



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Uso de aditivos químicos y emulsión asfáltica en la base granular para  
optimizar las propiedades mecánicas de un pavimento

**TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Civil

**AUTORES**

Castañón Loo, Renzo Daniel  
ORCID: 0000-0001-8287-2336

Vera Delgado, Leo Junior  
ORCID: 0000-0001-5168-9096

**ASESOR**

Huamán Guerrero, Néstor Wilfredo  
ORCID: 0000-0002-7722-8711

**Lima, Perú**

**2022**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos del autor(es)**

Castañón Loo, Renzo Daniel

DNI: 42920289

Vera Delgado, Leo Junior

DNI: 43091237

### **Datos de asesor**

Huamán Guerrero, Néstor Wilfredo

DNI: 10281360

### **Datos del jurado**

JURADO 1

Támara Rodríguez, Joaquín Samuel

DNI: 31615059

ORCID: 0000-0002-4568-9759

JURADO 2

Arévalo Lay, Víctor Eleuterio

DNI: 04434662

ORCID: 0000-0002-2518-8201

JURADO 3

Pereyra Salardi, Enriqueta

DNI: 06743824

ORCID: 0000-0003-2527-3665

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a toda mi familia, en especial a mis padres que siempre han sido el mayor sustento en todas las labores que he realizado hasta el día de hoy.

Renzo Daniel Castañón Loo

Esta tesis está dedicada a mi padre; que desde el cielo me guía; a mi madre que es el soporte ideal para nunca decaer y mantenerme firme en el desarrollo de esta tesis.

Leo Junior Vera Delgado

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro más sincero agradecimiento a la universidad Ricardo Palma, por habernos guiado y brindado con los conocimientos de esta carrera; asimismo el agradecimiento eterno a todas las personas que acompañaron este proceso tanto a todos los docentes y a nuestras familias.

Renzo Castañón y Leo Vera

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>15</b>
1.1 Formulación de delimitación del problema .....	15
1.1.1 Descripción del problema.....	15
1.2 Problema general .....	17
1.3 Problemas específicos.....	17
1.4 Importancia y justificación del estudio.....	17
1.4.1 Importancia.....	17
1.4.2 Justificación.....	18
1.5 Limitaciones del estudio .....	18
1.6 OBJETIVOS .....	19
1.6.1 Objetivo general .....	19
1.6.2 Objetivos específicos.....	19
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
2.1 Marco histórico .....	20
2.2 Investigaciones relacionadas .....	21
2.2.1 Investigaciones internacionales.....	21
2.2.2 Investigaciones nacionales .....	23
2.3 Estructura teórica .....	27
2.3.1 Estabilización de suelos .....	29
2.3.2 Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas .....	35
2.3.3 Productos químicos .....	40
2.3.4 Producto químico Polímero Cohesionador .....	40
2.3.5 Producto químico Aceite Sulfonado Organosilano .....	41
2.3.6 Producto químico Polímero acrílico de estireno reticulado .....	43
2.3.7 Producto químico Polímero Poliacrilamida .....	45
2.3.8 Emulsiones asfálticas .....	46
2.3.9 Pavimentos .....	50
2.4 Definiciones conceptuales .....	53
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>56</b>

3.1 HIPÓTESIS .....	56
3.1.1. Hipótesis General .....	56
3.1.2. Hipótesis Específicas .....	56
3.2 Variables .....	57
3.3.1. Definición conceptual de la variable .....	57
3.3.2. Operacionalización de las variables .....	57
<b>CAPITULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>59</b>
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	59
4.1.1. Tipo de investigación .....	59
4.1.2. Nivel de Investigación.....	59
4.2. Enfoque de investigación .....	59
4.3. Población y muestra .....	60
4.4. Técnicas de recolección de datos .....	60
4.4.1. Tipos de técnicas de instrumentación .....	60
4.4.2. Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	61
4.4.3. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos .....	61
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>62</b>
5.1 Estudio de canteras .....	62
5.1.1. Excavación de Calicatas y/o Trincheras .....	63
5.1.2. Ensayos de Laboratorio.....	64
5.1.3. Descripción de canteras.....	67
5.2 Estudio de suelos en la vía actual .....	82
5.2.1 Trabajos de campo .....	82
5.2.2 Ubicación y ejecución de las calicatas .....	82
5.2.3 Ensayos de Laboratorio .....	83
5.2.4 Resultados de las propiedades físicas .....	85
5.2.5 Resultados de las propiedades mecánicas .....	86
5.2.6 Trabajos de gabinete .....	86
5.3 Diseños de Laboratorio con Estabilizadores .....	88
5.4 Análisis de resultados .....	94
5.5 Contrastación de Hipótesis .....	97
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>100</b>

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	102
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	103
<b>ANEXOS</b> .....	107
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	107
Anexo 2: Ensayos de laboratorio .....	109
Anexo 3: Permiso de la empresa para uso de información.....	169

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable.....	58
Tabla 2. Cantidad de Briquetas por solución de estabilización .....	60
Tabla 3. Resumen de Área y Perímetro de Canteras en el Tramo CU-1885 .....	63
Tabla 4. Ensayos para realizar a las muestras obtenidas de las calicatas de las canteras .....	65
Tabla 5. Resultados de Ensayos Estándar de canteras para material granular en estado natural .....	66
Tabla 6. Resultados de Ensayos Especiales de canteras para material granular en estado natural .....	66
Tabla 7. Evaluación de material para terraplenes, cantera – Cerro Km 0+000 .....	68
Tabla 8. Evaluación de material para Afirmados, cantera – Cerro Km 0+000.....	68
Tabla 9. Evaluación de material para Sub Base – Granular, cantera – Cerro Km 0+000 .....	69
Tabla 10. Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Grueso) - cantera – Cerro Km 0+000 .....	70
Tabla 11. Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Fino) - cantera – Cerro Km 0+000 .....	71
Tabla 12. Evaluación de material para Suelo Estabilizado con Aditivo Químico cantera – Cerro Km 0+000 .....	71
Tabla 13. Evaluación de material para Suelo Estabilizado con emulsión asfáltica cantera – Cerro Km 0+000 .....	72
Tabla 14. Uso y tratamiento de cantera – Cerro Km 0+000 .....	73
Tabla 15. Evaluación de material para Sub Base – Granular - cantera Río Orccoma...	74
Tabla 16. Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Grueso) - cantera Río Orccoma.....	75
Tabla 17. Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Fino) - cantera Río Orccoma.....	76
Tabla 18. Evaluación de material para Suelo Estabilizado con Aditivo Químico cantera Río Orccoma .....	77
Tabla 19. Uso y tratamiento de la cantera Río Orccoma .....	77



Tabla 20. Evaluación de material para Sub Base – Granular, cantera – Cerro Km 14+233 .....	78
Tabla 21. Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Grueso) - cantera – Cerro Km 14+233 .....	79
Tabla 22. Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Fino) - cantera – Cerro Km 14+233 .....	80
Tabla 23. Evaluación de material para Suelo Estabilizado con Aditivo Químico cantera – Cerro Km 14+233 .....	81
Tabla 24. Uso y tratamiento de cantera – Cerro Km 14+233 .....	81
Tabla 25. Ubicación de calicatas .....	82
Tabla 26. Ensayos de mecánica de suelos ejecutadas en el proyecto .....	84
Tabla 27. Resumen de las propiedades físicas.....	85
Tabla 28. Resumen de las propiedades mecánicas. ....	86
Tabla 29. Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Polímero Cohesionador .....	89
Tabla 30. Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Aceite Sulfonado Organosilano.....	89
Tabla 31. Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Polímero acrílico de estireno reticulado.....	90
Tabla 32. Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Polímero Poliacrilamida .....	90
Tabla 33. Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Emulsión Asfáltica	91
Tabla 34. Resumen de resultados de ensayos de laboratorio.....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición química de las arcillas .....	29
Figura 2. Guía referencial para tipo de estabilizador .....	30
Figura 3. Guía complementaria referencial para seleccionar el tipo de estabilizador ....	34
Figura 4. Especificaciones Técnicas tipos de estabilizadores y parámetros .....	36
Figura 5. Tipos de estabilizadores según la ubicación del proyecto.....	37
Figura 6. Estructura típica de pavimentos asfálticos .....	51
Figura 7. Estrato superior.....	87
Figura 8. Estrato inferior.....	88
Figura 9. Aditivos químicos y emulsión asfáltica.....	92
Figura 10. Preparación para iniciar con los ensayos de estabilización con aditivos químicos.....	92
Figura 11. Elaboración de ensayos de estabilización con emulsión asfáltica por método Marshall .....	93
Figura 12. Proceso de curado de probetas con aditivos químicos .....	93

## RESUMEN

La estabilización de suelos es el proceso mediante el cual estos se someten a ciertas manipulaciones o diferentes tratamientos de modo tal que se puedan aprovechar sus mejores cualidades, obteniéndose resultados capaces de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de climas más severas. Se define como el mejoramiento de sus propiedades físicas a través de algún procedimiento mecánico e incorporación de diferentes productos químicos, naturales o sintéticos.

En la presente tesis se utilizaron productos químicos como polímero poliacrilamida, polímero acrílico de estireno reticulado, aceite sulfonado organosilano, polímero cohesionador, así como también emulsión asfáltica para verificar las mejoras en las propiedades mecánicas para una base granular. A partir de los ensayos a los diferentes suelos encontrados en la carretera de tercera clase CU-1885 se tomó la decisión de estabilizar los suelos y así estos puedan servir como base granular para la carretera de tercera clase de un tramo de aproximadamente 14 km. Se tomaron como referencia tres canteras donde a partir de ensayos de laboratorio como CBR se realizaron las comparaciones de sus propiedades mecánicas en estado natural y luego del proceso de estabilización con los aditivos antes mencionados.

Los resultados de la presente investigación nos demostraron que la adición de estos productos mejora las propiedades mecánicas, resistencia del suelo y de esta manera es muy probable que se prolongue la vida útil de la carretera en estudio.

**Palabras clave:** Propiedades mecánicas de base granular, estabilización de suelos, base granular, vida útil, carretera de tercera clase.

## ABSTRACT

Soil stabilization is the process by which soils are subjected to certain manipulations or different treatments in order to take advantage of their best qualities, obtaining results capable of withstanding the effects of traffic and the most severe weather conditions. It is defined as the improvement of their physical properties through some mechanical procedure and the incorporation of different natural or synthetic chemical products.

In the present thesis, chemical products such as polyacrylamide polymer, cross-linked styrene acrylic polymer, organosilane sulfated oil, cohesive polymer, as well as asphalt emulsion were used to verify the improvements in the mechanical properties for a granular base. Based on the tests on the different soils found on the third class road CU-1885, the decision was made to stabilize the soils so that they could serve as a granular base for the third class road for a stretch of approximately 14 km. Three quarries were taken as reference where, based on laboratory tests such as CBR, comparisons were made of their mechanical properties in their natural state and after the stabilization process with the aforementioned additives.

The results of the present investigation showed that the addition of these products improves the mechanical properties and resistance of the soil, and in this way it is very probable that the useful life of the road under study will be prolonged.

**Key words:** mechanical properties of granular base, soil stabilization, granular base, service life, third class road.

# INTRODUCCIÓN

Los suelos no siempre garantizan que las construcciones viales tengan estabilidad y durabilidad. Así también, la creciente importancia ecológica y de la población por minimizar los nuevos verteros ha conllevado a la aplicación de préstamos de tierras, pues es un medio aceptable para estabilizar el suelo, lo cual es importante para mejorar aquellos que están en mal estado. Debido esto, hoy en día, la estabilización (técnica antigua) se ha convertido en una de las técnicas más utilizadas en los proyectos viales (Yepes, 2014).

En este contexto, el trabajo ha sido desarrollado para brindar soluciones a un determinado problema: la pavimentación en los proyectos viales. Para esto, se ha aplicado la información encontrada en los estabilizadores con adiciones químicas y se ha seleccionado a la cantera como aporte de la investigación, con la finalidad de demostrar una mejora y buenos resultados en la resistencia del material. Todo esto, permitirá comprender la factibilidad de la propuesta, además de mostrar una correcta elaboración de ensayos con cálculos y veracidad en el proceso, y poner en evidencia que es un estudio que servirá como aporte para los futuros profesionales.

Para una mejor comprensión de la investigación, esta ha sido estructurada de la siguiente manera:

En el Capítulo I se presenta el planteamiento y descripción del problema, importancia, justificación, limitaciones de estudio y objetivos propuestos.

En el Capítulo II se describe el marco histórico y la búsqueda de investigaciones relacionadas al tema, además de la estructura teórica según la estabilización de suelos, las soluciones básicas en carreteras que no son pavimentadas y los productos a utilizar en el estudio.

En el Capítulo III se especifica las hipótesis y variables de la investigación.

En el Capítulo IV se detalla la metodología que se utilizará dentro del campo de estudio, la población, la muestra y las diferentes técnicas de recolección de datos a utilizar.

En el Capítulo V se explica todo el estudio realizado sobre las canteras y los estudios de laboratorio, como CBR y Proctor modificado del material. Así también, se muestran los

diferentes resultados de las propiedades físicas y mecánicas dentro de la investigación, además del trabajo de gabinete.

En los últimos apartados, se presentan las conclusiones y recomendaciones, las cuales fueron elaboradas con base en estudio previos sobre la estabilización de suelos. Asimismo, se muestra la lista de referencias utilizadas y los anexos, que incluye la matriz de consistencia, los ensayos de laboratorio y el permiso correspondiente de la empresa para utilizar su información en la investigación.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

## **1.1 Formulación de delimitación del problema**

### **1.1.1 Descripción del problema**

El crecimiento económico como también social de un país se debe principalmente a las vías de comunicación de ese país, mediante ellas desarrollan las relaciones comerciales, culturales, etc. Las carreteras son los métodos de transporte que nos ayudan a conectar las ciudades y, como tales, la estructura del pavimento es necesaria para evitar daños y prolongar su durabilidad y vida útil. Deberá ser de un material portante y el suelo subyacente deberá tener buenas propiedades físicas y mecánicas, siendo una capa donde puede descansar la estructura del pavimento. La subrasante mayormente es un material de calidad baja (suelos limo-arcillosos), siendo por general un problema en la construcción, y terminan siendo reemplazados por materiales de préstamo más resistentes. Esto da como resultado costos más altos que se reflejan en el uso de maquinaria, compra y clasificación de material granular y la eliminación de desechos (Carranza & Fernandez, 2018).

La inestabilidad del suelo es uno de los principales problemas en las carreteras. Varias técnicas de estabilización del suelo se utilizan para abordar este tema. También mencionar la cantidad de mantenimiento regular que se realiza para evitar estos problemas. De lo contrario, se producirán cierres temporales de carreteras, inconvenientes y una pérdida excesiva de tiempo y dinero. Por lo que, en los últimos años la estabilización química se ha utilizado cada vez más como un método para mejorar las propiedades del suelo, además de proporcionar propiedades específicas a varios suelos inadecuados, obteniendo una gran cantidad de plasticidad (Lomparte y Sánchez, 2019).

En los trabajos de ejecución de los pavimentos de una carretera, los profesionales encargados de los proyectos se encuentran con una diversidad de suelos típicos en el Perú, donde se encontró con diversos tipos de problemas en los suelos con características diferentes correspondientes a la zona donde se ubican, en estos se aprecian distintas propiedades tanto químicas, físicas y de resistencia. Por lo que, al encontrarse con un suelo con algunas características inadecuadas se plantea como solución la estabilización de este, teniendo como objetivo el cumplimiento de las propiedades presentadas, por ejemplo, la capacidad portante o resistencia que se establece en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (MTC, 2013).

Las soluciones para mejorar el suelo de acuerdo a sus propiedades varían según la tecnología utilizada, la estabilización mecánica del suelo, la estabilización por combinación del suelo, la estabilización por sustitución del suelo y la aplicación de cal son las más antiguas y famosas. Siendo posible que, el sector construcción tenga un avance tecnológico grande, consiguiendo nuevas técnicas de para el uso correcto de productos químicos en la estabilización de suelos.

En la norma técnica EG-2013 (Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la construcción), contiene un capítulo donde consiste que por medio de los aditivos químicos haya una estabilización, dicho capítulo fue ejecutado para establecer el procedimiento correcto que pueda permitir el cumplimiento y verificación de los aditivos químicos y de esta forma se implementen en las propiedades del conlleva del suelo estabilizado a una evaluación y se obtenga de acuerdo a los métodos de ensayo (Gutiérrez & Cerón, 2020).

Por lo señalado en los párrafos anteriores, puesto que se encuentran variedad de estabilizadores. La presente investigación se enfocará en realizar el método para dicho fin con los siguientes aditivos químicos (Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfonado Organosilano, Polímero Cohesionador) y emulsión asfáltica y de esta manera poder calcular la base granular al nivel del mejoramiento en las propiedades mecánicas.



## **1.2 Problema general**

¿En qué medida el uso de aditivos Polímero Poliacrilamida Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfonado Organosilano, Polímero Cohesionador y emulsión asfáltica optimizan las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco?

## **1.3 Problemas específicos**

- a) ¿En qué medida el uso de aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfonado Organosilano, Polímero Cohesionador optimizan las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco?
- b) ¿En qué medida el uso de emulsión asfáltica optimiza las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco?
- c) ¿Qué estabilizador es el más óptimo para mejorar las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco?

## **1.4 Importancia y justificación del estudio**

### **1.4.1 Importancia**

En el desarrollo de esta tesis busca hallar soluciones en el a las propiedades mecánicas para mejorar la subrasante de una carretera de tercera clase. Por lo que, en nuestro país existen una gran cantidad de vías de bajo volumen de tránsito y se necesita contribuir con análisis innovadores para que se puedan generar mantenimientos eficientes y sostenibles en el tiempo.

Este estudio se enfocará en brindar alternativas de aditivos químicos para poder estabilizar los suelos, con Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfonado Organosilano, Polímero Cohesionador y emulsión asfáltica. La idea de este presente estudio surgió en que a partir de las alternativas antes mencionadas se puedan encontrar opciones rentables y duraderas para mejorar las vías de acceso a diferentes centros poblados y así generar comercio, incrementar turismo y satisfacción de los pobladores.

#### **1.4.2 Justificación**

Producto de la presencia de baches y ahuellamientos de severidad baja de la vía de bajo tránsito con material granular de la ruta CU-1885, el estudio a lo largo de los aproximadamente 14.237 kilómetros de la vía fue importante ya que con se puede aplicar la estabilización del suelo, pudiendo mejorar el material de acuerdo a las propiedades mecánicas. Dicha estabilización corresponde puesto que la mayor cantidad del material de las canteras no son de acuerdo a los parámetros establecidos por las Especificaciones técnicas generales para construcción (MTC, 2013).

Por lo que, hemos decidido realizar este estudio y de esta manera aportar con posibles soluciones de estabilización con aditivos químicos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfonado Organosilano, Polímero Cohesionador y emulsión asfáltica. Para realizar estos análisis es de suma importancia para poder tener un análisis y también poder determinar las propiedades tanto químicas y físicas en los suelos de las canteras que se utilizarán.

