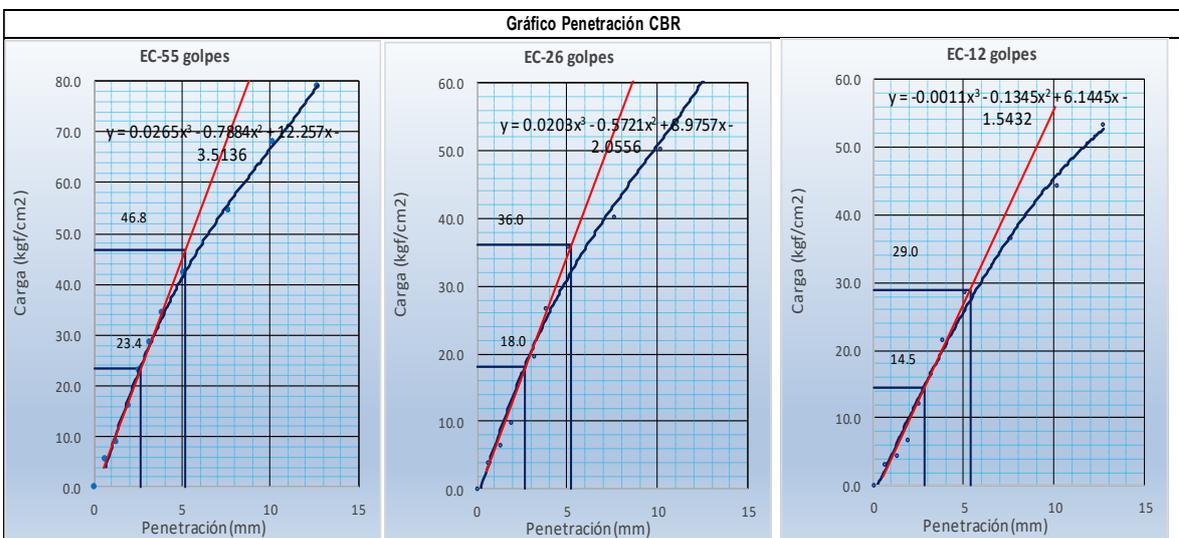
Datos de la Muestra													
Procedencia de Muestra	:										C		
Tipo de Muestra	:	ALTERADA									2.03 7.00%		
Datos necesarios para el ensayo													
Preparación de muestra	:	Húmeda				Área Pistón de Penetración				20.2 cm²			
Compactación de Especímenes													
Molde Nº	1			2			3						
Nº Capa	5			5			5						
Golpes por capa Nº	56			26			12						
Cond. de la muestra	Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		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 ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa					
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	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				



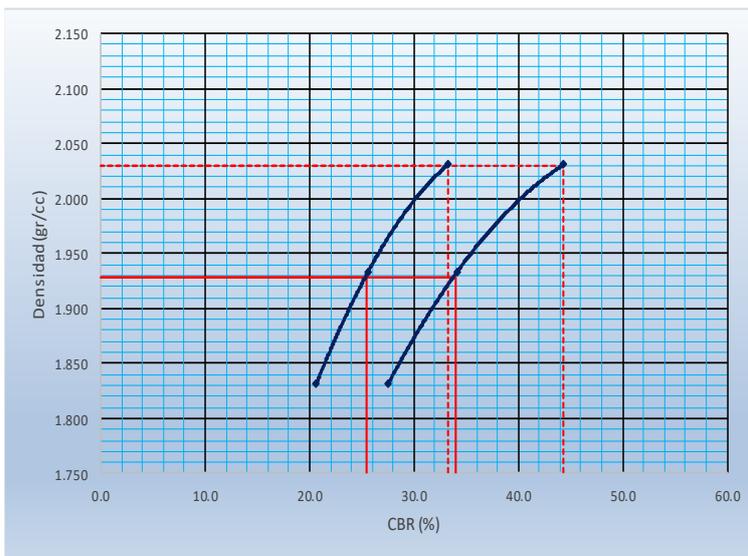
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CBR de Suelos (Laboratorio)
MTC E 132 - 2000

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.

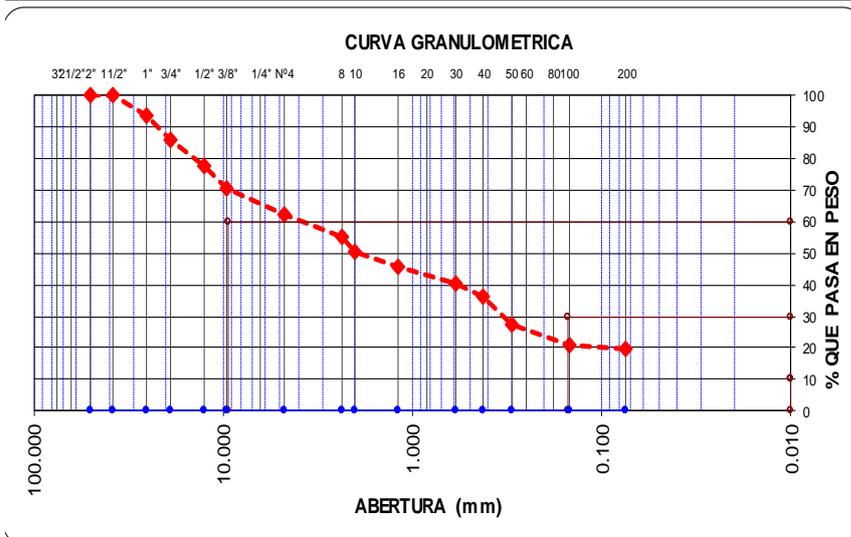
Fecha : Trujillo, Enero del 2020.

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

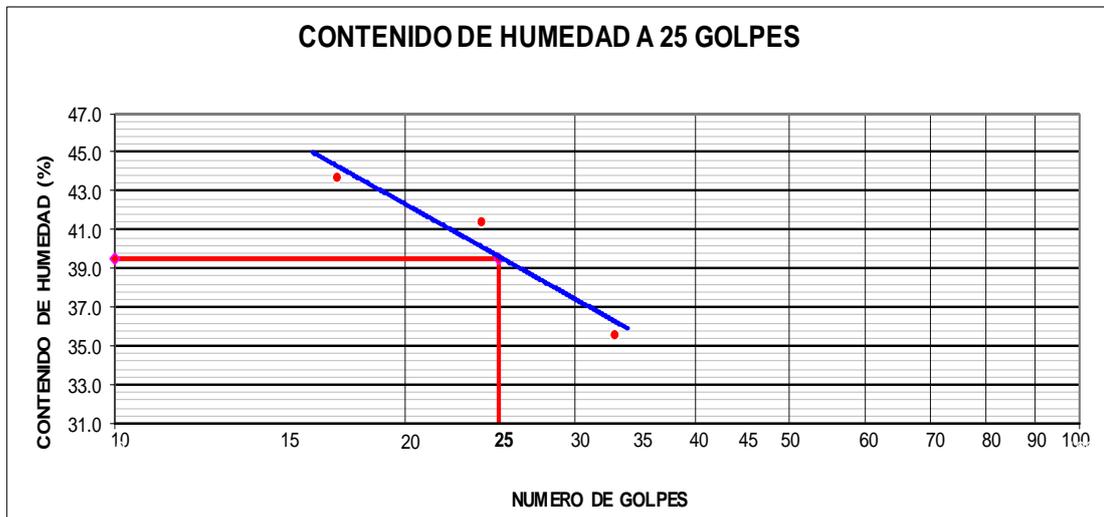
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

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.