El desarrollo de este estudio de suelos constará de tres etapas, iniciando con la fase de campo donde se desarrolla las actividades de inspección del terreno, investigaciones geotécnicas, muestreo de suelos, ensayos PDC, ubicación de fuentes de agua para su evaluación. El trabajo de laboratorio comprende la siguiente etapa; en esta se realizan los ensayos estándar y especiales a las muestras de materiales. La fase final viene a ser la evaluación en gabinete, en donde se procesan y analizan todos los datos obtenidos en las fases anteriores para dar como resultado las acciones pertinentes en el corredor vial en estudio.

#### **1.5 Limitaciones del estudio**

En el estudio de esta tesis experimental, de acuerdo al trabajo de campo, se evaluará una ruta del corredor vial alimentador N° 37C, se ubicarán las canteras necesarias dentro de la ruta para encontrar el material necesario para su construcción, se identificará y

determinará las propiedades mecánicas como físicas de los materiales hallados en las canteras. Luego de realizar el análisis antes mencionado se determinarán las dosificaciones con la emulsión asfáltica y aditivos químicos para poder estabilizar los suelos en ensayos de laboratorio. El estudio comprende una longitud de 14.237 km aproximadamente en la ruta CU-1885: inicia en el Emp. PE-3S G (Buena Vista) con progresiva Km. 0+000 y finaliza en el Emp. PE-3S G con progresiva Km. 14+237.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 Objetivo general**

Proponer el uso de aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador y emulsión asfáltica para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- a) Analizar las propiedades mecánicas de los resultados de los ensayos en la base granular estabilizada con aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.
- b) Analizar las propiedades mecánicas de los resultados de los ensayos en la base granular estabilizada con emulsión asfáltica en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.
- c) Proponer el uso de aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador o emulsión asfáltica para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco histórico

Los inicios de la estabilización de suelos surgen en la década de 1930, pero no es hasta la década de 1950 que se reactiva la construcción de nuevos caminos y la consolidación de los caminos existentes, acelerando en una gran medida su desarrollo. Al estabilizar los materiales existentes con aglutinantes, materiales reciclados y subproductos industriales se respetan las materias primas de alto valor como la piedra y grava, que generan una ayuda sobre el impacto negativo del uso de materiales especialmente similares al alquitrán. Además, se presentan los conceptos básicos de los métodos ‘in situ’ e ‘in-plant’ más utilizados en Alemania para llevar a cabo el reciclaje en frío utilizando mezclas de betún y cemento (Neussner, 2001).

Según (Martí, González, & Yepes, 2004) para garantizar la durabilidad y estabilidad vial, no siempre es frecuente encontrarse con un suelo adecuado. Se adiciona a esto la creciente importancia ecológica y a la presión poblacional que, con los nuevos préstamos y vertederos necesarios para los movimientos de tierra de la infraestructura, es aceptable, utilizable o incluso inadecuado. Los esfuerzos relacionados con el uso de los materiales clasificados como la estabilización del suelo, le permiten reemplazar el suelo de mala calidad con un suelo óptimo y estabilizado. Esta es una de las tecnologías más antiguas utilizadas en bases y subbases de carreteras. La mejora del suelo y la estabilidad volumétrica es encargada por la estabilización, ya que puede incrementar la resistencia y el coeficiente de esfuerzo-deformación, mejora la durabilidad y baja al agua su sensibilidad. Por lo que, se necesita las evaluaciones de desempeño tanto del laboratorio y de campo. Los suelos de baja calidad suelen utilizarse para evitar el transporte a los rellenos sanitarios y demolición, aumentar la resistencia a la erosión, y otras condiciones climáticas, permite también una circulación en terrenos accidentados, proporcionando una plataforma de soporte estable para la superficie que mantiene y funciona estructuralmente. Se pueden mezclar los diferentes suelos para poder obtener una mejor permeabilidad, tamaño de grano o plasticidad. También se puede estabilizar con aditivos que alteren las propiedades del suelo. El cemento y la cal son los más utilizados, también las cenizas volantes, puzolanas, la escoria granulada, cloruro de potasio, etc. Siendo posible que, la estabilización son químicas o mecánicas.

De acuerdo con el tipo de suelo, las proporciones de los aditivos y el tipo de mezcla afectan el grado de estabilidad química. Mejoran ligeramente el suelo mediante la adición de pequeñas cantidades de aditivos se denomina mejora del suelo. Sin embargo, algunos suelos con baja plasticidad y buen tamaño de grano mejoran un mínimo de aditivos. La mezcla profunda del suelo se puede clasificar como una técnica de fortalecimiento de inclusiones duras. La mezcla de suelo también se puede aplicar mediante pulverización o chorro, se puede dividir en técnicas de mezcla húmeda (cemento y mortero), y mezcla seca (cemento y cal).

## **2.2 Investigaciones relacionadas**

### **2.2.1 Investigaciones internacionales**

(Arias & Idrogo, 2022) en su tesis “Análisis comparativo del costo-beneficio por la inclusión de bases estabilizadas con cemento o con emulsión asfáltica en la estructura de pavimento flexibles” del año 2022 de la Escuela Politécnica Nacional de la ciudad de Quito, menciona que las estructuras de pavimento con capas de cimentación estabilizadas con emulsión de cemento o asfalto producen distribuciones de esfuerzos más uniformes que los pavimentos con subsuelo menos estabilizado. Todas las capas de la estructura se mueven juntas porque hay una distribución de esfuerzos más uniforme. Este es un mejor comportamiento estructural. Los sustratos estabilizados con emulsión asfáltica son más flexibles que los estabilizados con cemento, lo que resulta en una mejor uniformidad de la fuerza.

(Cavieres, 2018) en su tesis “Comportamiento de las soluciones básicas de carpetas de rodadura aplicadas a caminos de bajo tránsito” del año 2018 de la Universidad de Chile de la ciudad de Santiago, señala que la mejora de las carpetas de rodadura en vías de poco tráfico mediante soluciones básicas demostró en general un comportamiento muy bueno. Con la información recopilada, podemos decir que existen soluciones de estabilización de suelos y tratamientos de curso

económicos aplicables a casi todas las condiciones básicas de suelo, condiciones climáticas y tráfico esperado. Tienes que considerar cuál es el mejor, por lo que, no existe una solución universal para cada tipo de requisito y clima. No se puede suponer que este tipo de mejoras económicas sean definitivas, por el contrario, estas soluciones representan el primer paso hacia la mejora de la calidad de las carreteras. Porque toda inversión con una rentabilidad esperada requiere de un mantenimiento regular y periódico para poder llevarse a cabo de mantener un nivel aceptable de usabilidad. El uso de emulsiones asfálticas proporciona un buen comportamiento y una larga vida útil (4-5 años) sin necesidad de un mantenimiento regular y un deterioro mínimo como pérdida de áridos, presencia de baches y grietas.

(Patiño, 2022) en su tesis para la obtención del título de Ingeniería Civil “Estabilización de suelo, mediante diferentes materiales como el cemento, emulsión asfáltica y aditivo químico, para mejorar las características mecánicas, de 1 km de la vía de tercer orden Pedregal – María Auxiliadora, el Shuyo, Riobamba” del año 2022 en la Universidad Nacional SEK de la ciudad de Quito, menciona que las emulsiones asfálticas no se recomiendan para estabilizar tipos de material de grava limosa ya que no reaccionan bien con el suelo. Por ello, no existe una variación significativa en relación a los valores del suelo en su estado natural del 15,64% de diferencia de CBR. La estabilización con aditivos químicos es muy ventajosa, ya que satisface los valores requeridos para la estabilización y además penetra completamente en el suelo y reduce la permeabilidad del suelo. Esta metodología ayuda a prolongar la vida útil de las estructuras viales. La mejor opción para la estabilización es la estabilización con 5% de cemento y aditivo químico mixto (0,5kg/m<sup>3</sup> + 1% de cemento), cuya capacidad portante arroja un rendimiento del 230,62% y 227,32% respectivamente, valor muy satisfactorio. Esto se debe a que el grosor se puede reducir al diseñar los pavimentos.

(Ávila y Velasco, 2021) en su tesis “Evaluación experimental de diferentes aditivos aplicados en una mezcla MDC-19” del año 2021 en la Universidad

Católica de Colombia, menciona que en la actualidad se deben adicionar nuevos materiales para la mejora en la resistencia en las mezclas bituminosas. Por ello, los aditivos evaluados en caliente el tamaño nominal es de 19 mm. Teniendo como aditivos seleccionados la cal, la fibra de coco, fibra de polipropileno y caucho. Se realizó 72 probetas de asfalto, para determinar el contenido óptimo empleando la metodología Marshall se utilizaron 12 y 60 en mezclas bituminosas para su evaluación experimental. Esta metodología se realizó mediante los diferentes ensayos siguiendo la normativa INVIAS; Ensayo Marshall, Ensayo de tracción directa, y ensayo de pérdidas de partículas. Obteniendo como resultado que la mezcla modificada CH fue el más prometedor en la mezcla asfáltica, teniéndolo como alternativa en las mezclas. Esto se debe a que se tienen que trazar futuras investigaciones de acuerdo a la dosificación de los aditivos y distintos tipos de betún asfáltico.

(Quiroz, 2017) en su tesis “Comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para determinar cuál estabilización proporciona mayor densidad aparente y relación de soporte CBR” del año 2017 en la Universidad Técnica de Ambato de Ecuador, tiene como objetivo que la estabilización adecuada de basa en los diferentes ensayos que se deben realizar, mencionando que se corrobora tanto por el CBR y Próctor, para la evaluación de muestra del suelo. Cumpliendo que se puede tener una correlación por cada ensayo realizado, consecuentemente establecer una interpretación y análisis de los datos conseguidos de cada muestra. Teniendo como resultado de las 8 muestras un suelo para estabilizar de tipo arena limosa, se obtuvieron CBR de un rango de 60 con un porcentaje de emulsión asfáltica de 9% y Diesel 6 % como base para cualquier estudio vial. Recomendando que al realizar los diferentes ensayos se debe dejar enfriar por 24 horas y tomar siempre medidas de seguridad correspondiente evitando las quemaduras.

### **2.2.2 Investigaciones nacionales**

(Perez, 2021) en su tesis denominada “Estabilización de las propiedades del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante en el Jirón Eucalipto,

Sapallanga – Huancayo” de la Universidad Peruana de los Andes del año 2021, menciona que el complemento de emulsión asfáltica catiónica genera ganancia las propiedades del suelo, en cuanto a su seguridad, compactación, esto con 10 % cumpliendo para subrasante en el Jr. Eucalipto. La complemento de emulsión asfáltica catiónica varía la compactación en el suelo, incrementando la dicha densidad seca, reduciendo el inmejorable espaciosidad de humedad e incrementando la don de basa incrementando el CBR, siendo indicado para su utilización como subrasante en el Jr. Eucalipto, pues, la dicho densidad seca se incrementó 0.05 g/cm<sup>3</sup>, 0.1 g/cm<sup>3</sup> y 0.07 g/cm<sup>3</sup> obteniendo un suelo de forma positiva, demostrando un aumento de incluso 5.55 %; en cuanto al inmejorable espaciosidad de humedad saliente se redujo de 1.58 % - 4.75 %, resumiendo en una merma de incluso 35.35 %; el CBR al 95 % de la MDS presentó elevación de incluso 361.96 % más pues, pasó de 1.53 % a 3.76 %, 7.08 % y 4.94 %, en todos los casos con la complemento de 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica de rajadura promedio. Asimismo, de pacto con el CBR obtenido, se concluye encima que la medida inmejorable de emulsión asfáltica catiónica de rajadura promedio corresponde al 10 %, esto de organismo un pollo de calle A – 5 (8), pues se pasó de enunciar con una subrasante inadecuada a una regular. La complemento de emulsión asfáltica varía la seguridad del suelo para la subrasante disminuyendo los limites plástico-líquidos, sin embargo, se incrementó el relación de plasticidad, siendo indicado para su utilización como subrasante en el Jr. Eucalipto, ya que, el límite liquido (A – 5 (8)) presentó un media de 31.33 % que se redujo a 28.37 %, 26.95 % y 24.17 % al incorporarle 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica de rajadura promedio, incluso un 22.87 % menos; en cuanto al límite plástico, el suelo positivo presentaba un coraje de 21.67 % que se vio escueto a 18.30 %, 15 % y 13.70 % al juntar 8 %, 10 % y 12 % de emulsión asfáltica catiónica de rajadura promedio, reflejando incluso un 36.77 % menos; y en otro lado, la relación de plasticidad se incrementó de 9.67 % obtenido del suelo verificado 10.07 %, 11.95 % y 10.47 % con la alta de la emulsión asfáltica catiónica de rajadura promedio, resultando incluso 23.62 % más.



(Nestrenko, 2018) en su tesis para maestría en Ingeniería Vial denominada “Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú” de la Universidad de Piura en el año 2018, menciona que el estabilizador no tradicional, puede ser apreciado como una posibilidad para los suelos con deficiente aptitud portante ( $CBR < 30\%$ ) justo a su desempeño presentado en el campo en la hinchazón del CBR siendo superior al 20% en media vs suelos en fase natural. El incrementó el CBR al incorporar el PAM de las muestras ensayadas de acuerdo a las muestras en fase natural, presentaron aumentos de 70% en media al 95% MDD, como también de 58% en media al 100% MDD. De acuerdo a los equipos que se utilizan en Perú para la estabilización con PAM (Motoniveladora de nervio de 125 hp y 403 pulg<sup>3</sup> de cilindraje) en cuanto a los equipos utilizados en Australia (Motoniveladora de nervio de 185 hp y 638 pulg<sup>3</sup> de cilindraje) logran rendimientos menores de ajusticiamiento, siendo en Australia (5000 m<sup>2</sup>) y en Perú (4000 m<sup>2</sup>) de acuerdo a la resistencia por cada jornada.

(Gutiérrez & Cerón, 2020) en su tesis denominada “Análisis de la optimización del suelo de la base con aditivo químico Aceite Sulfonado Organosilano para el diseño de pavimentos industriales del almacén de concentrados mineros - Almacenes Logisminsa, Ventanilla- Callao” en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, menciona que los suelos del proyecto en este estudio indican CBR insuficiente para la condición de la base, donde el valor de CBR fue 46%. Por lo tanto, considerando el alcance del proyecto, se considera necesaria una estabilización económica y confiable. Las exhaustivas pruebas de calidad realizadas al material mejorado muestran que, una vez estabilizado el material cumple con las especificaciones técnicas mínimas requeridas, con excepción de California, y puede ser utilizado como material para la formación de capas base, por lo que cumple con la prueba de California Bearing Ratio (CBR), ya que tuvo el valor de 86% que es el valor mínimo requerido de 100%. Los valores mínimos de resistencia del suelo especificados en el Manual de Caminos, Suelos y Pavimentos se lograron al utilizar el aditivo químico sulfatado organosilano. Con alta concentración de aditivo químico aceite sulfatado organosilano, el CBR fue probado en dosis de 0,5 l/m<sup>3</sup>, 0,75 l/m<sup>3</sup> y 0,9 l/m<sup>3</sup> con valores CBR de 93,5%,

103,2% y 107,9% confirmado por los incrementos en los valores de CBR para el suelo investigado (A-1-a (0)) son 7,5%, 17,2% y 21,1% respectivamente. El cemento se puede incorporar formando una combinación de aceite de organosilano sulfatado del suelo y cemento para aumentar la resistencia del fondo de la base para una mejor estabilidad. Pruebas de muestras de CBR a dosis de 0,5 l/m<sup>3</sup>, 0,75 l/m<sup>3</sup> y 0,9 l/m<sup>3</sup> dieron resultados de 112,6 %, 117,1 % y 120,3 %. Estos valores son aceites aditivos de organosilano sulfatados.

(Porrás & Urquiza, 2019) en la tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de título “Las propiedades mecánicas de una base granular y su desempeño bajo la influencia de un aditivo polimérico” de la Universidad Ricardo Palma, menciona que la adición de aditivos poliméricos mejoró las propiedades mecánicas de la base granular existente de la planta de envío de Conchán-PETROPERÚ. A una dosificación de 2,00% del aditivo polimérico se obtuvo una resistencia a la compresión de 84,90 kg/cm<sup>2</sup>, lo que también mejoró la cohesión del material granular y logró propiedades similares al cemento. Los sustratos granulares estabilizados con aditivo polimérico se conservaron debido al hecho de que el aditivo era derivado del acrílico. También se pudo demostrar que el control de las emisiones de polvo se mejora con aditivos químicos después de la estabilización. Según los resultados anteriores y el estándar MTC E1109, se puede decir que el polímero es eficaz porque mejora las propiedades mecánicas o el comportamiento de los sustratos de partículas convencionales y mejora su rendimiento.

(Aguila & Márquez, 2021) en la tesis denominada “Análisis de la estabilización con emulsión asfáltica y con cemento portland para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la base granular del pavimento” de la Universidad Ricardo Palma, menciona que se realizó una comparación de las propiedades mecánicas una base granular estabilizada con emulsión asfáltica y de una base granular estabilizada con cemento Portland. Ofreciendo como resultados favorables en una alta resistencia al tránsito, durabilidad y trabajabilidad. Los siguientes análisis se obtuvieron a partir de las propiedades mecánicas de la base

granular del pavimento estabilizado con emulsión asfáltica. Dado que los materiales de cantera utilizados son suelos no plásticos, se documenta que el efecto ligante se logra mediante una base granular estabilizada para evitar la deformación de la capa de mejora al aplicar la emulsión asfáltica. La estabilización con emulsión asfáltica Emultec-CSS 1h se propone como la mejor solución para el acceso vial a la mina Cuajone de 7 km de longitud. El cemento portland da excelentes resultados en términos de durabilidad, resiliencia y trabajabilidad en vías de alto tránsito, pero debido a la cantidad de cemento utilizado y la distancia total de acceso a intervenir Mayores costos La aplicación de la emulsión impregna el soporte y permite cumplir con las exigencias técnicas y estándares de resistencia de la manera más económica.

## **2.3 Estructura teórica**

### **Suelos**

Llegan a representar el material terroso y estos se conforman un desperdicio en el relleno hasta arenas suaves cementadas. Teniendo como papel importante el agua. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1973)

En seguida los ingenieros civiles, suelen identificarlo como uno de los suelos más comunes. (Crespo Villalaz, 2004)

### **Gravas**

Se denomina grava a la acumulación de rocas sueltas-fragmentadas que poseen en sus características físicas un tamaño mayor a dos milímetros. Estas ocupan grandes extensiones y generalmente se encuentran en cantos rodados, arenas, limos y arcillas.

Tienen una variación de tamaño entre las 3" (7.62 cm.) y los 2 mm.

### **Arenas**

Se caracterizan por ser granosos y finos que provienen de la trituración de rocas por medio mecánicos. Varían entre los 2 a 0.05 milímetros de diámetro en tamaño de

partículas. Es muy común que se encuentren las arenas junto con las gravas, así como también la arena proveniente de río posee por porciones grava grande como también arcilla de manera muy normal. Cuando la arena está limpia llegan a no ser plástica y también pueden contraerse.

### **Limos**

Este tipo de suelo se caracteriza por contener casi nada de plasticidad, con un diámetro característico que varía entre los 0.05 y 0.005 milímetros en sus partículas. Se les denomina limos inorgánicos cuando estos se producen en canteras y limos orgánicos cuando se encuentran en los ríos.

### **Arcillas**

Es un tipo de suelo puede considerando como un contenido plástico con un rango de contenido de humedad que posee una resistencia buena cuando se encuentra seco, siendo un tipo de suelo que llega a pasar por la malla N°200 (De La Cruz & Salcedo, 2016).

En las características de estos suelos es que contienen silicato de alúmina hidratado contribuyendo con la mayoría de sedimentos, pero también frecuentemente tienen magnesio hidratados o silicatos de hierro. Estas contienen en el apilamiento planos de hidroxilos e iones de oxígeno de acuerdo a la estructura que se basa. Llegando compartir y acoplarse una cantidad de tres de las cuatro cantidades de oxígeno de acuerdo a sus partículas aledañas y de esta manera forman una capa de extensión infinita y varían de su fórmula en el grupo tetraédrico; y es así como se constituyen uno de las unidades fundamentales en los filosilicatos. (Castillo, 2018)

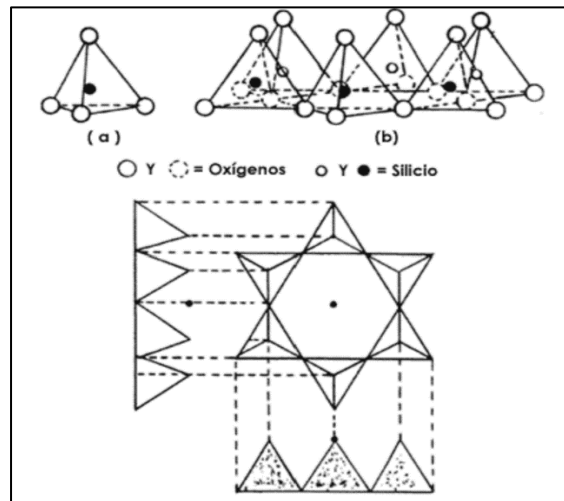


Figura 1. Composición química de las arcillas  
Fuente: Domínguez y Schifter (1995)

### 2.3.1 Estabilización de suelos

Es el conjunto de técnicas que buscan principalmente mejorar las propiedades de acuerdo a su mecánica y extender la durabilidad en el material. La aplicación en la estabilización es utilizada en la mayoría de las obras de ingeniería principalmente en las siguientes actividades: mejoramiento de las plataformas de cimentación, subbase, subrasante, base, terreno natural y pavimentos (De La Cruz & Salcedo, 2016).

Este proceso es mejorar las distintas propiedades físicas en los suelos por medio de procesos de adición de procesos químicos y procesos mecánicos. Por lo general, las estabilizaciones se realizan cuando los suelos a utilizar en alguna obra de ingeniería no se encuentren óptimas para la necesidad de esta, por ejemplo, una subrasante inadecuada o pobre. Para el último caso mencionado se aplica estabilización con suelo cemento, asfalto, cal y diferentes tipos de productos (MTC, 2013).

Los criterios que establecen para la estabilización según el MTC para los suelos son los siguientes:

- Los suelos con  $\text{CBR} \geq 6\%$  serán considerados como materiales óptimos para la subrasante. En el caso que los valores sean menores (subrasante pobre o inadecuada), o en sus características presenten humedad y/o áreas blandas,

se realizarán estudios para verificar si son materiales que se pueden estabilizar, mejorar o reemplazar.

- Cuando en sus características de la subrasante es limosa o arcillosa, al ingresar y chocar con las distintas partículas de los materiales se penetran en sus capas del pavimento granular produciendo contaminación, por lo que se debe proyectar un material de forma que la proteja y anti contamine de 10 cm de espesor o en su defecto aislarla con un geotextil.
- Para poder determinar la estabilización se basa en el tipo de suelo a evaluar. Por lo general, suelos más comunes que se encuentran son arenas arcillosas o limosas, arcillas o limos.

En las siguientes tablas se presentan guías referenciales que nos sirven de base en la elección del estabilizador de acuerdo con el suelo a evaluar. Además, en la siguiente tabla se muestran sugerencias para la aplicación del estabilizador seleccionado.

AREA	CLASE DEL SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
2A	GW ó GP	1. Asfalto 2. Cemento Portland 3. Cal - Cemento - Cenizas Volantes	IP no excede 25		Solo material bien graduado. El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N°4
2B	GW - GM ó GP - GM ó GW - GC ó GP - GC	1. Asfalto 2. Cemento Portland 3. Cal 4. Cal - Cemento - Cenizas Volantes	IP no excede 10 IP no excede 30 IP no excede 12 IP no excede 25		Solo material bien graduado. El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N°4
2C	GM ó GV ó GM - GC	1. Asfalto 2. Cemento Portland 3. Cal 4. Cal - Cemento - Cenizas Volantes	IP no excede 10 (b) IP no excede 12 IP no excede 25	No debe exceder el 30% en peso	Solo material bien graduado. El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N°4
3	CH ó CL ó MH ó ML ó OH ó OL ó ML - CL	1. Cemento Portland 2. Cal	LL no menor de 40 IP no excede 10 IP no menor de 12		

Figura 2. Guía referencial para tipo de estabilizador  
Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013)

## **Estabilización mecánica**

Este tipo de estabilización se realiza para mejorar los suelos produciendo alteraciones físicas en su composición. Los métodos existentes que detallo a continuación:

Mezclas del suelo: Es una forma de amplio uso de acuerdo a la estabilización, pero no logra producir los cambios físicos necesarios para la estabilización por sí sola. De manera de ejemplo, podemos mencionar que en el caso de los suelos que contienen arenas y gravas contienen una alta fricción interna y de esta manera soportan grandes esfuerzos, lamentablemente esta característica no las estabiliza y no puede ser utilizada en la carretera, por no tener en sus partículas una cohesión, siendo posible que se muevan y se separen con el paso de los móviles.

En el caso de las arcillas, este tipo de suelo tiene una gran cohesión, pero a su vez posee una fricción generando que disminuya la estabilidad presentando humedad. Una mezcla ensayada puede brindarnos como resultado un material que sea estable y de esta manera se agarra de beneficio la cohesión de uno y fricción del otro y se obtendrá que sus partículas se mantengan unidas. (De La Cruz & Salcedo, 2016)

## **Estabilización por combinación de suelos**

La estabilización se da en realizar la mezcla del suelo que se tiene, con el material de préstamos que puedan de una u otra manera mejorar sus propiedades. El método para ejecutar este proceso es de escarificar 15 cm para colocar el nuevo material. Culminada esta labor se humedecerán hasta que se alcance la humedad óptima para iniciar con el proceso de compactación. De esta manera, se combinará el material y se compactará hasta llegar a cumplir con las densidades designadas en las especificaciones técnicas según el proyecto. (Carranza & Fernandez, 2018)

### Estabilización por sustitución de suelos

Caso 1, el suelo se escarificará, compactará de acuerdo a la densidad requerida en 15 cm de profundidad. Luego de realizar este proceso se esperará hasta llegar a la humedad adecuada.

Caso 2, se genera al realizar la sustitución total al reemplazo de acuerdo al espesor, seguidamente se puede retirar toda la capa acordada se conforma y se compacta. (Carranza & Fernandez, 2018)

### **Estabilización química**

Se convierte más tarde en un material endurecido y, por lo tanto, más resistente.

- **Estabilización - cal**

Esta estabilización se obtiene de la mezcla del suelo, cal y agua. Uno de sus principales efectos manera produce la densificación de suelos que contienen una elevada humedad natural. Los suelos en donde se permita este tipo de estabilización es los que cuentan con granulometría fina y de cierta plasticidad.

- **Estabilización - cemento**

Se obtiene mezclando tierra desagregada con cemento, agua y otros dispositivos. Después de mezclar, comienza la compactación y la mezcla debe endurecerse adecuadamente. El proceso hace que el material a granel

- **Estabilización - escoria**

Este proceso de estabilización se realiza con el objetivo de explotar nuevas canteras; dado que el proceso no requiere tratamientos, se reduce el consumo de combustible y energía. Esto provoca la reducción de las emisiones en el medio ambiente de acuerdo al dióxido de carbono.

- **Estabilización - cloruro de sodio**

El uso y proceso de sal está destinado principalmente al control de polvo en escalones y bases de poco tránsito. Generalmente se usa en áreas secas para una evaporación rápida del proceso de compactación.

- **Estabilización - cloruro de calcio**

Este proceso funciona de manera similar, tiene un incentivo en comparación con el cloruro que ya no tiene un efecto oxidante. El principal factor encontrado es que colabora de alguna manera en el proceso de compactación y ayuda a mejorar la calidad del suelo, evita el desmoronamiento superficial y reducción de polvo.



- Estabilización - cloruro de magnesio

El cloruro de magnesio (MgCl) consiste en un cloruro bajo en cristales blanquecinos, que proporciona una tensión en la superficie rondando en comparación del cloruro de calcio. Este aditivo se distribuye de la siguiente manera: 10,5% (Magnesio), 33,5% (Cloro), 52% (Agua) y 4% de impurezas. Como característica física aceitoso al tacto por su humedad.

- Estabilización - productos asfálticos

El objetivo principal de la estabilización es aumentar las propiedades aglutinantes que se encuentran en la liga, el aditivo hace que las partículas se unan y logre la impermeabilización del suelo, permitiendo la opción para ser estable en su comportamiento más óptimo en diferentes climas.

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO (1)	DOSIFICACIÓN (3)	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) (5)	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1,A-2,A-3,A-4,A-5,A-6 y A-7 LL<40% IP ≤ 18% CMO <sup>2</sup> < 1.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 20% Abrasión < 50% Durabilidad (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Ca <sup>(4)</sup> . AF ≤ 15% . AG ≤ 12% Durabilidad (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Mg . AF ≤ 15% . AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A-3 Pasante malla N°200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv Arenas 40% CMO <sup>2</sup> < 1.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Ca <sup>(4)</sup> . AF ≤ 10% . AG ≤ 12% Durabilidad (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Mg . AF ≤ 15% . AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado a Illinois.
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6,A-2-7,A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO <sup>2</sup> < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1,A-2,A-3 IP ≤ 15% CMO <sup>2</sup> < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4,A-2-5, A-2-6,A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO <sup>2</sup> < 3.0% Abrasión < 50%	50-80 kg/ m3	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba.
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO <sup>2</sup> < 3.0% Ph: mínimo 5 Abrasión < 50%	50-80 kg/ m3	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba.
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6,A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO <sup>2</sup> No debe contener Abrasión < 50% % < N°200:10-35%	1L/30-33 m3		De acuerdo a Especificaciones del fabricante
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO <sup>2</sup> < 1.0% Abrasión < 50%			De acuerdo a Especificaciones del fabricante

Figura 3. Guía complementaria referencial para seleccionar el tipo de estabilizador  
Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013)

### **2.3.2 Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas**

El objetivo de las soluciones basadas es mejorar la vida útil y el nivel de en los servicios de la superficie de rodaduras en las carreteras no asfaltadas, que tienen por consecuencia sufrir el deterioro del tránsito, condicionando a la formación de baches, y desprendimiento de los áridos en la emisión de los polvos, permitiendo que dichos cojinetes, contengan un menor deterioro, manteniendo la libertad y un mantenimiento periódico menos frecuente y posibiliten el tránsito de vehículos en cualquier época.

La mejora de por vida se refiere al periodo de diseño de cinco a diez años, teniendo la capacidad de programar las actividades periódicas en momentos predecibles, lo que mayormente no ocurre con las capas de pavimentos convencionales.

Las soluciones básicas implican una inversión mayor debido a la incorporación del material al estabilizador con el que se encuentra la capa de rodadura el uso de los equipos, también podría colocarse sobre una superficie bituminosa. Estos costos iniciales más altos se invierten en gran medida en costos más bajos de las actividades de mantenimiento durante el periodo de servicio del proyecto, lo que implica un mejor uso de los recursos estatales. De esta forma, las soluciones básicas, además de las ventajas técnicas y económicas mencionadas anteriormente, tienen efectos favorables y ambientales, que se obtienen en el área de la carretera, reflejados en mejorar la población en la calidad, menos costos operativos teniendo un impacto ambiental en calidad del aire y recursos hídricos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015).

#### **Principales criterios de aplicación**

La aplicación se hace mediante las características particulares de acuerdo con el proyecto, principalmente según el tipo de suelo. Por lo tanto, no existe una solución general, se debe elegir una alternativa que puede ser aplicable al proyecto ya que no es posible tener un determinado estabilizados discriminantemente, en las condiciones climáticas o suelos. La condición climática de cada proyecto se realiza en función de ubicación, son determinantes para la elección de la solución.

Por ejemplo, con un estabilizador que funciona bien en una carretera de la costa, no se obtendría el mismo resultado en la sierra o selva (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015).

Las carreteras no pavimentadas, incluye una capa de rodadura en caminos a nivel de mejoramiento, reconstrucción, rehabilitación y mantenimiento; ser obligatoria para los diferentes órganos que se encargan de la gestión de la infraestructura vial. En general, las superficies de circulación de las soluciones consisten en una capa de estabilización en los suelos; sin embargo, si hay un predominio de tráfico pesado, por lo que se evalúa la adición de revestimiento bituminoso. Las Soluciones Básicas, no requiere el uso para las pruebas de laboratorio como para la ejecución del trabajo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015).

#### Especificaciones Técnicas

De las carreteras no pavimentadas (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2015):

- a. Los valores máximos y/o mínimos que respeten los suelos estabilizados, en el diseño y ejecución de la obra.

SUELO ESTABILIZADO CON	PARÁMETROS
Cemento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resistencia a compresión simple = 1.8 Mpa mínimo (MTC E 1103)</li> <li>2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A-3 = 14% De Pérdida Máxima</li> <li>- Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A-5 = 10% De Pérdida Máxima</li> <li>- Para suelos A-6; A-7 = 7% De Pérdida Máxima</li> </ul> </li> </ol>
Emulsión Asfáltica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504)</li> <li>2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo</li> <li>3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%</li> </ol>
Cal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132)</li> <li>2. Expansión <math>\leq</math> 0.5%</li> </ol>
Sales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CBR* = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)</li> </ol>
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132)</li> <li>2. Expansión <math>\leq</math> 0.5%</li> </ol>

Figura 4. Especificaciones Técnicas tipos de estabilizadores y parámetros.  
Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2015)

b. La aplicación de acuerdo a la región del proyecto.

ZONA	MATERIALES O SUELOS PREDOMINANTES	ESTABILIZADOR DE SUELOS APLICABLE
COSTA (Altitud: hasta 500 msnm)	Suelos granulares, de nula a baja plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Sales - Cemento Portland, Ceniza volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SIERRA (Altitud: entre 500 y 4800 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Cemento Portland, Ceniza volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
CEJA DE SELVA Y SELVA ALTA (Altitud: entre 400 y 1000 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SELVA BAJA (Altitud: menor a 400 msnm)	Suelos limo-arcillosos, arcillas, arcillas arenosas y arenas predominantemente finas (Clasificación AASHTO: A-2-4, A-3, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)

Figura 5. Tipos de estabilizadores según la ubicación del proyecto  
Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2015)

- c. Los revestimientos bituminosos que se coloquen en el marco (micropavimentos, imprimación reforzada, etc.), debe cumplir las Especificaciones Técnicas según el MTC.

#### Pautas para el diseño de Soluciones Básicas

Se debe emplear en un determinado proyecto el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015), con las siguientes pautas:

- Evaluación del campo, disponibles en áreas adyacentes al proyecto que son factibles de usar una solución base.
- Realización de ensayos a nivel de laboratorio sobre muestras para determinar sus características físico-mecánicas y químicas; así mismo, sus condiciones de uso, tales como mezclar diferentes suelos, agitar y similares.
- Ejecución de ensayos a nivel de laboratorio, evaluando al menos tipos de estabilizadores de suelo, aplicables de acuerdo a las especificaciones de las soluciones de base, con el fin de seleccionar la solución base aplicable, tomando en cuenta de los siguientes elementos:

Para obtener la dosificación óptima a aplicar se utilizarán al menos distintas dosificaciones, con cuyos valores se graficará: Dosificación vs. CBR y/o Resistencia a Comprensión Simple.

- d. El procedimiento de selección de estabilizadores de suelo puede tener más de una alternativa de solución técnica aplicable, de las cuales se debe optar por el de menor costo.
- e. Una vez que se haya elegido el estabilizar (sólido y/o líquido) a utilizar debe especificar la ecuación de trabajo de la capa estabilizadora de la siguiente manera:
  - Dosificación del estabilizador y modo de estabilizantes (líquidos en camiones cisterna y sólidos a estabilizar).
  - El suelo o dosificación de suelos a utilizar.
  - Proceso de mezcla (sobre y/o plataforma).
  - El mejor contenido de humedad y seca de la mezcla de acuerdo a la densidad (estabilizante de suelo).
  - El grado de compactación estabilizado, introducido y compactado.
- f. El espesor de la capa de desgaste se calcula para un período de diseño de diez años, teniendo en cuenta los intervalos regulares de mantenimiento cada cuatro años.
- g. El diseño del espesor se calculará según el eje equivalente proyectado:

Para ejes equivalentes de 10<sub>6</sub> o menos, se utilizarán los métodos USACE y NAASRA.

Para ejes equivalentes por encima de 10<sub>6</sub>, se utilizará el método AASHTO 1993 para especificar el uso del número estructural.

- h. El correcto comportamiento estructural, la subrasante debe cumplir ciertas características según lo establecido en el Manual de

Carreteras: Especificaciones Generales para la Construcción (EG-2013) en la sección pavimento y suelo.

- i. Para que la capa de rodadura contenga un correcto drenaje superficial, se debe correr en bomba entre 2% a 3% y canalón, tal como establecer la normativa vigente.
- j. Esta fase determina el equipo requerido, tanto para las pruebas de laboratorio como para la ejecución del trabajo.

### **Pautas para la construcción de Soluciones Básicas**

Para construir una solución básica para ser utilizada en un proyecto dando, el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015), indica que se deben seguir las siguientes pautas claves:

- a. Realizar un recorrido de prueba de 300m o más, lograr la fórmula de implementación y establecer las condiciones de construcción (dosis, método de mezclado, distribución, espesor de esponjado, compactación, frecuencia de riego para el curado, etc.).
- b. El transporte, instalación, mezcla y homogeneización, riego, perfilado, compactación y endurecimiento de capas de suelo estabilizado según se requiera.
- c. En general, la superficie debe mantenerse húmeda y regada regularmente durante siete días para lograr un curado adecuado.
- d. La compactación mínima es del suelo del 95% para MDS, excepto para el suelo estabilizado con sal, que es del 100% a lo ancho de la capa de estabilización.
- e. Cuando una vez que se completa el proceso de compactación, la capa estabilizada puede quedar expuesta al tráfico de vehículos, pero debe quedar expuesta si se observa deformación o delaminación.
- f. Los parámetros de aceptación de trabajo deben cumplirse con base en las bases tolerancias y frecuencias establecidas por el MTC.