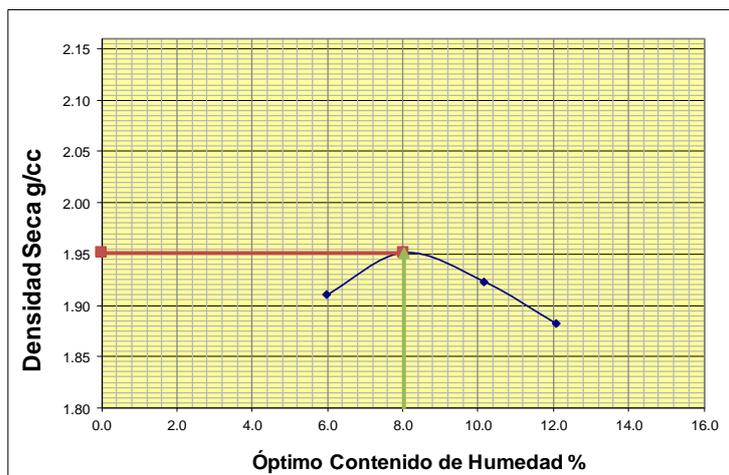
TIPO DE SUELO: Arena arcillosa con grava.

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	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.025		2.108		2.118		2.110	

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	6%		8.0%		10%		12.0%	
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
Humedad promedio (%)	5.995		8.041		10.165		12.068	
Densidad Seca (g/cc)	1.910		1.951		1.923		1.883	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm³)	1.95
OCH (%)	8.04

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



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.

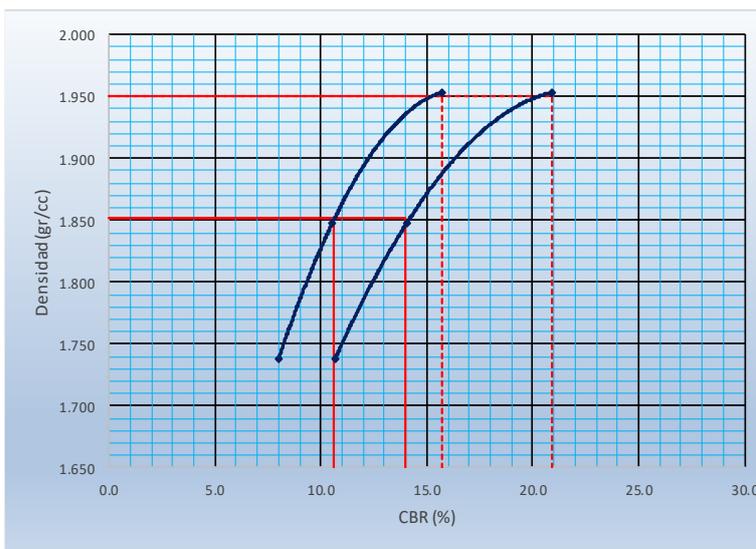
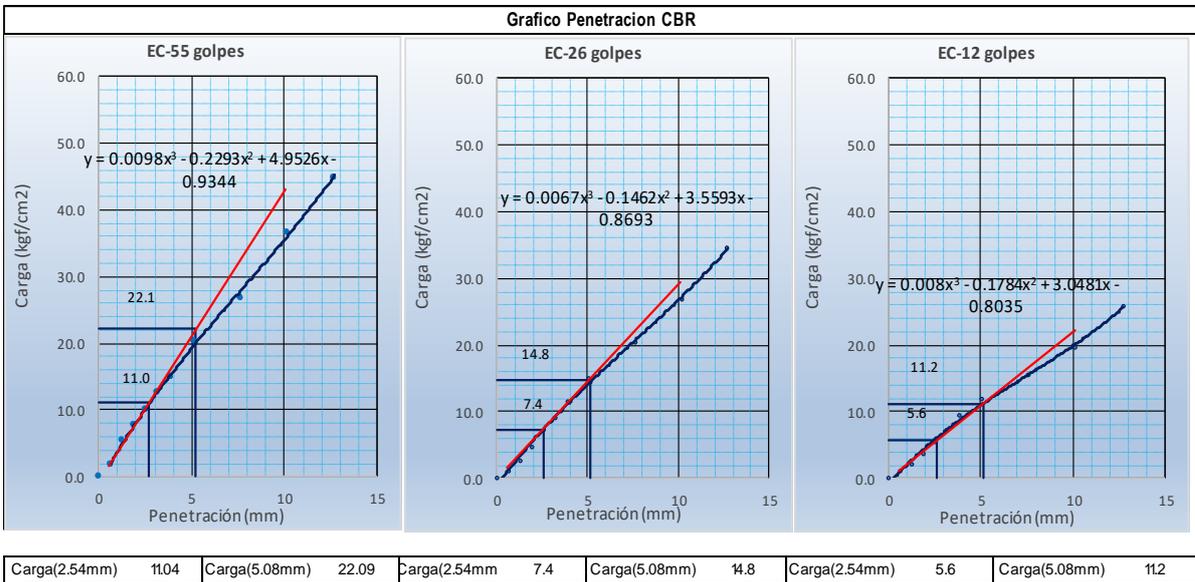
Datos de la Muestra												
Procedencia de Muestra	:							Método Proctor	:	A		
Tipo de Muestra	:	alterada						Máxima densidad seca (gr/cm ³)	:	1.95		
Uso de Muestra	:							Óptimo cont. Humedad (%)	:	8.04%		
Datos necesarios para el ensayo												
Preparación de muestra	:	Húmeda						Área Pistón de Penetración	:	20.2 cm ²		
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		
Peso de molde (gr)		8031			8172			8308				
Peso del suelo húmedo (gr)		4267		4267		4236		4236		3961		
Volumen del molde (cc)		2022			2122			2110				
Densidad húmeda (gr/cc)		2.110		2.110		1.996		1.996		1.877		
Contenido de humedad de los especímenes												
Tarro Nº												
Tarro + Suelo húmedo (g.)		119.14		102.86		105.92		113.31		110.39		
Tarro + Suelo seco (g.)		112.04		97.17		99.89		106.74		103.96		
Peso del Agua (g.)		7.1		5.69		6.03		6.57		7.31		
Peso del tarro (g.)		23.5		26.51		24.85		25.14		23.93		
Peso del suelo seco (g.)		88.54		70.66		75.04		81.6		80.03		
Humedad (%)		8.02		8.05		8.04		8.05		8.03		
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 mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa				
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	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.