## **Pautas para el mantenimiento y monitoreo de Soluciones Básicas**

Para esta fase de la solución básica utilizada en un proyecto, el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015), indica que se deben seguir las siguientes pautas fundamentales:

- a. El trabajo de mantenimiento de rutina debe llevarse a cabo de acuerdo con el mantenimiento vial vigente o los manuales de mantenimiento vial.
- b. El trabajo de mantenimiento de rutina se realiza cada cuatro años. Esto generalmente consiste en raspar parcialmente la capa líquida base y tratarla con el mismo material que la capa estabilizadora para restaurarla a su espesor original.

### **2.3.3 Productos químicos**

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), define a los productos químicos como, “una amplia variedad de productos resultantes de la producción industrial de productos químicos u orgánicos utilizados para capas de refuerzo, enmiendas de suelo u otros usos teniendo en cuenta la ubicación, el clima y los tipos de materiales que prevalecen en las carreteras estabilizadas”.

Los estabilizadores químicos vienen en muchos tipos diferentes, incluidas sales, productos enzimáticos, polímeros y subproductos del petróleo. Pueden afectar una o más propiedades de rendimiento del suelo, según el tipo específico y las condiciones del uso del estabilizador químico y el tipo de suelo al que se está tratando (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017).

### **2.3.4 Producto químico Polímero Cohesionador**

Los estabilizadores de suelo hechos de polímeros pegajosos trabajan con partículas de suelo para aumentar la capacidad de carga, reducir la expansión de la humedad y reducir la permeabilidad.



Rango de Aplicación: Suelos plásticos y no plásticos. Son aplicados en los suelos naturales, desde grava limpia hasta suelos orgánicos muy extensos.

Descripción General: Polvo de polímero soluble seco en agua embotellado de dos kilos netos.

Propiedades Físicas:

- ✓ Consistencia: Concentrado de polvo granulado
- ✓ Color: Verde claro.
- ✓ Olor: no tiene olor.
- ✓ Gravedad Específica: de 0.8 a 1.
- ✓ pH: neutro.

Características Medioambientales: Producto no tóxico, químicamente inertes, no inflamable e inocuos.

Comportamiento: Aglutinantes no iónicos en estado sólido e iónicos en soluciones que contienen agua comprimida y sales típicas del suelo. Aglutina que une las partículas del suelo, dándoles mayor resistencia. Mantiene la estabilidad a través de ciclos húmedos y secos. Reduce la degradación del subsuelo y subsuelo de plataformas y bases de las vías.

Efecto: Aumenta la capacidad de carga del suelo, disminuyendo la permeabilidad, aumentando ligeramente la densidad y reduce la expansión del agua.

Rendimiento: Según especificaciones técnicas, un kilo de estabilizador, estabiliza veinticinco de metros cúbicos de material seco suelto (dos kilos de botella de plástico estabilizada en cincuenta metros cúbicos de material seco suelto).

### **2.3.5 Producto químico Aceite Sulfonado Organosilano**

Es un acondicionador de suelo al 100% organosilano, soluble al agua, resistente a los rayos UV. Los aceites de organosilano sulfatados reaccionan químicamente de acuerdo al tipo de suelo y acción principal es impregnar/hidrofobar las partículas del suelo frente a la exposición al agua.

Contiene grupos de silanol, que reaccionan con los silicatos que se encuentran en los suelos, alterando la superficie y otorgándole una hidrofobicidad permanente. Suelo, por tanto, repele las moléculas de agua, haciéndolo más impermeable y evitando los problemas que de ello se derivan.

Este aceite es una tecnología de estabilización de suelos relacionada y desarrollada a partir de la necesidad de mejorar artificialmente las propiedades del suelo para que sea adecuado para su incorporación en ciertas capas de pavimentación. Cuando se trata de la estabilización del suelo, el objetivo es aumentar la resistencia mecánica y lograr una buena estabilidad y bajas fluctuaciones de volumen.

No solo nos ayuda a mejorar suelos de baja calidad con problemas de plasticidad y granulometrías finas, sino que también se ha extendido al realizar tratamiento con áridos de buena calidad. La estabilización de suelos se ha desarrollado con el objetivo principal de mejorar desde los años 90 en España.

Los efectos y beneficios subyacentes de la tecnología de estabilización de suelos significan que las aplicaciones actuales no se limitan a que las capas de la infraestructura como terraplenes, plataformas de despeje de camiones, sino que al ser aplicado varios tipos y partes de las descripciones.

- ✓ Estabilización y rehabilitación de caminos y carreteras secundarias.
- ✓ Estabilización del recinto aeroportuario (pista de vuelo).
- ✓ Estabilización de infraestructuras ferroviarias, especialmente las de alta velocidad.
- ✓ Estabilización de sitios de movimiento de tierras para obras de urbanización de gran escala.
- ✓ Estabilización de vertederos para urbanización con equipamientos deportivos y de ocio.

El tratamiento de suelos arcillosos puede evitar los mayores costes e impactos ambientales asociados a su retirada y posterior sustitución por otros suelos con mejores propiedades tanto mecánicas como geotécnicas.

El suelo se puede estabilizar de dos maneras. Uno es un método mecánico mediante la mezcla de dos o más suelos y grava con propiedades complementarias y el otro es mediante el uso de aditivos. Los más conocidos son la cal, el cemento, los polímeros que actúan de manera química o físicas. También existen en el mercado menos conocido en España, pero muy popular en otros países como es el aceite sulfonado organosilano. Este es un tratamiento revolucionario ya que se trata de la estabilización de suelos con nanotecnología. Esta tecnología actúa química y permanentemente sobre las propiedades de los gránulos.

Esta es una nueva tecnología de estabilización de suelos que tiene grupos silanol que reaccionan con los silicatos presentes en el suelo, alterando la superficie e impartiendo hidrofobicidad permanente. Al modificar químicamente el piso, repele las moléculas de agua, lo hace más impermeable y evita la inestabilidad volumétrica del piso. En otras palabras, evita el problema de expansión y contracción.

Los aceites organosilánicos sulfatados tienen la propiedad de estabilizar todo tipo de suelos, independientemente de las propiedades mineralógicas del suelo a tratar, aumentando significativamente a tratar, aumentando significativamente la capacidad portante. Teniendo suelos inestables pueden tener causar serios problemas para los pavimentos y estructuras.

La estabilización de suelos con nanotecnología puede transformar suelos inestables en suelos químicamente y permanentemente estables sin causar pérdida de porosidad, espesor de capa, mejores propiedades de capas por lo que conlleva a obtener los costos más bajos.

### **2.3.6 Producto químico Polímero acrílico de estireno reticulado**

Es una forma única de polímero de estireno acrílico reticulado patentado, a base de agua, económico y respetuoso con el medio ambiente. De esta forma, se puede mejorar in situ la capacidad portante y el comportamiento del subsuelo, la arena y otros residuos.

Los polímeros acrílicos de estireno reticulados se utilizan como materiales primarios para caminos o cimientos estables y libres de polvo de las principales

autopistas y edificios residenciales, utilizando cualquier material del sitio de construcción, como subsuelo, arena, desechos de minería, bloques de pared o ladrillo.

Los polímeros acrílicos de estireno reticulados son tan exclusivos que se pueden diluir con agua corriente o salada. La evidencia reciente sugiere que los polímeros acrílicos de estireno reticulados también se pueden usar para sellar o encapsular materiales contaminados para que puedan eliminarse de manera segura en los vertederos.

Los caminos hechos de grava, agua y tierra son extremadamente peligrosos. Pueden ocurrir baches o corrugaciones, lo que hace que las condiciones de manejo sean inseguras y cause daño grave a los vehículos y mercadería.

#### Condiciones en seco

- El polvo es peligroso para los conductores y peatones y causa muchos problemas de salud.
- La producción agrícola disminuirá y el daño a los cultivos aumentará.

#### Abundante en lluvia

- ✓ Erosión de caminos, daños superficiales y daños futuros.
- ✓ Vías intransitables para vehículos, cerradas al tráfico.
- ✓ Transporta partículas finas.
- ✓ El suelo se vuelve fangoso y hay agujeros y baches.
- ✓ Daños al vehículo.
- ✓ Destrucción ambiental.
- ✓ El producto no llega a ser comercial.
- ✓ Impacto en lo económico tanto local como regional.

Los polímeros estireno-acrílicos reticulados son ideales para aplicaciones especiales:

- ✓ Bases de suelo cemento (SCB)
- ✓ Manejo de sedimentos, manejo de desechos y basuras de mina.
- ✓ El mortero

- ✓ Las capas de erosión
- ✓ Enclavado de suelo

El uso de polímeros acrílicos de estireno reticulados para la estabilización del suelo de la subbase puede ahorrar entre un 40% y un 60% en los costos de construcción. Aumenta en gran medida la capacidad de carga de todos los pisos y también aumenta la resistencia de acuerdo a la tracción del piso. Es soluble en agua, no tóxico, no inflamable y seguro para el uso en animales y plantas.

Resistente a los contaminantes de la carretera como el aceite, la gasolina, los alimentos, las bebidas y la mayoría de los ácidos. Cumple con las regulaciones de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de EE. UU). Cuando se usan correctamente los estabilizadores cumplen con los estándares de estabilización de suelos que se requiere de la AASHTO. No contiene compuestos orgánicos volátiles nocivos. Estable a la temperatura de -57 °C a 163°C no se quema (la carbonización a 297°C).

Ofrecen una solución disponible localmente para la mayoría de los materiales. Los polímeros acrílicos de estireno reticulados ofrecen una solución ecológica. Los polímeros acrílicos de estireno reticulados se desarrollaron para enfrentar los desafíos específicos de las demandas tecnológicas y ambientales actuales que nos aquejan. El polímero acrílico de estireno reticulado es un polímero reticulado/polímero acrílico de estireno reticulado, un producto perfecto para la estabilización del suelo. Los polímeros acrílicos de estireno reticulados no requieren arcilla, contiene ingredientes esenciales para el uso seguro de los materiales del sitio, incluido todos los tipos de suelo y varios tipos de arena. Los polímeros acrílicos de estireno reticulados manejan materiales mineros contaminados y desechos inorgánicos.

### **2.3.7 Producto químico Polímero Poliacrilamida**

Crisera (2016), describe como se aplica PAM en los suelos de Australia. Debido a la aplicación de la humedad mediante los camiones cisterna que riegan la superficie que se va a estabilizar. En Australia, PAM tiene una relación de dilución

de 0.001 kg/L para producir una baja viscosidad de acuerdo al fluido, lo que confirma que durante el proceso de construcción esta aplicación no causa problemas.

Crisera (2016), en el territorio australiano se establece que mediante un esparcido en seco motorizado fijado al vehículo. Para el funcionamiento de este, requiere de una carga de 12 V. por lo cual debe estar conectado a un dispositivo el adaptador. Cuando se enciende el dispositivo, se rocía PAM sobre una superficie definida por el cliente a una tasa de 0.0026% del peso suelto del agregado analizado. Detalles del proceso de solicitud de PAM en Australia.

### **2.3.8 Emulsiones asfálticas**

Las emulsiones asfálticas consisten en una dispersión de finas gotas de asfalto estabilizadas de acuerdo a la presencia de emulsionantes en una fase acuosa, dando como resultado de un producto relativamente fluido. Se puede usar sin agregar calor ni solventes y también se puede bombear, almacenar y aplicar a temperaturas mucho más bajas que otros tipos de asfalto. Básicamente, las emulsiones consisten en agua, asfalto, emulsionantes y en ocasiones, ciertos tipos de aditivos según los requisitos.

Las emulsiones asfálticas se pueden utilizar en una variedad de aplicaciones desde la construcción, mantenimiento de autopistas y aeropuertos hasta revestimientos que actúan como una capa protectora, por lo que contiene más importantes:

- ✓ Fabricación de mortero asfáltico para impermeabilización.
- ✓ Estanqueidad de tableros de automóviles, viviendas y puentes.
- ✓ Creación de carpetas de almacenamiento.
- ✓ Control de la erosión del suelo.
- ✓ Baches.
- ✓ Revestimiento anticorrosión para tuberías subterráneas.
- ✓ Riego especial para protección de taludes, canales y acueductos.
- ✓ Riego de endurecimiento, infiltración y cebado.
- ✓ Estabilización de suelos, lodos bituminosos y riegos de adherencia.

- ✓ Riego a prueba de polvo en la industria del carbón.

### **Surfactantes en las emulsiones asfálticas**

Los emulsionantes funcionan para superar la tensión interfacial entre el agua y el asfalto, lo que permitiría que el asfalto se disperse fácilmente llegando a una fase acuosa durante la preparación de la emulsión. Además, promueven la formación de una doble capa eléctrica a los alrededores de las gotas de asfalto, evitando la agregación de gotas de asfalto y así pueda desestabilizar las emulsiones ya formadas. Para las emulsiones asfálticas para mezclas, tanto el emulsionante pH es la solución acuosa que tiene efectos significativos sobre las propiedades adhesivas de las gotas de asfalto en el agregado.

La preparación de las emulsiones con tensioactivos catiónicos tienen varias propiedades importantes. Son estables, se rompen al contacto con la superficie, anclan en ella la fase orgánica dispersa y las películas formadas se adhieren fuertemente a la superficie y son relativamente insensibles al agua. Por estos motivos, el tipo surfactante es el más utilizado para carreteras, ya que mejora la adherencia del asfalto a la roca y se adapta a todos los materiales rocosos.

Como tensioactivos aniónicos se utilizan sulfonatos de lignina o derivados del petróleo de casi todos los tipos conocidos: sulfonatos, naftenatos y sales sódicas de ácidos grasos. El más importante de estos suele ser el naftenato de sodio. Las moléculas de estos, de fórmula general  $R-COO-Na$ , en agua se llegan a ionizar para producir un número fijo de cationes  $Na^+$  y un número de aniones  $R-COO^-$ . Así, variando la fuerza de lipofilia y la densidad de carga negativa, se obtiene la ampliación de la gama de los productos emulsionados con diferentes valores de HLB, con propiedades de acuerdo al rompimiento en presencia de las sustancias sobre las que actúan, pudiendo formar emulsiones. Las emulsiones de fraguado lento se pueden separar usando sulfonatos de lignina tales como sales de amonio de sodio o calcio de la industria de la pulpa y el papel. Se hace referencia al uso de agentes cáusticos gastados (sulfitos) en la restauración de caminos pavimentados.

Otros emulsionantes del tipo aniónico incluyen jabones de cortes de aceite, residuos de la destilación de ácidos grasos y residuos del refinado de aceites de semillas.

Los tensioactivos no iónicos son compatibles con otros tipos ya que no forman iones en soluciones acuosas debido a la presencia de grupos hidrofílicos de tipo fenol, amida o éter. Como resultado del hecho de que no hay interacción iónica entre los emulsionantes y la mampostería, el uso de emulsionantes puede provocar una mala adherencia entre el asfalto emulsionado y los minerales, a menos que los emulsionantes se utilicen en medios ácidos o básicos.

Los surfactantes anfóteros tienen dos grupos, uno aniónico y el otro catiónico. En la mayoría de los casos el pH determina la naturaleza dominante y favorece una de las posibles disociaciones. La naturaleza dual de este tipo de emulsionante ha demostrado que es un excelente emulsionante de asfalto. Este tipo de emulsionante es compatible con otros tensioactivos. Sin embargo, tiene la desventaja de ser muy caro.

### **Clasificación de las emulsiones asfálticas**

Existen emulsiones directas en las que una fase hidrocarbonada está dispersada en una fase acuosa continua, dependiendo de la concentración de cada fase. Una emulsión invertida o de alta flotabilidad en la que la fase continua es el asfalto.

Las emulsiones de asfalto generalmente se clasifican por el tipo de surfactante utilizado (por la carga que rodea las partículas de asfalto), pero también se consideran propiedades importantes al caracterizar las emulsiones. Las emulsiones se descomponen rápidamente por la evaporación del agua, está influenciada por el tipo de concentración del emulsionante y la condición atmosférica. En este sentido, se denominan RS (fraguado rápido), MS (fraguado medio) y SS (fraguado lento).

Para los tratamientos de superficies se utilizan principalmente las emulsiones de Rotura rápida (RS). Por lo general, estas emulsiones interactúan rápidamente con los agregados, transformando la emulsión en asfalto. Este tipo de emulsión produce una película dura, algunos grados (RS-2 y CRS-2) tienen una alta viscosidad para evitar la flacidez y, una vez formada, la capa no se desprende fácilmente. Estas



propiedades lo hacen ideal para aplicaciones de rociado como parches, sellado con arena y acabado.

Los grados modificados con polímeros (Polymer Modified Grades) son superiores a las emulsiones de grado regular debido a la adición de polímeros. La base asfáltica de estas es más pegajosas y resistentes que los cementos tradicionales asfálticos. Se logran buenos resultados con un tratamiento superficial que reduce la pérdida de agregados y mejora la resistencia a la fluencia en frío y al agrietamiento.

El diseño para mezclar los agregados calientes o fríos y tratamientos de superficie son utilizados las emulsiones de rotura media (MS). Dado que estas emulsiones no se descomponen al entrar de inmediato en contacto con el agregado, como algunas pueden fabricarse y la mezcla resultante transportarse al sitio de pavimentación. Las Emulsiones MS se ha utilizado con éxito para mezclas de emulsión abierta, reciclaje de pavimentos y mezclas en frío de plantas centrales.

Las emulsiones HF (High Float) tienen ciertas cualidades que permiten películas asfálticas densas sobre los agregados sin riesgo de derrame. Esta película más gruesa proporciona una mejor cobertura de agregados con menos sensibilidad a la humedad. Las emulsiones HF forman una estructura de gel en el asfalto residual, lo que hace que el producto final sea menos sensible a la temperatura. Cuentan con una gruesa membrana de asfalto que mantiene una rigidez alta en los climas cálidos y menos rígida (más resistente) en climas fríos. Por lo que, el HF es el más adecuado para sellos económicos (baches) con una cobertura general completa. Las emulsiones de HF con polímeros mejoran el rendimiento en las emulsiones. El asfalto residual tiene una superficie bastante flexible, dando como resultado una mezcla con alta fuerza adhesiva y buena capacidad de carga.

El diseño para maximizar el tiempo de la mezcla con los agregados son las emulsiones de rotura lenta (SS). La larga vida útil asegura una buena cobertura en agregados densos con una alta proporción de finos. Además del pavimento, sus usos se extienden a otras aplicaciones industriales. La viscosidad de la emulsión es baja para tales fines y puede reducirse más cuando se le añade agua. Se puede agregar una pequeña cantidad de cemento Portland o cal durante la preparación de la mezcla si se desea una aumentar la velocidad de rotura. Otros usos de estas emulsiones incluyen bases pesadas y bases estabilizadores. Las aplicaciones distintas a la

pavimentación incluyen el tratamiento de suelos fertilizados. El asfalto forma una película que mantiene las semillas en su lugar, reteniendo el calor y absorbe lo necesario para la germinación.

### **2.3.9 Pavimentos**

#### **Tipos de pavimentos**

##### **Pavimentos rígidos**

El pavimento rígido consiste en losas de hormigón hidráulico que son capaces de absorber todos los esfuerzos generados por las cargas de los vehículos, siendo los esfuerzos proyectados en menor medida hacia la base granular y el sustrato cubierto de cemento o cal.

Hay tres pavimentos de concreto de:

- ✓ Concreto-simple con juntas
- ✓ Concreto-reforzado con juntas
- ✓ Concreto-continuamente reforzados.

El pavimento de concreto con juntas es el pavimento de mayor aplicación a las realidades del país debido a su excelente desempeño y período de planificación de uso común (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

##### **Pavimentos flexibles**

Los pavimentos constan de una serie de capas que permite la transferencia las cargas de los vehículos al suelo natural sin deformarse. Tengan en cuenta que estas capas incluyen la base, subbase y la capa rodante, pero algunas de ellas pueden omitirse según la capacidad de carga del vehículo, las condiciones del suelo, etc.

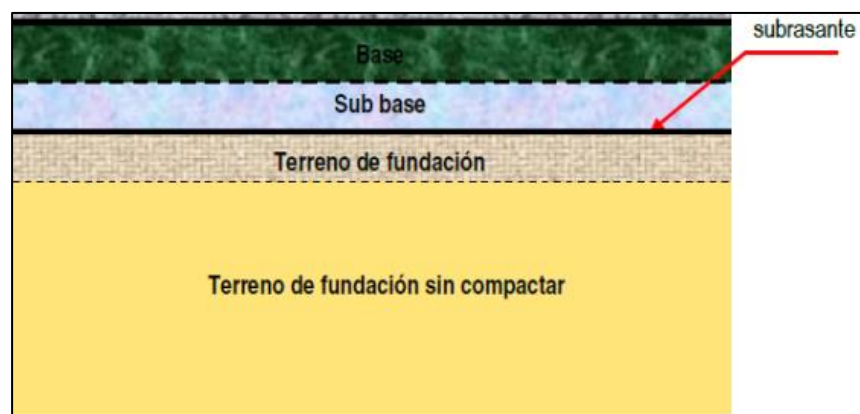
##### **Pavimentos semirrígidos**

El pavimento semirrígido consiste en una capa de asfalto y un sustrato de asfaltado que contiene cemento, cal u otros aditivos. Es un pavimento que tiene las propiedades del pavimento duro y flexible. Generalmente la capa rígida está en la

parte inferior y la capa flexible en la parte superior (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

### **Estructura de un pavimento asfáltico**

Las estructuras viales están destinadas a absorber las cargas del tráfico. El pavimento asfáltico generalmente consiste en una capa de asfalto soportada por dos capas no rígidas: base y subbase. Sin embargo, puede omitir cualquiera de estas según las necesidades específicas de su proyecto. La muestra de la distribución típica es la siguiente figura.



*Figura 6.* Estructura típica de pavimentos asfálticos  
Fuente: Sánchez (2014)

- **Sub base granular**

Es una capa estructural vial y su función es soportar, transmitir y distribuir uniformemente las cargas ejercidas sobre el tren de rodaje por la superficie rodante de la carretera. La subestructura también debe soportar las variaciones que pueden afectar al piso, controlando la elasticidad y los cambios volumétricos que pueden dañar el pavimento. Se puede utilizar también para controlar el aumento de agua por capilaridad mientras se mantienen las estructuras de pavimento que normalmente utilizan materiales granulares.

- **Base**

Consiste en una estructura de pavimento ubicada en la subestructura y la capa de rodadura, sus principales funciones son: Distribuir las cargas generadas por el tráfico y transmisión a la capa del pavimento inferior como: Sub-base y subrasante. Capa para dar soporte a la capa de rodadura. Estas bases también se pueden clasificar como:

- **Base granular**

Esta es la capa que forma la estructura del pavimento y se ubica entre la capa base y la capa superior. Esta capa consiste en una mezcla natural de piedra triturada de alta calidad, grava, relleno, tierra y arena. Los materiales que componen esta capa deben clasificarse como formando una base integral de la estructura del pavimento. Su estabilidad depende de la gradación de partículas utilizada en el diseño, su forma, su gravedad específica, cohesión y fricción internas. Todas estas dependen de la proporción de la cantidad de agregados finos y gruesos.

- **Base estabilizada**

Forma la estructura del pavimento situado entre la subbase y la capa de la superficie de rodadura. Esta capa consiste en piedra triturada, grava de buena calidad, mezclada con relleno, arena y tierra, y se podrá mezclar utilizando la tecnología de la estabilización, combinado con varios materiales o productos estabilizadores. Está destinado a ser preparado y construido para mejorar la estabilidad y resistencia, básicamente para distribuir y transferir las cargas generadas por el tráfico a la capa de subbase.

- **Carpeta de rodadura**

Es la capa superior que forma la estructura del yeso, que se coloca sobre la base. Su función principal sobre el pavimento es

protegerlo, impermeabilizar, evitar la entrada de agua por filtración y saturada. La capa de desgaste aumenta la capacidad portante del pavimento. Esto es para absorber la carga. Este aumento se vuelve significativo cuando el espesor supera los cuatro centímetros, lo que se supone un aumento nulo del riego superficial.

Las carpetas en rodadura pueden basarse en partículas en los siguientes materiales: tratamiento superficial, mortero bituminoso, micro tratamiento superficial, otta seal, mezclas asfálticas calientes, templada o fría.

## **2.4 Definiciones conceptuales**

### **Compactación:**

La compactación natural del suelo por el peso del sedimento, o compactación similar por golpeteo con rodillos de los áridos.

### **Estabilización de suelos:**

La estabilización de suelos destinado al proceso de mejorar la propiedad de la deformación tanto para la resistencia, la reducción de la sensibilidad al agua y el control de la erosión y el cambio de volumen.

### **Arcilla:**

Material similar a la tierra que consiste en silicato de aluminio hidratado. Cuando se sumerge en agua, se vuelve muy plástico y cuando se cuece, se encoge y se endurece.

### **Contenido óptimo de humedad:**

Agua que esta contenida en el suelo que permite alcanzar la máxima densidad por compactación.

### **Densidad:**

Relación entre el volumen y la masa de un cuerpo.

**Esfuerzo normal:**

Es un esfuerzo axial perpendicular sobre un plano en el que actúa la fuerza de compresión o tracción y distribuye uniformemente sobre la superficie.

**Esfuerzo cortante horizontal:**

El esfuerzo cortante longitudinal desarrollado a lo largo de un miembro cargado transversalmente es igual al esfuerzo que hace la cortante vertical en el punto.

**Esfuerzo cortante longitudinal:**

El esfuerzo cortante horizontal desarrollado a lo largo de un miembro encargado transversalmente es igual al esfuerzo cortante vertical que se da en un punto.

**Curva Granulométrica:**

Una curva granulométrica del suelo representa a los resultados obtenidos en el laboratorio gráficamente, generando datos que se analizan de acuerdo a la estructura del suelo con respecto al tamaño que están compuestas las partículas.

**Tamiz:**

Es una malla metálica con varias aberturas para elección de arenas, gravas y áridos según la granulometría correspondiente que se añadirá a la mezcla de morteros.

**Granulometría:**

Esta es la propiedad que se caracteriza en cuanto al tamaño del sueño o proporción de partículas contenidas de una muestra de suelo, debiéndose realizar ensayos de granulometría para conocer, evaluar algunas propiedades como, por ejemplo: la porosidad, esfuerzos cortantes dependiendo del ángulo de rozamiento interno para interactuar entre sí y resistir los esfuerzos cortantes.

**Resistencia:**

La forma más común de aumentar la resistencia del suelo es de acuerdo a la compactación, pero surgen problemas cuando los suelos contienen significativamente material orgánico. Por ello, existen diferentes métodos como la precarga, la estabilización mecánica con otras mezclas de suelo, la estabilización de cal, cemento o otros aditivos. Con algunas excepciones la fuerza del suelo generalmente disminuye con un mayor contenido de humedad.

## **CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### **3.1 HIPÓTESIS**

#### **3.1.1. Hipótesis General**

Utilizando aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador y emulsión asfáltica mejoran las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.

#### **3.1.2. Hipótesis Específicas**

- a) Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran con el uso de aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador y es recomendable su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.
- b) Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran con el uso de emulsión asfáltica y es recomendable su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.
- c) Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran en mayor medida con el uso de aditivos químicos en comparación de la emulsión asfáltica en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.



## **3.2 Variables**

### **3.3.1. Definición conceptual de la variable**

Identificación de variables

#### Variable Independiente

X1: Estabilización - aditivos químicos.

X2: Estabilización - emulsión asfáltica.

#### Variable Dependiente

Propiedades mecánicas de la base granular estabilizada.

### **3.3.2. Operacionalización de las variables**

Tabla 1.  
Operacionalización de la variable

Variables dependientes									
<b>Aditivos químicos</b>	La estabilización química es una de las técnicas utilizadas para mejorar el subsuelo. Los productos químicos se utilizan para modificar las propiedades del suelo para reducir la plasticidad, aumentar la capacidad de carga y cohesión.	Adicionar a las muestras de suelo encontradas en la investigación una cantidad de aditivos químicos para analizar el cambio en sus propiedades mecánicas.	Estabilización con Aditivos químicos.	Dosificación de aditivos químicos.	Porcentual	%	Cuantitativa continua	Registro de ensayos y toma de datos.	DG – 2018
<b>Emulsión asfáltica</b>	Las emulsiones de asfalto se desarrollaron para resolver las diversas dificultades en la construcción y también para las aplicaciones de supresión de polvo. Durante la crisis energética de la década de 1970, los incentivos para reducir el consumo del combustible hicieron estallar el uso de las emulsiones en la estabilización de agregados minerales, incluida la mezcla con materiales húmedos a temperatura ambiente.	Adicionar a las muestras de suelo encontradas en la investigación una cantidad de emulsión asfáltica para analizar el cambio en sus propiedades mecánicas.	Estabilización con Emulsión asfáltica.	Dosificación de emulsión asfáltica.	Porcentual	%	Cuantitativa continua	Registro de ensayos y toma de datos.	EG – 2013  Manual de Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos
Variable independiente									
<b>Propiedades mecánicas de la base granular</b>	La mecánica de suelos es aplicada para las leyes de la hidráulica como también de la mecánica en los diversos problemas de ingeniería relacionados con la acumulación suelta de sedimentos y otras partículas sólidas resultantes de la descomposición química o mecánica de las rocas, que contengan o no materia orgánica.	Material granular encontrado en la investigación, son registros de los resultados de las calicatas efectuadas en campo.	Propiedades mecánicas	Ensayo de Proctor Modificado.  California Bearing Ratio- CBR.  Ensayo de resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall.	Porcentual	%		Ensayos de laboratorio	MTC E-115  MTC E-132  MTC E 504

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

### **4.1. Tipo y nivel de investigación**

#### **4.1.1. Tipo de investigación**

La metodología utilizada para la presente tesis es investigación aplicada, esto puesto que se utilizan nuevas tecnologías mediante la aplicación de aditivos químicos para la estabilización de bases granulares.

En la tesis se realizaron los estudios necesarios para conocer las características del material granular de base convencional y del estabilizado con los diferentes productos utilizados.

Se define como una investigación de enfoque cuantitativo debido a que los resultados obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio son numéricamente medibles y con ellos se pudieron realizar los análisis comparativos.

#### **4.1.2. Nivel de Investigación**

El nivel de la presente investigación es descriptivo, sustentado en que en la tesis se analizaron, describieron y compararon los resultados obtenidos en laboratorio con diferentes dosis de aditivos químicos y emulsión asfáltica.

### **4.2. Enfoque de investigación**

La presente tesis es experimental, debido a que la investigación no se limitó únicamente a la observación. En esta investigación se realizaron mediciones, ensayos de laboratorio y procesamientos de los resultados obtenidos con los cuales se obtuvieron las conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos se verifica la mejora de las propiedades mecánicas de las bases granulares añadiendo los aditivos químicos y la emulsión asfáltica.

La investigación es de tipo correlacional, ya que con los resultados obtenidos se pudo realizar con que aditivo químico y emulsión asfáltica las propiedades mecánicas mejoran el material granular.

Por último, la presente investigación es prospectiva, debido a que se realizaron con información propia y ensayos de laboratorio. Con estos datos ensayados se verificó que tantos los aditivos químicos empleados y la emulsión asfáltica pueden ser utilizados como estabilizados en bases granulares.

### 4.3. Población y muestra

La población de estudio de la presente investigación correspondió al material extraído en las canteras Cerro Km 0+000, Río Orccoma y Cerro Km14-233 que se encuentran ubicadas cercanas al poblado de Buena Vista, distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas de Cusco. Estas canteras están próxima al tramo en estudio perteneciente a la CU 1885.

A continuación, se muestra un cuadro donde se indica la cantidad de briquetas utilizadas para cada aditivo y emulsión asfáltica.

Tabla 2.  
Cantidad de Briquetas por solución de estabilización

NUMERO DE BRIQUETAS O MOLDES ENSAYADOS	<i>Polímero Poliacrilamida</i>	<i>Polímero acrílico de estireno reticulado</i>	<i>Aceite Sulfonado Organosilano</i>	<i>Polímero Cohesionador</i>	<i>Emulsión asfáltica</i>
CANTERA KM 0+000	3	3	3	3	4
CANTERA RIO ORCCOMA KM 1+367	3	3	3	3	4
CANTERA KM 14+233	3	3	3	3	4
<b>TOTAL DE BRIQUETAS POR SOLUCIÓN</b>	9	9	9	9	12
<b>TOTAL DE BRIQUETA O MOLDES</b>	48				

Fuente: Elaboración propia

### 4.4. Técnicas de recolección de datos

#### 4.4.1. Tipos de técnicas de instrumentación

Para la presente investigación los ensayos que se realizaron para las estabilizaciones con aditivos químicos fueron Proctor modificado y CBR. En

el caso de la estabilización de suelos con emulsión asfáltica se utilizó el ensayo Marshall.

#### **4.4.2. Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos**

Para obtener los resultados de los ensayos se acudió a un laboratorio de mecánica de suelos que cuenta con certificación y que se encuentra ubicado en la ciudad de Lima con el fin de poder tener un correcto seguimiento de los resultados obtenidos.

La confiabilidad de los resultados se debe a que todos los instrumentos utilizados para este fin cuentan con el certificado de calibración correspondiente.

#### **4.4.3. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos**

Para poder demostrar la hipótesis de la presente investigación nos basamos en la secuencia de actividades siguiente:

- a) Planteamiento del método para demostrar la hipótesis.
- b) Obtención de muestras y realización de ensayos.
- c) Análisis y procesamiento de datos.
- d) Contrastación de hipótesis.
- e) Conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1 Estudio de canteras**

El estudio de canteras tiene por finalidad ubicar, evaluar y determinar a través de los estudios realizados, las características de los suelos, el material que será usado en las distintas capas estructurales, el área del préstamo del material, así como cantidad y calidad los agregados para el Corredor.

Los trabajos de campo se orientaron a explorar el subsuelo, mediante la ejecución de calicatas y trincheras en el área de las canteras, se tomaron muestras representativas de cada uno de las trincheras y calicatas para luego ser remitidos al laboratorio para su respectivo ensayo.

Los trabajos de laboratorio determinaron las características físicas, mecánica de los suelos obtenidos del muestreo, los que sirvieron de base para determinar las características de cada cantera y determinar su uso.

En las canteras ubicadas para estas rutas existen bancos de materiales cuyos agregados pueden ser utilizados como materiales de construcción en las diferentes etapas durante la ejecución del proyecto. Se han seleccionado aquellas cuya cantidad y calidad del material existente son adecuadas y suficientes para el aprovisionamiento de materiales para la conformación de las capas de la estructura del pavimento según las características que poseen cada una de las canteras, las cuales se enumeran y se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.

## Resumen de Área y Perímetro de Canteras en el Tramo CU-1885

Nombre de canteras	Ubicación y accesibilidad	Área de explotación - poligonal				
		Vértice	Coordenadas		Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )
			ESTE (m)	NORTE (m)		
CANTERA RÍO ORCCOMA	Se ubica en el Km. 1+385 de la vía proyectada (Lado Derecho), es accesible a 0.656 Km aprox. a partir del Km 1+385, sobre vías afirmadas en regular estado.	1	813,228.700	8,395,787.570	766.592	27,043.710
		2	813,289.018	8,395,804.308		
		3	813,324.062	8,395,741.516		
		4	813,367.604	8,395,510.955		
		5	813,279.873	8,395,489.132		
		6	813,253.597	8,395,578.758		
		7	813,256.330	8,395,653.044		
		8	813,232.453	8,395,711.474		
CANTERA DE CERRO KM 0+000	Se ubica en el Km. 0+000 de la vía proyectada (Lado Derecho), es accesible a 4.974 Km aprox. a partir del Km 0+000, sobre vías afirmadas en regular estado.	1	816,927.478	8,394,653.553	724.371	21,684.844
		2	816,976.036	8,394,652.978		
		3	816,987.817	8,394,587.512		
		4	817,101.023	8,394,635.463		
		5	817,141.536	8,394,625.988		
		6	817,139.239	8,394,523.138		
		7	816,927.787	8,394,523.138		
CANTERA DE CERRO KM 14+233	Se ubica en el Km. 14+233 de la vía proyectada (Lado Izquierdo), es accesible a 6.382 Km aprox. a partir del Km 14+233, sobre vías afirmadas en regular estado.	1	819,026.982	8,391,704.316	735.610	30,100.225
		2	819,212.970	8,391,775.325		
		3	819,270.047	8,391,644.561		
		4	819,044.843	8,391,557.644		
		5	819,053.385	8,391,641.845		

Fuente: Elaboración Propia

**5.1.1. Excavación de Calicatas y/o Trincheras**

En todas las canteras se practicaron calicatas y/o Trincheras para determinar las características del material y su potencia. Cada calicata y/o trinchera se excavó hasta establecer la profundidad máxima de explotación, las exploraciones han sido ubicadas convenientemente en toda el área de la cantera, de acuerdo con lo estipulado en los términos de referencia.

En cada calicata excavada se ha realizado la clasificación de fragmentos gruesos mediante una selección manual de los materiales correspondientes a bolones, cantos y del material mayor de 2", obteniendo una distribución cuantitativa. Considerando que el material útil será de tamaño menor o igual a 2", se determina el valor cuantitativo del volumen de material menor de 2", así como también, el tamaño máximo del material presentado en la cantera.

En cada calicata excavada, se ha realizado el registro del perfil estratigráfico (según la norma ASTM D-2488), describiendo el tipo de material encontrado:

clasificación técnica; forma del material granular; color; porcentaje estimado de bolonería y presencia de material orgánico; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad. De cada calicata se obtienen muestras alteradas representativas para evaluación en el laboratorio.