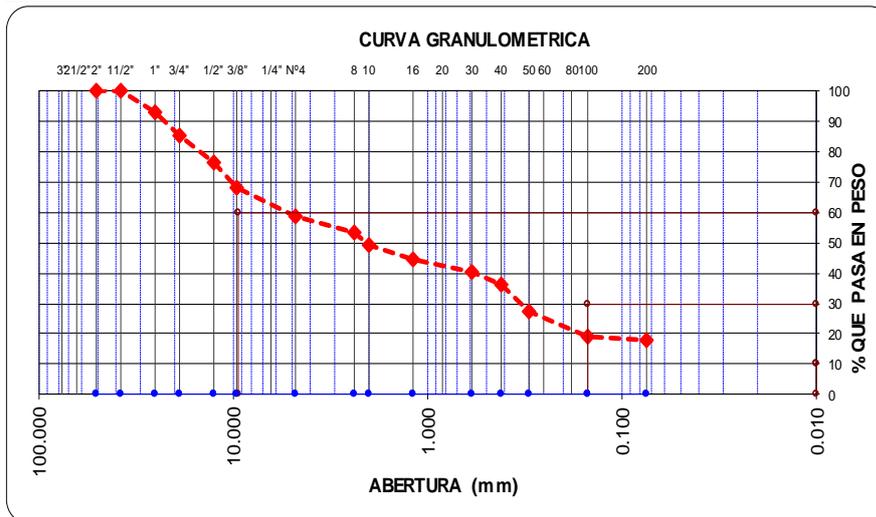
Calicata : PC 06 - MUESTRA 2.

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	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	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

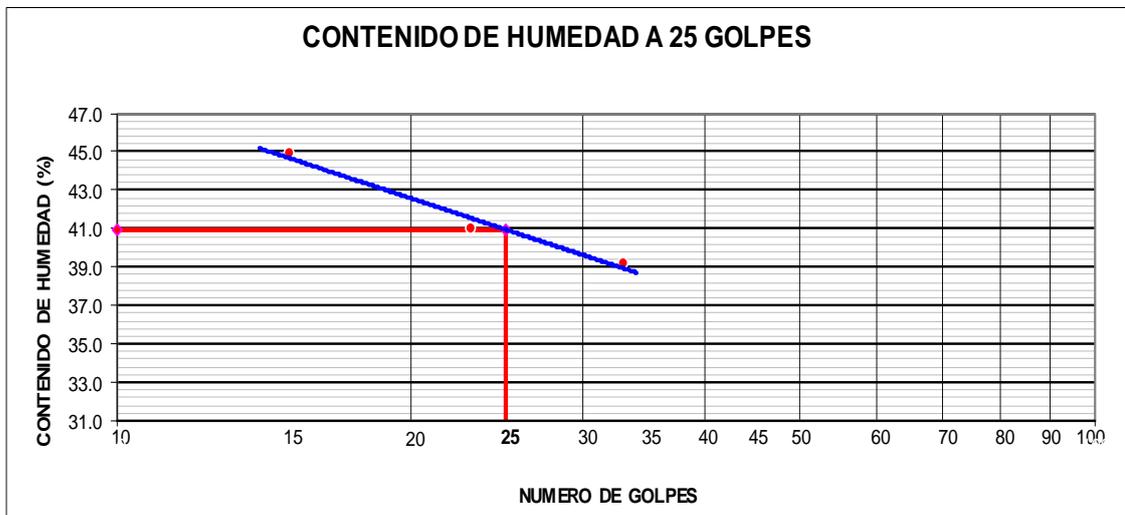
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Fecha : Trujillo, Enero del 2020

Calicata : PC 06 - MUESTRA 2.

Tipo de suelo : Arena Gravo Arcillosa

Muestra	Límite Líquido				Límite Plástico			
Límites de Consistencia								
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

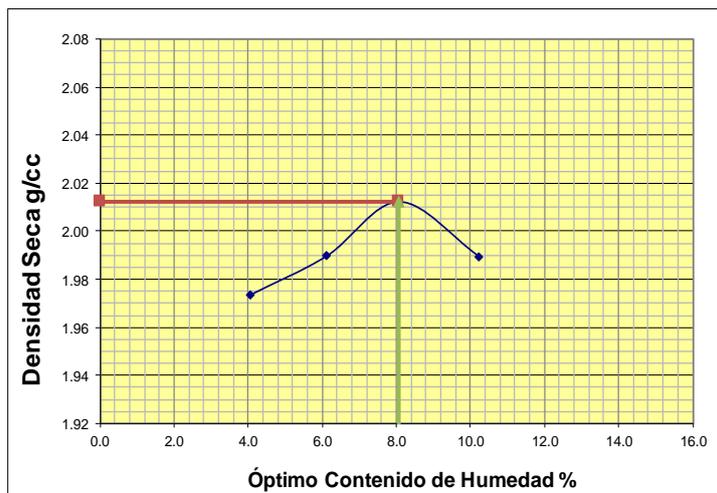
FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

I. DATOS GENERALES

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.

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	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.053		2.111		2.175		2.193	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	4%		6.0%		8%		10.0%	
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
Humedad promedio (%)	4.054		6.122		8.079		10.229	
Densidad Seca (g/cc)	1.973		1.990		2.012		1.990	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	2.01
OCH (%)	8.08

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 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 ³)	:	2.01						
			Óptimo cont. Humedad (%)	:	8.08%						
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra	:	Húmeda	Área Pistón de Penetración	:	20.2 cm ²						
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 mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	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:

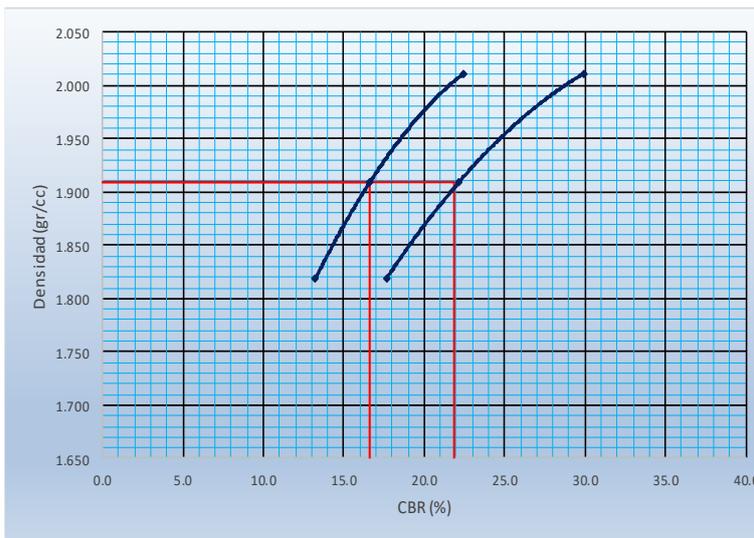
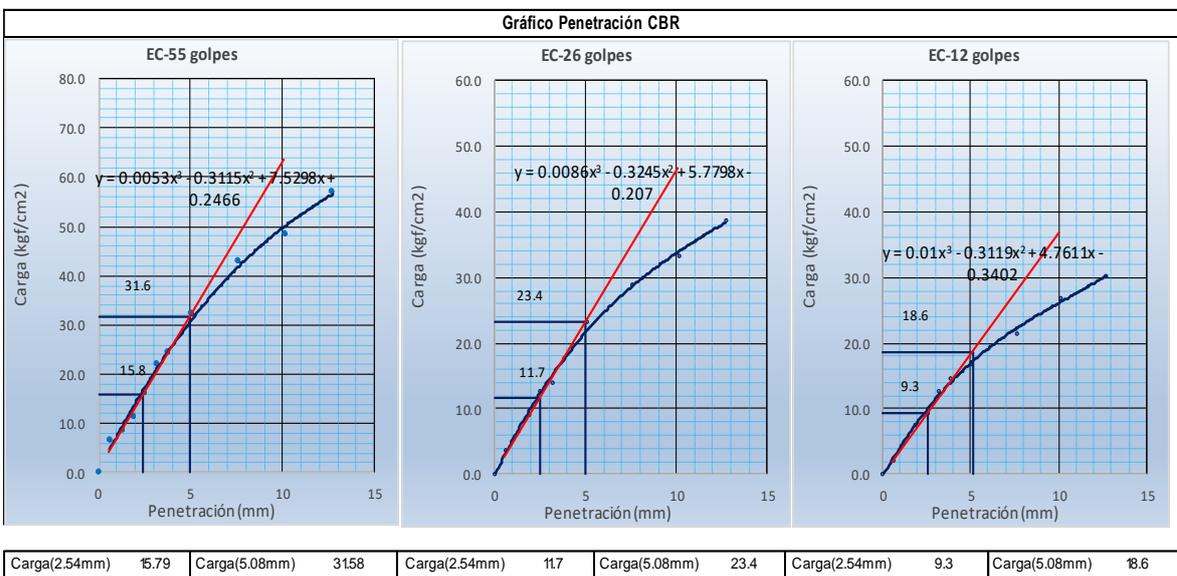
TESIS : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

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)	2.010
95% de la M.D.S. (gr/cc)	1.910
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.	16.6

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.	21.9

% 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.

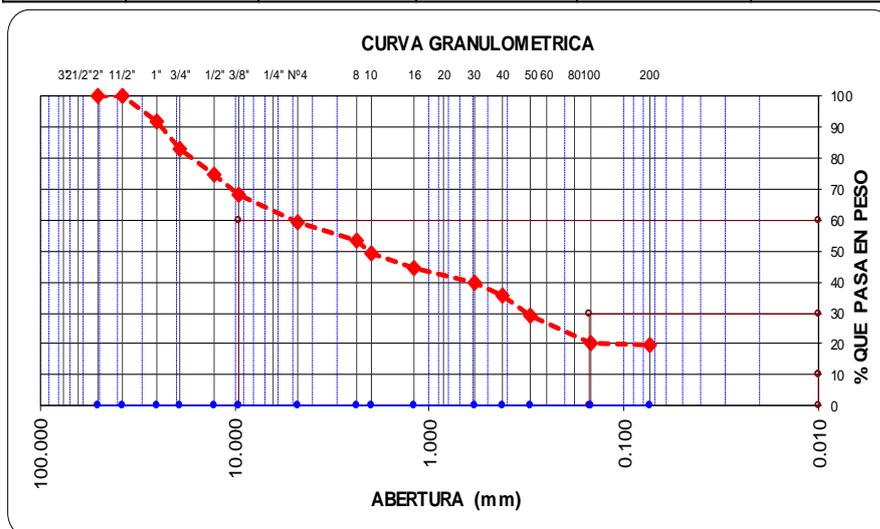
Calicata : PC 07 - MUESTRA 2.

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.

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

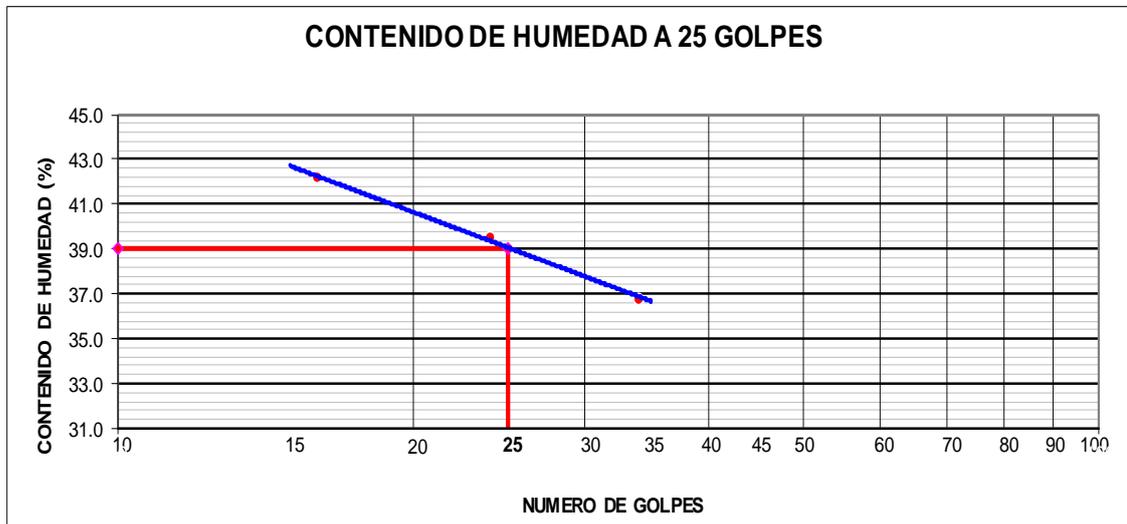
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