### **5.1.2. Ensayos de Laboratorio**

Los trabajos de laboratorio permitirán evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelos, provenientes de cada una de las exploraciones, serán sometidas a ensayos de acuerdo con las recomendaciones de las normas MTC, NTP, ASTM y/o AASHTO. Las cuales en el laboratorio se determinarán las características físicas, mecánicas y químicas respectivamente de los materiales, las que deben realizarse de acuerdo con el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC.

Las muestras recabadas fueron remitidas a laboratorio con la finalidad de establecer las características físicas - mecánicas de los materiales para los usos propuestos, las cuales deben ser concordantes con los requerimientos de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del MTC (EG-2013). En el cuadro siguiente se describe los ensayos a ser ejecutados para los materiales encontrados en las diferentes canteras:



Tabla 4.

## Ensayos para realizar a las muestras obtenidas de las calicatas de las canteras

Nombre de ensayo	Uso	Norma de referencia		Propósito del ensayo
		MTC	ASTM	
<b>Análisis Granulométrico por Tamizado</b>	Clasificación/ Agregados	E-109 / E-204	D 422 / C-136	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo y de agregados.
<b>Contenido de humedad</b>	Clasificación	E-108	D-2216	Determinar el contenido de humedad natural de suelos y agregados.
<b>Límite de Líquido</b>	Clasificación	E-110	D-4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico.
<b>Límite de Plástico</b>	Clasificación	E-111	D-4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico.
<b>Índice Plástico</b>	Clasificación	E-111	D-4318	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en su estado plástico.
<b>Material que pasa Tamiz 75 Malla N° 200</b>	Clasificación	E-202	C-117	Determinar la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200, tales como arcillas, agregados muy finos y materiales solubles en el agua.
<b>Peso Unitario</b>	Calidad de Agregados	E-203	C-29	Determinar el peso unitario suelto o compacto y el porcentaje de vacío de los agregados.
<b>Equivalente de Arena</b>	Calidad de Agregados	E-114	D-2419	Determinar la porción relativa del contenido de polvo fino nocivo en los agregados.
<b>Durabilidad</b>	Calidad de Agregados	E-209	C-88	Determinar la resistencia a la desintegración de los agregados sometidos a la acción de los agentes atmosféricos.
<b>Abrasión de los Ángeles</b>	Calidad de Agregados	E-207	C-131 / C-535	Determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o saturados de tamaño menores de 1 ½"
<b>Peso Específico y Absorción – Agregado Grueso</b>	Calidad de Agregados	E-206	C-127	Determinar los pesos específicos aparente y nominal de agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm
<b>Peso Específico y Absorción – Agregado Fino</b>	Calidad de Agregados	E-205	C-128	Determinar el peso específico aparente y real a 23°C de los agregados con tamaño inferior a 4.75 mm
<b>Compactación Proctor Modificado</b>	Diseño de Espesores	E-115	D-1557	Determinar la Máxima Densidad Seca y el Contenido de Humedad Óptimo.
<b>Valor Relativo de Soporte (CBR)</b>	Diseño de Espesores	E-132	D-1883	Determinar la capacidad de carga. Permite inferir el módulo resiliente.
<b>Adherencia del Bitumen – Agregado</b>	Calidad de Agregados	E-519	D-2489	Determina el grado de cubrimiento de las partículas del agregado en una mezcla bituminosa.
<b>Adhesividad de los Áridos Finos (Riedel Weber)</b>	Calidad de Agregados	E-220	-	Determinar la adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos, arenas naturales
<b>Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles</b>	Calidad de Agregados	E-219	-	Describe el procedimiento que debe seguirse para determinar el contenido de sales en agregados.
<b>Contenido de Impurezas Orgánicas</b>	Calidad de Agregados	E-213	C-40	Determinar la presencia y el contenido de materia orgánica en el agregado fino.
<b>Contenido de Cloruros</b>	Calidad de Agregados	-	339.177	Determinar la presencia y el contenido de materia orgánica en el agregado fino
<b>Contenido de Sulfatos</b>	Calidad de Agregados	-	339.178	Determinar la presencia y el contenido de materia orgánica en el agregado fino.
<b>Determinación del Potencial de Hidrógeno PH</b>	Calidad de Agregados	E-129	339.176	Determinar el potencial de hidrógeno en una muestra de suelos
<b>Partículas Livianas en el agregado</b>	Calidad de Agregados	E-211	C-123	Determinar la presencia de partículas livianas en el agregado mediante separación por suspensión
<b>Terrones de Arcilla y Partículas Desmenuzables</b>	Calidad de Agregados	E-212	C-142	Determinar en forma aproximada la presencia terrones de arcilla y partículas desmenuzables.
<b>Porcentaje de Partículas fracturadas en el agregado grueso</b>	Calidad de Agregados	E-210	D-5821	Determinar el porcentaje en masa o cantidad de una muestra de agregado grueso que contiene partículas fracturadas.

<b>Partículas Chatas y Alargadas</b>	Calidad de Agregados	E-223	D-4791	Determinar los porcentajes de partículas chatas y alargadas en el agregado grueso.
--------------------------------------	----------------------	-------	--------	--

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) – Manual de ensayo de materiales

Las canteras cumplen un rol muy importante en el diseño estructural del pavimento, es por ello por lo que se tienen que hacer los ensayos de laboratorio necesario para obtener las propiedades físicas y mecánicas con la que se cuenta, a continuación, el siguiente cuadro detalla el resumen de los ensayos de laboratorio.

Tabla 5.  
Resultados de Ensayos Estándar de canteras para material granular en estado natural

Cantera	Abrasión (%)	% que pasa			W (%)	Límites < N° 40			Clasificación	
		Grava > N° 4	Arena < N° 4	Finos < 200		LL	LP	IP	SUCS	AASHTO
<b>CANTERA DE CERRO KM 0+000</b>	26.9	45.2	47.1	7.8	15.3	NP	NP	NP	SP, GP, SP, SM	A-1-a(0), A-1-b(0)
<b>CANTERA RIO ORCCOMA</b>	22.9	38.2	48.1	13.7	4.1	NP	NP	NP	GM, SM, SP - SM, SP, SW - SM	A-1-b(0)
<b>CANTERA DE CERRO KM 14+233</b>	28.7	61.6	19.7	18.8	23.9	NP	NP	NP	GM, GP - GM	A-1-b(0), A-1-a(0)

Fuente: Laboratorio INGEPAV INGENIEROS SAC – Enero 2020

Tabla 6.  
Resultados de Ensayos Especiales de canteras para material granular en estado natural

Cantera	Proctor Natural		CBR Natural		Abrasión	Equivalente de Arena	Durabilidad	
	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS			Agregado Grueso	Agregado Fino
<b>CANTERA DE CERRO KM 0+000</b>	2.016	10.3	38.4	47.8	26.9	85.7	3.0	3.8
<b>CANTERA RIO ORCCOMA</b>	1.919	9.9	32.1	38.9	22.9	40.0	5.3	3.0
<b>CANTERA DE CERRO KM 14+233</b>	2.080	8.7	49.8	62.9	28.7	10.3	3.4	9.7

Fuente: Laboratorio INGEPAV INGENIEROS SAC – Enero 2020.

### **5.1.3. Descripción de canteras**

#### **Cantera – Cerro KM 0+000**

Se ubica en el tramo 39 CU-1885, en el Km 0+000 de la vía proyectada (Lado Derecho) cercano al centro poblado Buena Vista, distrito de Santo Tomas, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco.

Es accesible desde el Km 0+000 tramo 39 de la vía proyectada (Lado Derecho), el acceso total es de 4.974 km conformado por una trocha carrozable de 4.974 Km la cual se encuentra en regular estado de conservación. Dicha trocha de acceso pertenece a la Municipalidad Distrital de Santo Tomas.

Se encuentra compuesto de Arena Limosa (SM), Grava pobremente gradada con arena (GP), Arena pobremente gradada (SP), no plástico, de compacidad suelta a media, color marrón, con presencia de gravas de forma sub angulosa textura rugosa y dureza alta. Presenta resistencia al desgaste promedio por abrasión de 27% y un CBR Promedio de 48% (0.1" al 100%).

Los usos de la cantera han sido verificados y validados considerando las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013). En este sentido se presentan cuadros resúmenes de verificación para cada uno de los usos del proyecto.

Tabla 7.

Evaluación de material para terraplenes, cantera – Cerro Km 0+000

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA DE CERRO KM 0+000			
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC NTP	Requerimiento <3000 msnm >3000 msnm	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento
Especificaciones técnicas generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422	MTC E 204	--	Ensayo de Granulom.	--	--
		ASTM D 2487	NTP 339.128				
	Clasificación SUCS	ASTM D 2487	NTP 339.134	--	SP / GP / SM /	--	--
		ASTM D 3282	NTP 339.135	A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-6, y A-3	A-1-a (0) / A-1-b (0)	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Contenido de Humedad (%)	ASTM D 2216	MTC E 108	--	19.6	--	--
		ASTM D 4318	MTC E110/111	11% máx.	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D 1557	MTC E 115	--	MDS=2.016gr/cc	--	--
		ASTM C 131	NTP 339.141	60 % máx.	OCH=10.3 %		
	Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%)	ASTM C 535	MTC E 207		26.91	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
			NTP 400.019				
		NTP 400.020					

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020.

Tabla 8.

Evaluación de material para Afirmados, cantera – Cerro Km 0+000

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA DE CERRO KM 0+000			
Normativa	Ensayos	NORMA MTC	Requerimiento <3000 msnm >3000 msnm	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento	
Especificaciones técnicas generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	MTC E 204	"A-1", "A-2", "C", "D", "E" y "F"	Ensayo de Granulom.	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>	
		MTC E 207	50 % máx.	26.91	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Máquina de Los Ángeles (%)	MTC E 110	35 % máx.	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
		MTC E 111	4 - 9 %	0.0	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	
	Líquido (%)	MTC E 132	40 % min.	47.84	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Índice de Plasticidad (%)						
CBR 100%, CARGA 0.1" (%)							

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020.

Tabla 9.

## Evaluación de material para Sub Base – Granular, cantera – Cerro Km 0+000

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA DE CERRO KM 0+000				
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC	Requerimiento	Resultado	Observación	Tratamiento	
		M	NTP	<3000 msnm >3000 msnm	Promedio			
Especificaciones técnicas generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422	MTC E 204	Gradación	Ensayo de Granulom.	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>	
		ASTM D 2487	NTP 339.128	A, B, C, D				
	Clasificación SUCS	ASTM D 2487	NTP 339.134	---	SP / GP / SM /	---	---	
	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	NTP 339.135	A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-6, y A-3	A-1-a (0) / A-1-b (0)	---	---	
	Contenido de Humedad (%)	ASTM D 2216	MTC E 108	---	19.6	---	--	
	Limite Líquido (%) (Ag. Natural)	ASTM D N.P. 4318	MTC E 212	25 máx.	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Proctor Modificado	ASTM D 1557	MTC E 115	---	MDS=2.016gr/c OCH=10.3 %	---	--	
	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D 4318	MTC E 110/111	(<3000m): <=6% (>3000m): <=4%	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	CBR 100%, Carga 0.1" (%)	ASTM D 1883	MTC E 132	40% min.	47.84	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Equivalente de Arena (%)	ASTM D 2419	MTC E 114	>=25% min. >=35% min.	85.67	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%)	ASTM C 131 ASTM C 535	MTC E 207	50 % máx.	26.91	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Partículas Chatas y Alargadas (%)	ASTM D 4791	MTC E 221	20 % máx.	2.8	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Sales Solubles (%)	LNY-8 (Chile)	MTC E 219	1 % máx.	0.05	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
				339.152				

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020.

Tabla 10.

Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Grueso) - cantera – Cerro Km 0+000

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA DE CERRO KM 0+000			
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC NTP	Requerimiento <3000 msnm >3000 msnm	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento
Especificaciones técnicas generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422	MTC E 204	Gradación	Ensayo de Granulom.	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>
		ASTM D 2487	NTP 339.128	A, B, C, D			
	Clasificación SUCS	ASTM D 2487	NTP 339.134	---	SP / GP / SM /	--	--
	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	NTP 339.135	---	A-1-a (0) / A-1-b (0)	--	--
	Contenido de Humedad (%)	ASTM D 2216	MTC E 108	---	19.6	--	--
	CBR 100%, Carga 0.1" (%) (Ag. Natural)	ASTM D 1883	MTC E 132	80% min. (Traf. Lig. y Medio)	47.84	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
			NTP 339.145	100% min. (Traf. Pesado)			
	Proctor Modificado (Ag. Natural)	ASTM D 1557	MTC E 115	---	MDS=2.016gr/cc OCH=10.3 %	---	--
	Inalterabilidad o Durabilidad con Sulfato de Magnesio (%)	ASTM C 88	MTC E 209	-.% máx. (<3000 msnm)	2.97	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
			NTP 400.016	18% máx. (≥3000 msnm)			
	Abrasión los Ángeles (%)	ASTM C 131	MTC E 207	40 % máx.	26.91	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
		ASTM C 535	NTP 400.019				
	Partículas con Una Cara Fracturada (%) (Ag. Natural)	ASTM D 5821	MTC E 210	80 % min.	100.00	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Partículas con Dos Caras Fracturadas (%) (Ag. Natural)	ASTM D 5821	MTC E 210	40% min. (<3000 msnm)	100.00	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
			50% min. (≥3000 msnm)				
Partículas Chatas y Alargadas (%) (Ag. Natural)	ASTM D 4791	MTC E 221	15 % máx.	2.83	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
		NTP 400.040					
Sales Solubles (%)	LNy-8 (Chile)	MTC E 219	0.50% máx.	0.08	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
		NTP 339.152					

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

Tabla 11.

Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Fino) - cantera – Cerro Km 0+000

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA DE CERRO KM 0+000			
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC NTP	Requerimiento <3000 msnm >3000 msnm	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento
Especificaciones técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422	MTC E 204	Gradación	Ensayo de	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>
		ASTM D 2487	NTP 339.128	A, B, C, D	Granulom.		
	Índice de Plasticidad (%) (Ag. Natural)	ASTM D 4318	MTC E110/111	4% máx. (<3000 msnm)	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
			NTP 339.129	2% máx. (≥3000 msnm)			
	Inalterabilidad o Durabilidad con Sulfato de Magnesio (%)	ASTM C 88	MTC E 209	-.% máx. (<3000 msnm)	3.77	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
			NTP 400.016	15% máx. (≥3000 msnm)			
Equivalente de Arena (%) (Ag. Natural)	ASTM D 2419	MTC E 114	35 % min.	85.67	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
		NTP 339.146	45 % min.				
Sales Solubles (%)	LNY-8 (Chile)	MTC E 219 NTP 339.152	0.50% máx.	0.05	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020.

Tabla 12.

Evaluación de material para Suelo Estabilizado con Aditivo Químico cantera – Cerro Km 0+000

Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA DE CERRO KM 0+000			
Normativa	Ensayos	NORMA ASTM	NORMA MTC NTP	Requerimiento <3000 msnm >3000 msnm	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento
Especificaciones Técnicas Generales Para La Construcción De Carreteras (EG 2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D N.P. 422	MTC E 204	--	Ensayo de Granulom.	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>
	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	NTP 339.135	A-1,A-2,A-3,A-4 A-5,A-6,A-7	A-1-a (0) / A-1-b (0)	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%)	ASTM C N.P. 131	MTC N.P. 207	50 % máx.	26.91	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Durabilidad con Agregado fino	ASTM C88	MTC E 209	15% máx.	4	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>

Sulfato de magnesio (%)	Agregado grueso	ASTM C88	MTC N.P. 209	18% máx.	3	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
Contenido de Sulfatos (ion SO4=)	Suelo Estab. con Químicos (%) (S-Q)	--	NTP 339.178	0.2 % máx.	0.13	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020.

Tabla 13.  
Evaluación de material para Suelo Estabilizado con emulsión asfáltica cantera – Cerro Km 0+000

Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras		CANTERA DE CERRO KM 0+000						
Normativa	Ensayos	(EGN.P.2013)		Requerimiento	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento	
		NORMA ASTM	NORMA MTC NTP					
Especificaciones Técnicas Generales Para La Construcción De Carreteras (EG 2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D N.P. 422	MTC E 204	--	Ensayo de Granulometría 7.9	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>	
	Material que Pasa la Malla N°200 (%)	ASTM C 117	MTC E 202	10 % máx.		<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Índice de Plasticidad (%) suelo Estab. con Emulsión (S-E)	ASTM D N.P. 4318	MTC E 111	9 % máx.	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%)	ASTM C N.P. 131	MTC N.P. 207	50 % máx.	26.91	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Durabilidad con Sulfato de magnesio (%)	ASTM C88	MTC E 209	15% máx.	4	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Contenido de Sulfatos (ion SO4=)	Agregado grueso	ASTM C88	MTC N.P. 209	18% máx.	3	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Emulsión (S-E)	Estab. con Emulsión (ppm) (S-E)	--	NTP 339.178	6000 ppm máx.	1280	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Materia Orgánica por ignición (%)	--	MTC E 118	1 % máx.	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020.

Teniendo en cuenta los cuadros de la granulometría global y la evaluación del material por cada uso, se tiene el siguiente cuadro:



Tabla 14.

Uso y tratamiento de cantera – Cerro Km 0+000

CUADRO DE LOS USOS Y TRATAMIENTOS DE MATERIAL DE LA CANTERA - CERRO KM 0+000			
UTILIZACIÓN	PROCESAMIENTO		RENDIMIENTO
	DESCRIPCION	COD.	
SUELO GRANULAR ESTABILIZADO CON EMULSIÓN	ZARANDEO	Z	96%
SUELO GRANULAR ESTABILIZADO CON ADITIVO QUIMICO	ZARANDEO	Z	96%
TERRAPLÉN	ZARANDEO	Z	100%
MEJORAMIENTO DE SUELO	ZARANDEO	Z	96%
RELLENO ESTRUCTURAL	ZARANDEO Y LAVADO	Z, L	100%
CAMA DE ARENA	ZARANDEO Y LAVADO	Z, L	55%

Fuente: Consorcio Corredores Viales– Enero

### Cantera – Río Orccoma

Se ubica en el tramo 39 CU 1885, en el Km 1+385 de la vía proyectada (Lado Derecho) cercano al centro poblado Buena Vista, distrito de Santo Tomas, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco.

Es accesible desde el Km 1+385 tramo 39 de la vía proyectada (Lado Derecho), el acceso total es de 0.656 km conformado por una trocha carrozable de 0.656 Km la cual se encuentra en regular estado de conservación. Dicha trocha de acceso pertenece a la Municipalidad Distrital de Santo Tomas.

Los usos de la cantera han sido verificados y validados considerando las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013). En este sentido se presentan cuadros resúmenes de verificación para cada uno de los usos del proyecto.

Tabla 15.