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

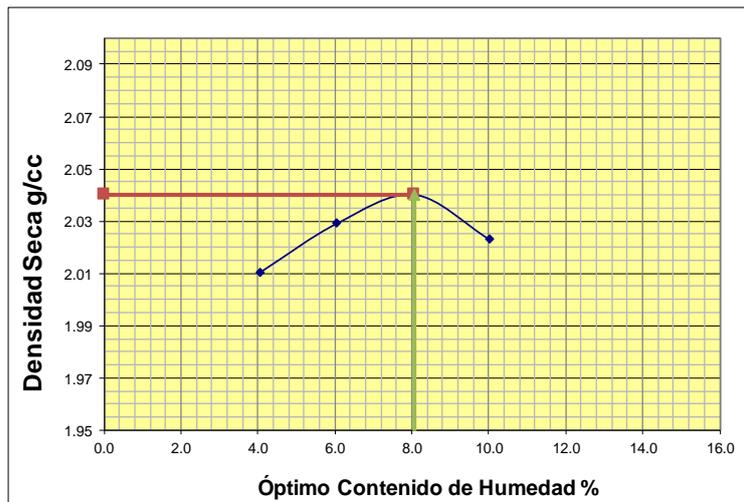
I. DATOS GENERALES

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 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	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.092		2.152		2.205		2.226	

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	4%		6.0%		8.0%		10.0%	
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
Humedad promedio (%)	4.054		6.050		8.060		10.022	
Densidad Seca (g/cc)	2.010		2.029		2.040		2.023	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	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												
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		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:

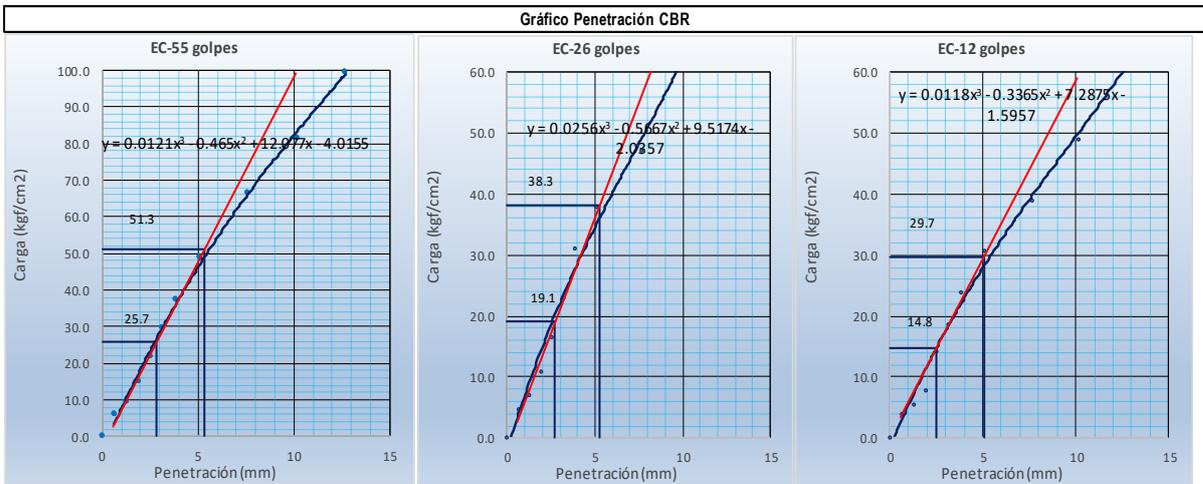
TESIS : "Evaluación de cantera km 0+860 y Carabamba en el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera tramo dv.li-119; centro poblado de Ancush, provincia de Julcan, departamento de La Libertad"

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

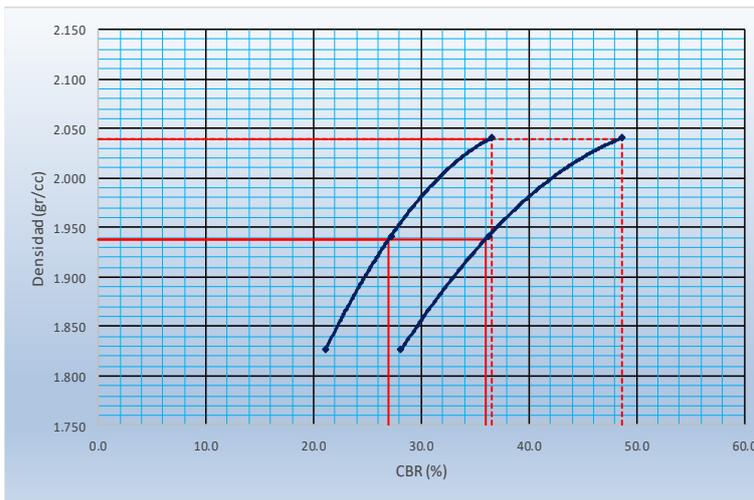
CALICATA : PC 07 - MUESTRA 2.

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

% de Expansión	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.

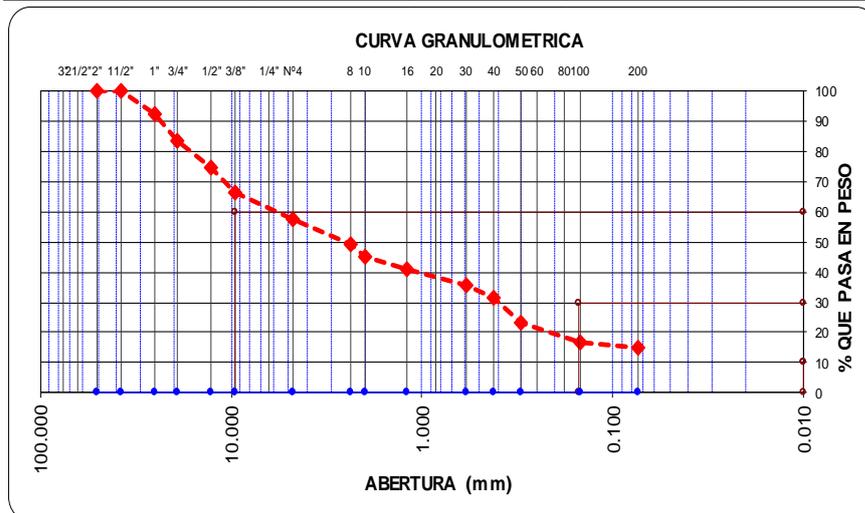
Calicata : PC 08 - MUESTRA 2.

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	
						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	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
 Bach. Yangua Salazar María Lourdes Delmi

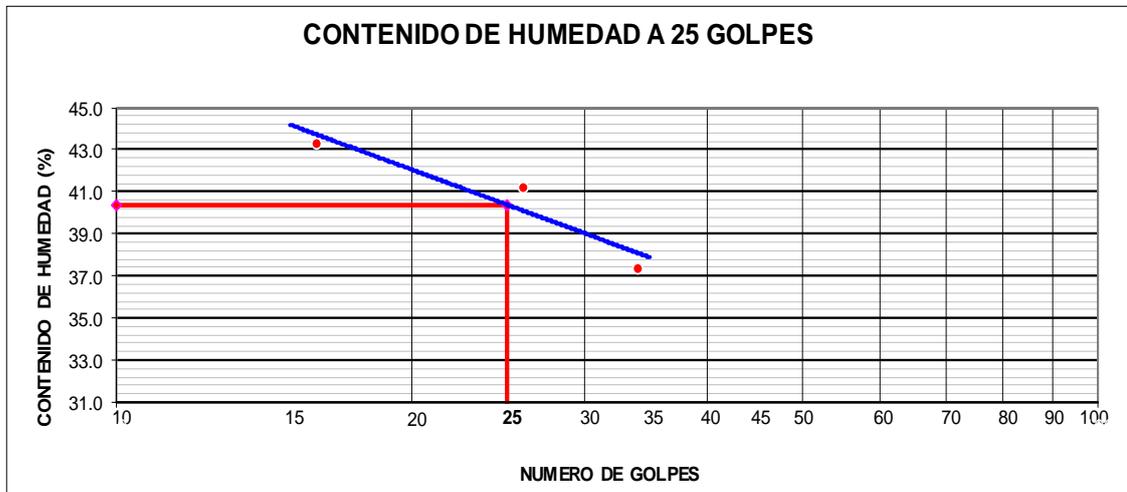
Ubicación : Centro Poblado de Ancush, Provincia de Julcan, Departamento de La Libertad.

Fecha : Trujillo, Enero del 2020

Calicata : PC 08 - MUESTRA 2.

Tipo de suelo : Grava arcillosa con arena

Muestra	Límite Líquido				Límite Plástico			
Límites de Consistencia								
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 %	43.33	41.18	37.39		19.33	18.94	18.90	-
Límites	40.33				19.06			
Índice Plástico					21.27			



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



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO

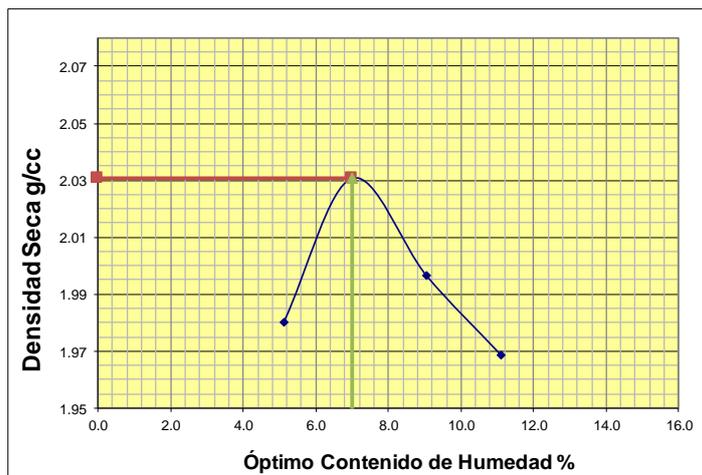
FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

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 ₂ 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	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	2.03
OCH (%)	6.99

DATOS DEL MOLDE	
N°:	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 08 - MUESTRA 2.

TIPO DE SUELO : Grava arcillosa con arena.

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

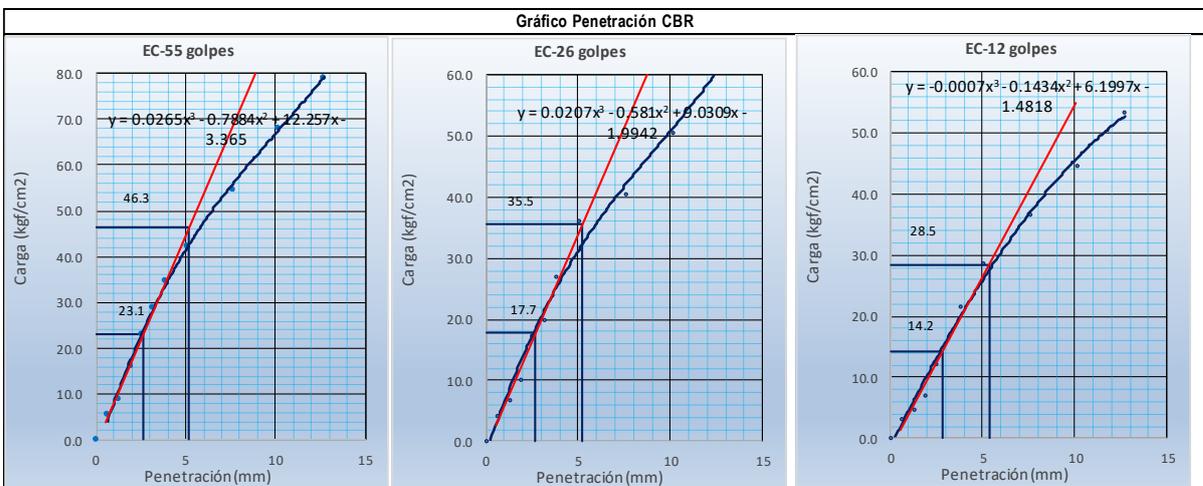
Datos de la Muestra												
Procedencia de Muestra											C	
Tipo de Muestra	ALTERADA										2.03 6.99%	
Datos necesarios para el ensayo												
Preparación de muestra	Húmeda					Área Pistón de Penetración			20.2 cm ²			
Compactación de Especímenes												
Molde N°	1			2			3					
N° 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 ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa				
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	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			



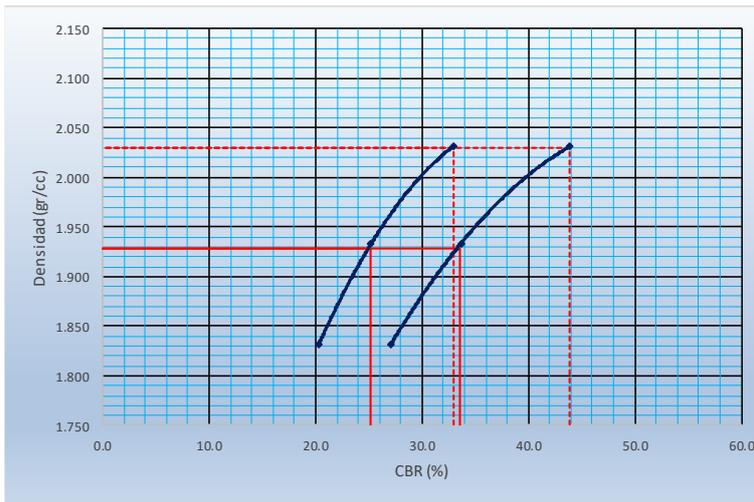
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CBR de Suelos (Laboratorio)
MTC E 132 - 2000