Evaluación de material para Sub Base – Granular - cantera Río Orccoma

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA RIO ORCCOMA			
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC	Requerimiento	Resultado	Observación	Tratamiento
a		M	NTP	<3000 msnm >3000 msnm	Promedio		
Especificaciones técnicas generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422	MTC E 204	Gradación	Ensayo de Granulometría	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>
		ASTM D 2487	NTP 339.128	A, B, C, D			
	Clasificación SUCS	ASTM D 2487	NTP 339.134	---	GM / SP - SM	---	---
	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	NTP 339.135	A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-6, y A-3	A-1-b (0)	---	---
	Contenido de Humedad (%)	ASTM D 2216	MTC E 108	---	4.5	---	--
			NTP 339.127				
	Limite Liquido (%) (Ag. Natural)	ASTM D N.P. 4318	MTC E 212	25 máx.	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Proctor Modificado	ASTM D 1557	MTC E 115	---	MDS=1.919gr/cc OCH=9.9 %	---	--
			NTP 339.141				
	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D 4318	MTC E110/111	(<3000m): <=6%	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
			NTP 339.129	(>3000m): <=4%			
	CBR 100%, Carga 0.1" (%)	ASTM D 1883	MTC E 132	40% mín.	38.92	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
			NTP 339.145				
	Equivalente de Arena (%)	ASTM D 2419	MTC E 114	>=25% mín. >=35% mín.	40.00	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
			NTP 339.146				
	Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%)	ASTM C 131	MTC E 207	50 % máx.	22.92	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	ASTM C 535	NTP 400.019					
		NTP 400.020					
Partículas Chatas y Alargadas (%)	ASTM D 4791	MTC E 221	20 % máx.	9.8	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
		NTP 400.040					
Sales Solubles (%)	LN Y-8 (Chile)	MTC E 219	1 % máx.	0.05	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
		NTP 339.152					

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

Tabla 16.

Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Grueso) - cantera Río Orccoma

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA RIO ORCCOMA				
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC NTP	Requerimiento <3000 msnm >3000 msnm	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento	
Especificaciones técnicas generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422	MTC E 204	Gradación	Ensayo de Granulom.	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>	
	Clasificación SUCS	ASTM D 2487	NTP 339.128	---	GM / SP - SM	--	--	
	Clasificación AASHTO	ASTM D 2487	NTP 339.134	---	A-1-b (0)	--	--	
	Contenido de Humedad (%)	ASTM D 2216	MTC E 108	---	4.5	--	--	
	CBR 100%, Carga 0.1" (%) (Ag. Natural)	ASTM D 1883	MTC E 132	80% min. (Traf. Lig. y Medio)	38.92	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	
	Proctor Modificado (Ag. Natural)	ASTM D 1557	MTC E 115	---	MDS=1.919gr/cc	---	--	
	Inalterabilidad o Durabilidad con Sulfato de Magnesio (%)	ASTM C 88	MTC E 209	100% min. (Traf. Pesado)	OCH=9.9 %	5.25	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Abrasión los Angeles (%)	ASTM C 131	MTC E 207	40 % máx. (<3000 msnm)	22.92	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Partículas con Una Cara Fracturada (%) (Ag. Natural)	ASTM D 5821	MTC E 210	18% máx. (≥3000 msnm)	90.64	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Partículas con Dos Caras Fracturadas (%) (Ag. Natural)	ASTM D 5821	MTC E 210	80 % min.	81.98	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Partículas Chatas y Alargadas (%) (Ag. Natural)	ASTM D 4791	MTC E 221	40% min. (<3000 msnm)	9.79	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
	Sales Solubles (%)	LNy-8 (Chile)	MTC E 219	50% min. (≥3000 msnm)	0.04	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
				15 % máx.				

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

Tabla 17.

Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Fino) - cantera Río Orccoma

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)			CANTERA RIO ORCCOMA				
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC NTP	Requerimiento <3000 msnm >3000 msnm	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento
Especificaciones técnicas generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422	MTC E 204	Gradación	Ensayo de	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>
		ASTM D 2487	NTP 339.128	A, B, C, D	Granulom.		
	Índice de Plasticidad (%) (Ag. Natural)	ASTM D 4318	MTC E110/111	4% máx. (<3000 msnm)	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
			NTP 339.129	2% máx. (≥3000 msnm)			
	Inalterabilidad o Durabilidad con Sulfato de Magnesio (%)	ASTM C 88	MTC E 209	-.-% máx. (<3000 msnm)	3.02	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
			NTP 400.016	15% máx. (≥3000 msnm)			
	Equivalente de Arena (%) (Ag. Natural)	ASTM D 2419	MTC E 114	35 % min.	40.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
		NTP 339.146	45 % min.				
Sales Solubles (%)	LN Y-8 (Chile)	MTC E 219 NTP 339.152	0.50% máx.	0.05	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

Se encuentra compuesto de Grava Limosa (GM) Arena pobremente gradada con limos (SP-SM), no plástico, de compactación media a densa, color marrón con presencia de gravas de forma sub angular textura lisa a semirugosa y dureza alta. Presenta resistencia al desgaste promedio por abrasión DE 23% y CBR de 39% (0.1" al 100%).

Tabla 18.

Evaluación de material para Suelo Estabilizado con Aditivo Químico cantera Río Orccoma

Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)					CANTERA RIO ORCCOMA		
Normativa	Ensayos	NORMA	NORMA	Requerimiento	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento
		ASTM	MTC NTP				
Especificaciones Técnicas Generales Para La Construcción De Carreteras (EG 2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D N.P. 422	MTC E 204	--	Ensayo de Granulom.	NO CUMPLE	ZARANDEAR
	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	NTP 339.135	A-1,A-2,A-3,A-4 A-5,A-6,A-7	A-1-b (0)	CUMPLE	OK
	Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%)	ASTM C N.P. 131	MTC N.P. 207	50 % máx.	22.92	CUMPLE	OK
	Durabilidad con Sulfato de magnesio (%)	ASTM C88	MTC E 209	15% máx.	3	CUMPLE	OK
	Agrega do fino	ASTM C88	MTC N.P. 209	18% máx.	5	CUMPLE	OK
	Agrega do grueso	--	NTP 339.178	0.2 % máx.	0.14	CUMPLE	OK
	Contenido de Sulfatos (ion SO4=)	Suelo Estab. con Químicos (%) (S-Q)	--	NTP 339.178	0.2 % máx.	0.14	CUMPLE

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

Teniendo en cuenta los cuadros de la granulometría global y la evaluación del material por cada uso, se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 19.

Uso y tratamiento de la cantera Río Orccoma

CUADRO DE LOS USOS Y TRATAMIENTOS DE MATERIAL DE LA CANTERA RIO ORCCOMA			
UTILIZACION	PROCESAMIENTO		RENDIMIENTO
	DESCRIPCION	COD.	
SUELO GRANULAR ESTABILIZADO CON ADITIVO QUIMICO	ZARANDEO	Z	85%

Fuente: Consorcio Corredores Viales– Enero 2020

### Cantera – Cerro KM 14+233

Se ubica en el tramo 39 CU 1885, en el Km 14+233 de la vía proyectada (Lado Izquierdo) cercano al centro poblado Hancoyo, distrito de Santo Tomas, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco.

Es accesible desde el Km 14+233 tramo 39 de la vía proyectada (Lado Izquierdo), el acceso total es de 6.382 km conformado por una trocha carrozable de 6.382 Km la cual se encuentra en regular estado de conservación. Dicha trocha de acceso pertenece a la Municipalidad Distrital de Santo Tomas.

Los usos de la cantera han sido verificados y validados considerando las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013). En este sentido se presentan cuadros resúmenes de verificación para cada uno de los usos del proyecto.

Tabla 20.

Evaluación de material para Sub Base – Granular, cantera – Cerro Km 14+233

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA DE CERRO KM 14+233			
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC	Requerimiento	Resultado	Observación	Tratamiento
		M	NTP	<3000 msnm >3000 msnm	Promedio		
Especificaciones técnicas generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422	MTC E 204	Gradación	Ensayo de Granulom.	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>
		ASTM D 2487	NTP 339.128	A, B, C, D			
	Clasificación SUCS	ASTM D 2487	NTP 339.134	---	GM / GP - GM	---	---
	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	NTP 339.135	A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-6, y A-3	A-1-b (0) / A-1-a (0)	---	---
	Contenido de Humedad (%)	ASTM D 2216	MTC E 108	---	19.1	---	--
			NTP 339.127				
	Limite Liquido (%) (Ag. Natural)	ASTM D N.P. 4318	MTC E 212	25 máx.	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Proctor Modificado	ASTM D 1557	MTC E 115	---	MDS=2.080gr/c OCH=8.7 %	---	--
			NTP 339.141				
	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D 4318	MTC E110/11	(<3000m): <=6% (>3000m): <=4%	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
		NTP 339.129					

CBR 100%, Carga 0.1" (%)	ASTM D 1883	MTC E 132 NTP 339.145	40% min.	62.90	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
Equivalente de Arena (%)	ASTM D 2419	MTC E 114 NTP 339.146	>=25% min. >=35% min.	10.33	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%)	ASTM C 131 ASTM C 535	MTC E 207 NTP 400.019 NTP 400.020	50 % máx.	28.74	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
Partículas Chatas y Alargadas (%)	ASTM D 4791	MTC E 221 NTP 400.040	20 % máx.	8.8	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
Sales Solubles (%)	LNY- 8 (Chile )	MTC E 219 NTP 339.152	1 % máx.	0.06	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

Tabla 21.  
Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Grueso) - cantera – Cerro Km 14+233

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA DE CERRO KM 14+233			
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC NTP	Requerimiento <3000 msnm >3000 msnm	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento
Especificaciones técnicas generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422 ASTM D 2487	MTC E 204 NTP 339.128	Gradación A, B, C, D	Ensayo de Granulom.	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>
	Clasificación SUCS	ASTM D 2487	NTP 339.134	---	GM / GP - GM	--	--
	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	NTP 339.135	---	A-1-b (0) / A-1-a (0)	--	--
	Contenido de Humedad (%)	ASTM D 2216	MTC E 108 NTP 339.127	---	19.1	--	--
	CBR 100%, Carga 0.1" (%) (Ag. Natural)	ASTM D 1883	MTC E 132 NTP 339.145	80% min. (Traf. Lig. y Medio) 100% min. (Traf. Pesado)	62.90	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
	Proctor Modificado (Ag. Natural)	ASTM D 1557	MTC E 115 NTP 339.141	---	MDS=2.080gr/cc OCH=8.7 %	---	--
	Inalterabilidad o Durabilidad con Sulfato de Magnesio (%)	ASTM C 88	MTC E 209 NTP 400.016	-.% máx. (<3000 msnm) 18% máx. (≥3000 msnm)	3.39	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Abrasión los Ángeles (%)	ASTM C 131	MTC E 207	40 % máx.	28.74	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>

	ASTM C 535	NTP 400.019					
		NTP 400.020					
Partículas con Una Cara Fracturada (%)	ASTM D 5821	MTC E 210	80 % min.	100.00	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
(Ag. Natural)							
Partículas con Dos Caras Fracturadas (%)	ASTM D 5821	MTC E 210	40% min. (<3000 msnm)	100.00	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
(Ag. Natural)			50% min. (≥3000 msnm)				
Partículas Chatas y Alargadas (%) (Ag. Natural)	ASTM D 4791	MTC E 221	15 % máx.	8.81	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
Sales Solubles (%)	LN Y-8 (Chile)	NTP 400.040 MTC E 219 NTP 339.152	0.50% máx.	0.07	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

Se encuentra compuesto de Grava Limosa (GM), Grava pobremente gradada con arena y limos (GP-GM), no plástico, de compacidad media a densa, color marrón, con presencia de gravas de forma sub angulosa textura rugosa y dureza alta. Presenta resistencia al desgaste promedio por abrasión de 29% y un CBR Promedio de 63% (0.1" al 100%).

Tabla 22.  
Evaluación de material para Base Granular – (Agregado Fino) - cantera – Cerro Km 14+233

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)				CANTERA DE CERRO KM 14+233				
Normativa	Ensayos	ASTM	MTC NTP	Requerimiento	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento	
				<3000 msnm >3000 msnm				
Especificaciones técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)	Análisis Granulométrico	ASTM D 422	MTC E 204	Gradación	Ensayo de	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>	
		ASTM D 2487	NTP 339.128	A, B, C, D	Granulom.			
	Índice de Plasticidad (%) (Ag. Natural)	ASTM D 4318		MTC E110/111	4% máx. (<3000 msnm)	0.0	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
				NTP 339.129	2% máx. (≥3000 msnm)			
Inalterabilidad o Durabilidad con Sulfato de Magnesio (%)	ASTM C 88		MTC E 209	-.-% máx. (<3000 msnm)	9.73	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	
			NTP 400.016	15% máx. (≥3000 msnm)				
		ASTM D 2419	MTC E 114	35 % min.	10.33	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	



Equivalente de Arena (%) (Ag. Natural)		NTP 339.146	45 % min.				
Sales Solubles (%)	LN Y-8 (Chile)	MTC E 219 NTP 339.152	0.50% máx.	0.06	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>	

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

Tabla 23.

Evaluación de material para Suelo Estabilizado con Aditivo Químico cantera – Cerro Km 14+233

Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras (EGN.P.2013)					CANTERA DE CERRO KM 14+233		
Normativa	Ensayos	NORMA ASTM	NORMA MTC	Requerimiento	Resultado Promedio	Observación	Tratamiento
			NTP	<3000 msnm >3000 msnm			
Especificaciones Técnicas Generales Para La Construcción De Carreteras (EG 2013)	Análisis	ASTM D N.P. 422	MTC E 204	--	Ensayo de Granulom.	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ZARANDEAR</b>
	Granulométrico						
	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	NTP 339.135	A-1,A-2,A-3,A-4 A-5,A-6,A-7	A-1-b (0) / A-1-a (0)	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Desgaste en la máquina de Los Angeles (%)	ASTM C N.P. 131	MTC N.P. 207	50 % máx.	28.74	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Durabilidad con Agregado fino	ASTM C88	MTC E 209	15% máx.	10	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Sulfato de magnesio grueso (%)	ASTM C88	MTC N.P. 209	18% máx.	3	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Contenido de Sulfatos (ion SO4=)	--	NTP 339.178	0.2 % máx.	0.12	<b>CUMPLE</b>	<b>OK</b>
	Suelo Estab. con Químicos (%) (S-Q)						

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

Teniendo en cuenta los cuadros de la granulometría global y la evaluación del material por cada uso, se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 24.

Uso y tratamiento de cantera – Cerro Km 14+233

UTILIZACION	CUADRO DE LOS USOS Y TRATAMIENTOS DE MATERIAL DE LA CANTERA - CERRO KM 14+233		
	PROCESAMIENTO		RENDIMIENTO
	DESCRIPCION	COD.	
<b>SUELO GRANULAR ESTABILIZADO CON ADITIVO QUIMICO</b>	ZARANDEO	Z	86%

Fuente: Consorcio Corredores Viales – Enero 2020

## 5.2 Estudio de suelos en la vía actual

### 5.2.1 Trabajos de campo

Comprende la investigación de campo a lo largo de la vía, mediante la ejecución de calicatas con una profundidad mínima de 1.5 m, con una separación entre ellas de 2.5 km a lo largo del eje del corredor vial.

### 5.2.2 Ubicación y ejecución de las calicatas

Las calicatas fueron extraídas en sentidos alternados (derecha, izquierda) y fueron identificadas a través de carteles con códigos alfanuméricos.

En la tabla siguiente se precisa las calicatas, indicando el número de muestras, profundidad, presencia de estratos de roca, coordenadas de ubicación, nivel freático, y sentido de extracción.

Tabla 25.  
Ubicación de calicatas

Coordenadas		Prog (km)	Lado	Calicata	Muestra	Prof. (m)
Norte	Este					
8396065	813416	0+533	DERECHO	C1C	M1	0.00 - 0.30
					M2	0.30 - 0.60
					M3	0.60 - 1.50
8394276	813878	2+524	IZQUIERDO	C2C	M1	0.00 - 0.30
					M2	0.30 - 0.60
					M3	0.60 - 1.50
8391952	814572	5+356	DERECHO	C3C	M1	0.00 - 0.20
					M2	0.20 - 0.60
					M3	0.60 - 1.50
8390316	815022	7+863	IZQUIERDO	C4C	M1	0.00 - 0.20
					M2	0.20 - 0.70
					M3	0.70 - 1.50
8389802	815600	10+720	DERECHO	C5C	M1	0.00 - 0.30
					M2	0.30 - 0.70
					M3	0.70 - 1.50
8388718	816753	12+350	IZQUIERDO	C6C	M1	0.00 - 0.20
					M2	0.20 - 0.50
					M3	0.50 - 0.80

Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.3 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizaron por cada variación estratigráfica de acuerdo con lo establecido en los TDR y en conformidad al Manual de Ensayos de Materiales (RD N° 18-2016-MTC/14,(03.06.2016)). Asimismo, permitieron determinar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos y mecánicos de las muestras disturbadas provenientes de cada una de las exploraciones. Los procedimientos a seguir para realizar cada ensayo, se los tomó directamente como los estipula las normas ASTM D y el Manual de Ensayos de Laboratorio del MTC. A continuación, se presenta un resumen de los ensayos realizados:

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>
Contenido de humedad del suelo	MTC E-108, (ASTM D-2216)
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)
Proctor Modificado	MTC E-115, (ASTM D-1557)
CBR	MTC E-132, (ASTM D-1883)
Clasificación de SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	ASTM D-3282

En el siguiente cuadro se presentan los diferentes ensayos describiendo el nombre, uso, método de clasificación utilizada y el propósito del ensayo.

Tabla 26.  
Ensayos de mecánica de suelos ejecutadas en el proyecto

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	MÉTODO MTC	ENSAYO ASTM	PROPÓSITO DEL ENSAYO
<b>Análisis granulométrico por tamizado</b>	Clasificación	E - 107	D 422	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo
<b>Contenido de humedad</b>	Clasificación	E - 108	D 2216	Determinar el contenido de humedad del suelo
<b>Límites de Atterberg</b>	Clasificación	E - 110 y E - 111	D 4318	Hallar el contenido de agua entre los estados líquido y plástico
<b>Índice Plástico</b>	Clasificación	-	D 4318	Hallar el rango del contenido de agua por encima del cual el suelo está en un estado plástico
<b>Compactación Proctor modificado</b>	Diseño de espesores	E - 115	D 1557	Determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario de los suelos (curva de compactación)
<b>CBR</b>	Diseño de espesores	E - 132	D 1883	Determinar la capacidad de carga. Permite inferir el módulo resiliente.

Fuente: Consorcio Corredores Viales.

Los ensayos de propiedades físicas están orientadas a caracterizar el suelo, de acuerdo con los límites de Atterberg, contenido de humedad y distribución granulométrica. Mientras que a través de los ensayos de Proctor Modificado y CBR busca estimar las propiedades mecánicas del suelo de fundación.

## 5.2.4 Resultados de las propiedades físicas

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las propiedades físicas por muestra de cada calicata evaluada; por cada muestra se determinó su distribución granulométrica, límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico), humedad natural y también se incluyó su clasificación SUCS y AASHTO.