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

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

ESTUDIO DE CANTERA

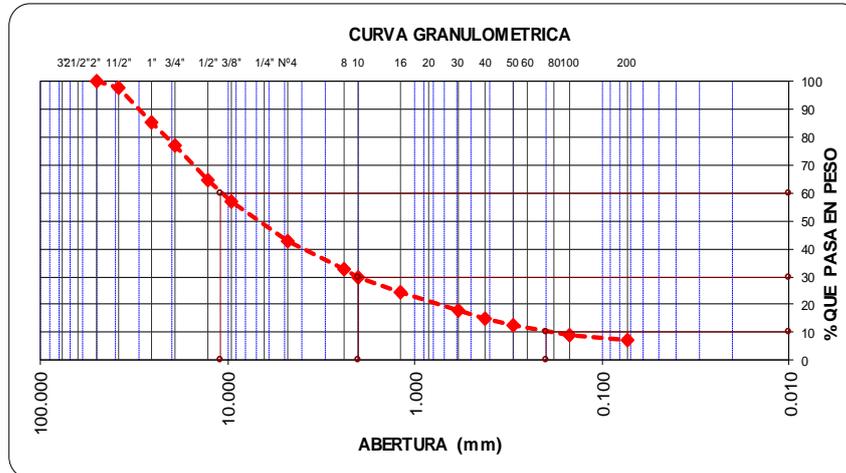


UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

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					



Límites e Indices 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.

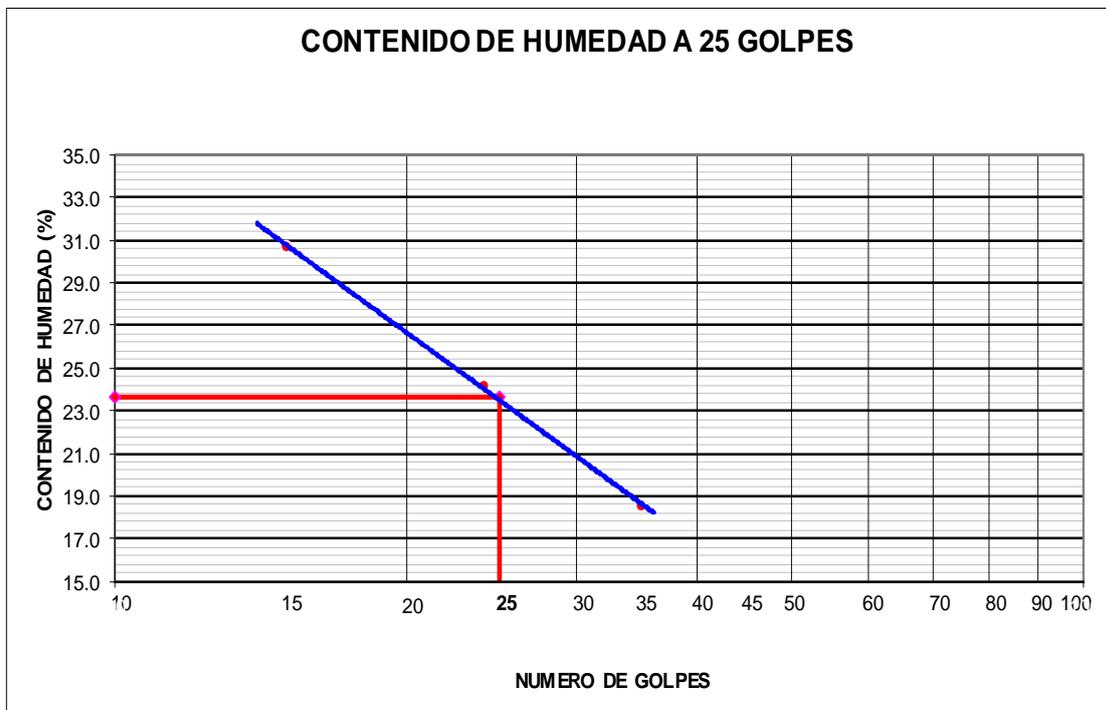
Cantera : KM 0+860

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 %	30.76	24.15	18.58	-	20.00	19.11	-	-
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

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

	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

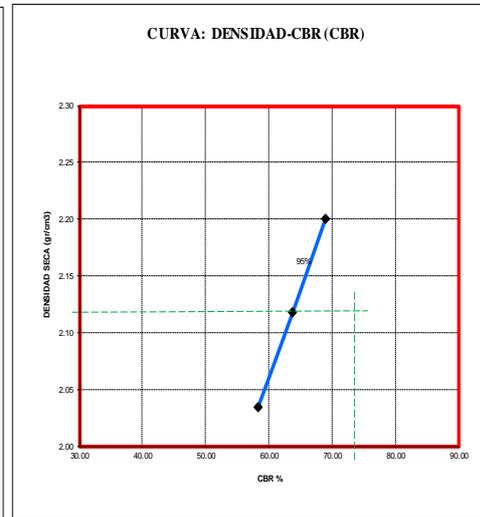
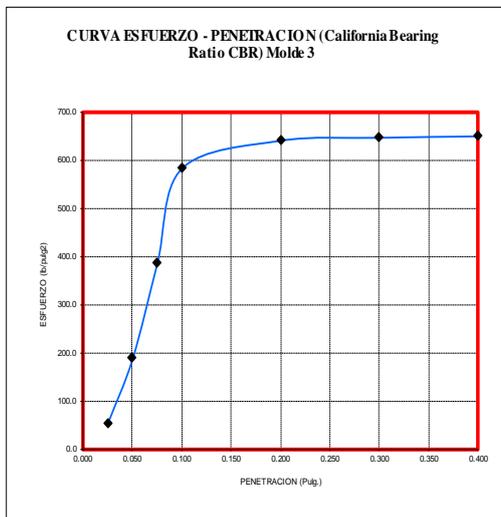
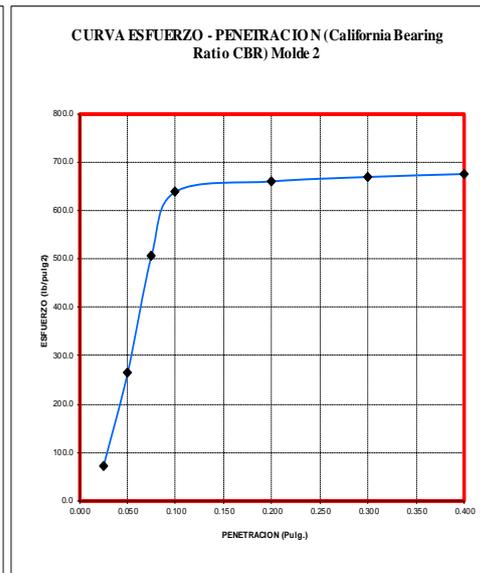
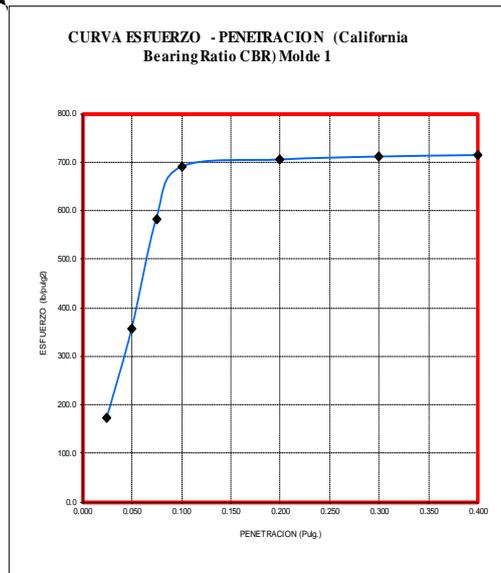
DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

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



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	39.00
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

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

INDICE DE APLANAMIENTO (%) = 4.8						
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

INDICE DE ALARGAMIENTO (%) = 4.6						
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

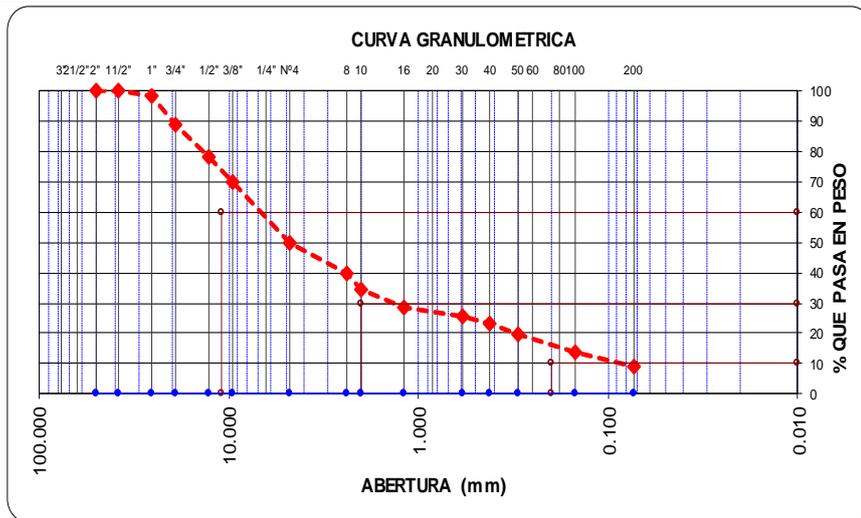
Fecha : Trujillo, Enero del 2020.

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	
						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	Superior	Inferior
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	100	
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.

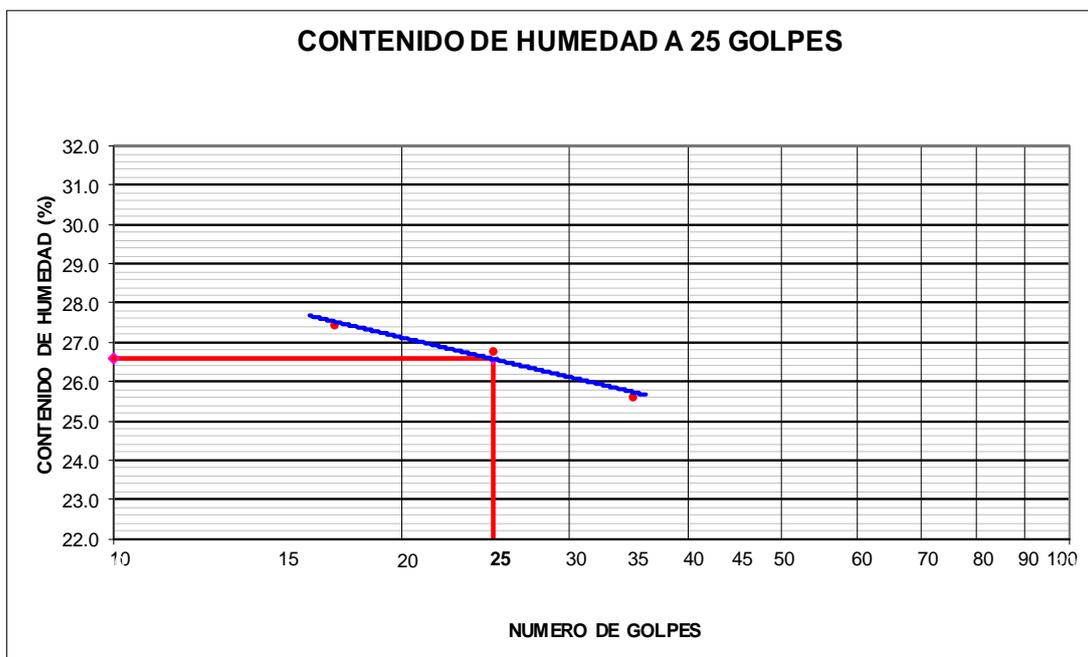
Cantera : CARABAMBA

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. 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	28.40
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

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

INDICE DE APLANAMIENTO (%) = 5.1						
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

INDICE DE ALARGAMIENTO (%) = 5.2						
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
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	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
07:00	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
08:00	E	-	2	1	-	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	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12:00	E	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12:00	S	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13:00	E	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13:00	S	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14:00	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14:00	S	-	-	-	-	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 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	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE VEHÍCULOS	37	34	28	28	26	24	28

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
Tráfico normal	223	225	230	231	235	237	242	244	248	252	255	258	262	265	268	272	275	278	284	287	292

EJES EQUIVALENTES

Tipo de eje	Datos preliminares					F_i
	L_x (kips)	L_2	G_t	β_x	β_{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

TIPO DE VEHÍCULO	IMD	F_i	F_D	F_C	F_P	F_{ca}	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
Total	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 (ΔPSI)	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	VALIDO

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