Tabla 27.  
Resumen de las propiedades físicas

PRO GR. (Km)	EXC. / CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CLASIFICACIÓN		GRANULOMETRÍA		LÍMITES < Malla N° 40			HUMEDAD (%)
				SUCS	AASHTO	N° 4	N° 200	LL	LP	IP	
0+53 3	C-01C	M-01	0.00 - 0.30	GM	A-1-b(0)	57.70	18.90	N.P.	N.P.	N.P.	0.9
		M-02	0.30 - 0.60	SM	A-1-b(0)	62.60	20.00	N.P.	N.P.	N.P.	3.3
		M-03	0.60 - 1.50	SM	A-4(0)	83.00	36.30	30.00	23.00	7.00	10.7
2+52 4	C-02C	M-01	0.00 - 0.30	SM	A-1-b(0)	70.30	17.70	N.P.	N.P.	N.P.	7.7
		M-02	0.30 - 0.60	GC	A-2-4(0)	51.70	16.80	27.00	19.00	8.00	6.2
		M-03	0.60 - 1.50	CL	A-6(5)	93.80	54.90	36.00	23.00	13.00	13.6
5+35 6	C-03C	M-01	0.00 - 0.20	GP	A-1-a(0)	1.30	0.30	N.P.	N.P.	N.P.	4.5
		M-02	0.20 - 0.60	SM	A-4(0)	86.80	38.40	N.P.	N.P.	N.P.	25.1
		M-03	0.60 - 1.50	SC	A-2-6(0)	87.70	26.20	32.00	19.00	13.00	12.1
7+86 3	C-04C	M-01	0.00 - 0.20	SC - SM	A-1-a(0)	57.60	14.60	23.00	19.00	4.00	3.9
		M-02	0.20 - 0.70	SM	A-1-b(0)	75.70	17.90	N.P.	N.P.	N.P.	5
		SM	BOLONERIA	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
10+7 20	C-05C	M-01	0.00 - 0.30	SM	A-1-b(0)	68.10	21.60	N.P.	N.P.	N.P.	4.7
		M-02	0.30 - 0.70	SM	A-1-b(0)	67.40	13.30	N.P.	N.P.	N.P.	10.6
		M-03	0.70 - 1.50	SM	A-1-b(0)	66.30	12.80	N.P.	N.P.	N.P.	14.1
13+3 50	C-06C	M-01	0.00 - 0.20	SM	A-1-b(0)	71.10	19.60	N.P.	N.P.	N.P.	6.4
		M-02	0.20 - 0.50	SM	A-1-b(0)	68.90	13.50	N.P.	N.P.	N.P.	12.3
		M-03	0.50 - 0.80	SM	A-2-4(0)	68.70	26.50	N.P.	N.P.	N.P.	12
		SM	ROCA	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.5 Resultados de las propiedades mecánicas

Los ensayos que permiten definir las propiedades mecánicas del suelo frente a sollicitaciones mecánicas, determinando su condición de resistencia, en nuestro caso para el diseño de espesores de pavimentos son: el CBR, las densidades naturales y el ensayo de Densidad – Humedad (Proctor).

En el cuadro siguiente se presentan características mecánicas de los suelos provenientes del ensayo de Proctor y con estos valores se ha calculado la capacidad de soporte que permitirá el diseño de la estructura de pavimento.

Tabla 28.  
Resumen de las propiedades mecánicas.

PROGR. (Km)	EXC. / CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CLASIFICACIÓN		PROCTOR		CBR al 0.1"	
				SUCS	AASHTO	MDS	OCH	95% MDS	100% MDS
0+533	C-01C	M-01	0.00 - 0.30	GM	A-1-b(0)				
		M-02	0.30 - 0.60	SM	A-1-b(0)				
		M-03	0.60 - 1.50	SM	A-4(0)	1.80	13.50	15.20	18.10
2+524	C-02C	M-01	0.00 - 0.30	SM	A-1-b(0)				
		M-02	0.30 - 0.60	GC	A-2-4(0)				
		M-03	0.60 - 1.50	CL	A-6(5)	1.60	18.00	7.60	9.30
5+356	C-03C	M-01	0.00 - 0.20	GP	A-1-a(0)				
		M-02	0.20 - 0.60	SM	A-4(0)				
		M-03	0.60 - 1.50	SC	A-2-6(0)	1.70	13.30	13.00	15.20
7+863	C-04C	M-01	0.00 - 0.20	SC - SM	A-1-a(0)				
		M-02	0.20 - 0.70	SM	A-1-b(0)	1.70	13.20	22.40	26.10
		SM	BOLONERIA						
10+720	C-05C	M-01	0.00 - 0.30	SM	A-1-b(0)				
		M-02	0.30 - 0.70	SM	A-1-b(0)				
		M-03	0.70 - 1.50	SM	A-1-b(0)	2.00	12.00	22.60	26.90
13+350	C-06C	M-01	0.00 - 0.20	SM	A-1-b(0)				
		M-02	0.20 - 0.50	SM	A-1-b(0)				
		M-03	0.50 - 0.80	SM	A-2-4(0)	2.00	12.00	22.00	29.60
		SM	ROCA						

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.6 Trabajos de gabinete

Descripción de los suelos encontrados

De las 6 calicatas ejecutadas en este tramo se ha identificado roca en las

calicatas C4C a 0.70 m. C6C a 0.80 m.

El primer estrato, en el cual se tiene 6 muestras, se compone de 17% de Grava limosa con arena GM, 17% de Arena limo arcillosa SC - SM, 50% de Arena limosa SM, 17% de Grava pobremente gradada GP.

El segundo estrato, en el cual se tiene 6 muestras, se compone de 17% de Grava arcillosa con arena GC, 83% de Arena limosa SM.

El tercer estrato, en el cual se tiene 5 muestras, se compone de 60% de Arena limosa SM, 20% de Arcilla arenosa de baja plasticidad CL, 20% de Arena arcillosa SC.

### Características generales de los tipos de suelos

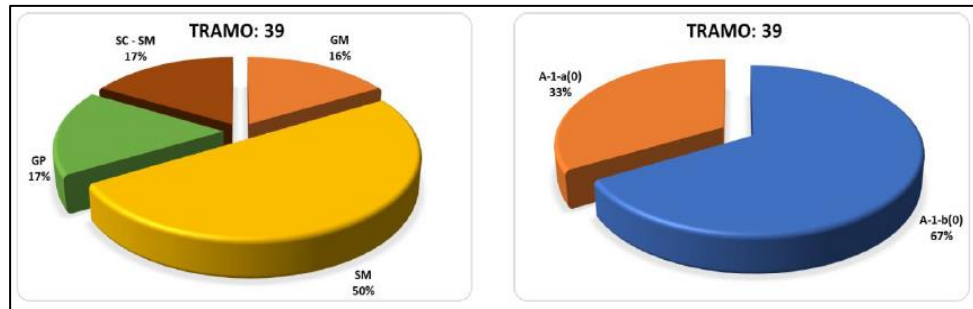


Figura 7. Estrato superior  
Fuente: Elaboración Propia

El estrato superior se compone de Arena Limosa Gravosa, identificado en el sistema de clasificación SUCS como SM con un 50%, Grava Pobremente Gradada GP con un 17%, Arena Limo-Arcillosa y Gravosa SC-SM con un 17%, Grava Limosa Arenosa GM con un porcentaje de participación del 16% y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-1-a(0) con un 33%, A-1-b(0) con una participación del 67%.

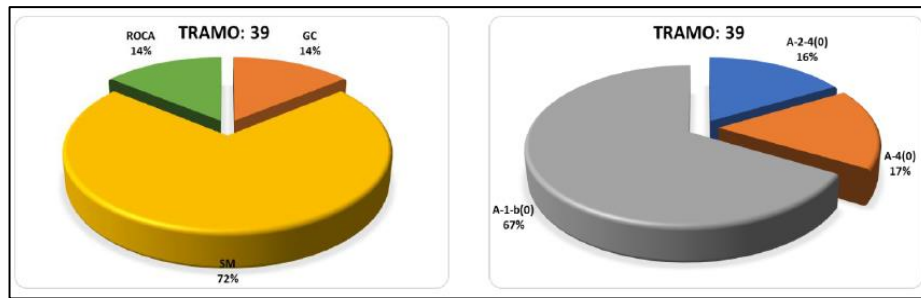


Figura 8. Estrato inferior  
Fuente: Elaboración Propia

El estrato inferior se compone de Grava Arcillosa con Arena, identificas en el sistema de clasificación SUCS como GC con un 14%, Grava Arcillosa con Arena SM con un 72%, Roca con un porcentaje de participación del 14%, y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-1-b(0) con un 67%, A-2-4(0) con un 16%, A-4(0) con una participación del 17%.

### 5.3 Diseños de Laboratorio con Estabilizadores

A continuación, se presenta el análisis técnico de los diferentes estabilizadores (Cinco alternativas), tomando como base los Resultados de Ensayos de Laboratorio de los Diseños efectuados en base a las Dosificaciones y Fichas Técnicas de los insumos que cada proveedor de los estabilizadores nos ha alcanzado:



Tabla 29.  
Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Polímero Cohesionador

CANTERA	Clasificación		Proctor Natural		CBR Natural			Alternativa 1 - CBR con Aditivo químico			
	SUCS	AASHTO	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS	Dosificación Aditivo 0.02 gr/kg
<b>KM 0+000</b> <sup>3</sup>	SP	A-1-a (0)	1.968	11.1	32.5	38.4	2.041	10.1	90.8	110.2	Aditivo + 1.5% de Cemento Portland
<b>KM 14+233</b> <sup>3</sup>	GM	A-1-b (0)	2.044	9.7	35.6	44.5	2.07	8.9	92.4	115.5	Aditivo + 1.5% de Cemento Portland
<b>RIO ORCCOMA KM 1+385</b> <sup>2</sup>	GM	A-1-b (0)	2.05	7.1	43.1	51.8	2.144	5.5	101.6	129	Aditivo + 1.0% de Cemento Portland

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* Dosificación Polímero Cohesionador 0.02 gr/kg de suelo seco; Dosificación Polímero Cohesionador 0.02 gr/kg de suelo seco + 1.0% de Cemento Portland; Dosificación Polímero Cohesionador 0.02 gr/kg de suelo seco + 1.5% de Cemento Portland

Tabla 30.  
Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Aceite Sulfonado Organosilano

CANTERA	Clasificación		Proctor Natural		CBR Natural			Alternativa 2 - CBR con Aditivo químico			
	SUCS	AASHTO	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS	Dosificación Aditivo 0.75 Lt/m <sup>3</sup>
<b>KM 0+000</b> <sup>4</sup>	SP	A-1-a (0)	1.968	11.1	32.5	38.4	1.999	11.2	106.4	116.4	Aditivo + 2.0% de Cemento Portland
<b>KM 14+233</b> <sup>3</sup>	GM	A-1-b (0)	2.044	9.7	35.6	44.5	2.085	9.4	94	115.3	Aditivo + 1.5% de Cemento Portland
<b>RIO ORCCOMA KM 1+385</b> <sup>2</sup>	GM	A-1-b (0)	2.05	7.1	43.1	51.8	2.071	7.1	97.7	128.6	Aditivo + 1.0% de Cemento Portland

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* Dosificación Organosilano 0.75 Lt/m<sup>3</sup> de suelo seco; Dosificación Organosilano 0.75 Lt/m<sup>3</sup> de suelo seco + 1.0% de Cemento Portland; Dosificación Organosilano 0.75 Lt/m<sup>3</sup> de suelo seco + 1.5% de Cemento Portland; Dosificación Organosilano 0.75 Lt/m<sup>3</sup> de suelo seco + 2.0% de Cemento Portland.

Tabla 31.

Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Polímero acrílico de estireno reticulado

CANTERA	Clasificación		Proctor Natural		CBR Natural			Alternativa 3 - CBR con Aditivo químico				
	SUCS	AASHTO	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS	Dosificación Aditivo 4.0 ml/Kg	
<b>KM 0+000</b> <sup>2</sup>	SP	A-1-a (0)	1.968	11.1	32.5	38.4	2.075	10.3	88.7	113.9	Aditivo + 1.0% de Cemento Portland	
<b>KM 14+233</b> <sup>1</sup>	GM	A-1-b (0)	2.044	9.7	35.6	44.5	2.099	8.9	86.8	111.3	Aditivo	
<b>RIO ORCCOMA KM 1+385</b> <sup>1</sup>	GM	A-1-b (0)	2.05	7.1	43.1	51.8	2.187	6.6	104	142	Aditivo	

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* Dosificación Polímero acrílico de estireno reticulado 4.0 ml/Kg de suelo seco; Dosificación Polímero acrílico de estireno reticulado 4.0 ml/Kg de suelo seco + 1.0% de Cemento Portland.

Tabla 32.

Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Polímero Poliacrilamida

CANTERA	Clasificación		Proctor Natural		CBR Natural			Alternativa 4 - CBR con Aditivo químico				
	SUCS	AASHTO	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS	Dosificación Aditivo 0.03 gr/Kg	
<b>KM 0+000</b> <sup>2</sup>	SP	A-1-a (0)	1.968	11.1	32.5	38.4	1.982	10.4	98.3	110	Aditivo + 1.0% de Cemento Portland	
<b>KM 14+233</b> <sup>2</sup>	GM	A-1-b (0)	2.044	9.7	35.6	44.5	2.106	10.2	91.1	104.7	Aditivo + 1.0% de Cemento Portland	
<b>RIO ORCCOMA KM 1+385</b> <sup>1</sup>	GM	A-1-b (0)	2.05	7.1	43.1	51.8	2.057	6.7	100.7	121.9	Aditivo	

Fuente: Elaboración propia

*Nota:* Dosificación Polímero Poliacrilamida 0.03 gr/kg de suelo seco; Dosificación Polímero Poliacrilamida 0.03 gr/kg de suelo seco + 1.0% de Cemento Portland.

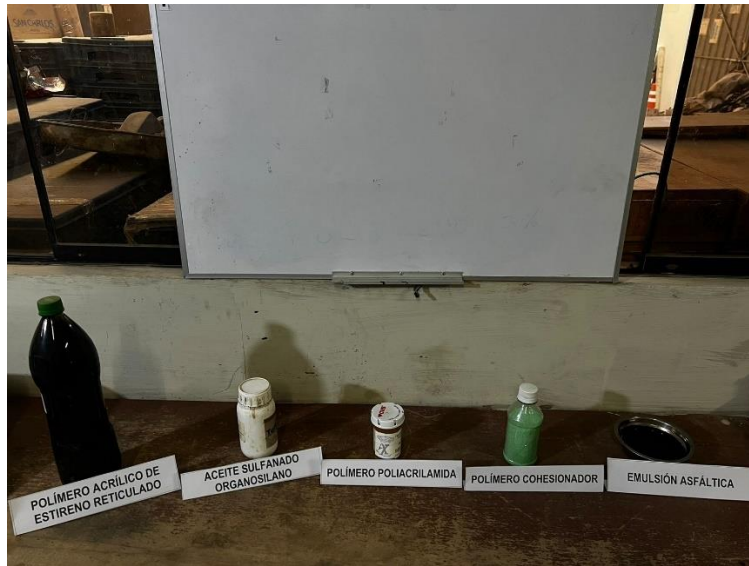
Tabla 33.

Resultados de Resistencia con estabilizador: Suelo con Emulsión Asfáltica

Cantera	Clasificación		Proctor Natural		CBR Natural		Alternativa 5 - Optimo Contenido Emulsión (Estabilidad Mínima = 230Kg)			
	SUCS	AASHTO	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH	95% MDS	100% MDS	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	Optimo Contenido Emulsión Asfáltica	Optimo Contenido Asfalto Residual	% Agua de Compactación
<b>KM 0+000</b> <sup>1</sup>	SP	A-1-a (0)	1.968	11.1	32.5	38.4	CSS-1H	5	3	4.1
<b>KM 14+233</b> <sup>1</sup>	GM	A-1-b (0)	2.044	9.7	35.6	44.5	CSS-1H	6.8	4.1	4.1
<b>RIO ORCCOMA KM 1+385</b> <sup>1</sup>	GM	A-1-b (0)	2.05	7.1	43.1	51.8	CSS-1H	6.1	3.7	3.5

Fuente: Elaboración propia

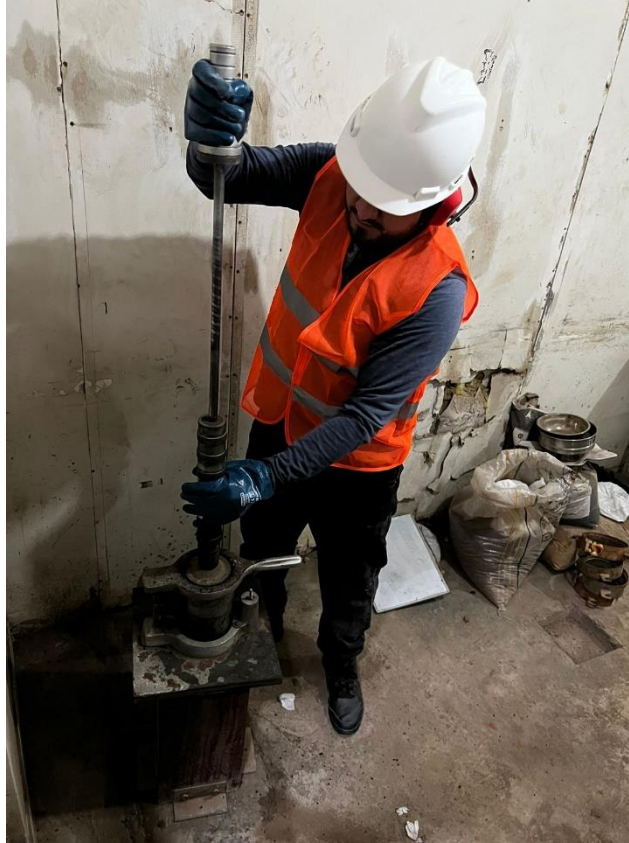
*Nota:* Dosificación en Porcentaje (%) de Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta (CSS-1h).



*Figura 9.* Aditivos químicos y emulsión asfáltica  
Fuente: Elaboración Propia



*Figura 10.* Preparación para iniciar con los ensayos de estabilización con aditivos químicos  
Fuente: Elaboración Propia



*Figura 11.* Elaboración de ensayos de estabilización con emulsión asfáltica por método Marshall  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 12.* Proceso de curado de probetas con aditivos químicos  
Fuente: Elaboración propia

## 5.4 Análisis de resultados

En la tabla 33 a continuación, se presenta el resumen de los diferentes ensayos de laboratorio considerando la utilización de los aditivos químicos y la emulsión asfáltica.

Tabla 34  
Resumen de resultados de ensayos de laboratorio

ITEM	CANTERAS	RUTA	ENSAYO CBR (0.1')	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	CBR NATURAL	EMULSION ASFALTICA				
					TERRASIL 0.75 Lt/m3	TERRASIL 0.75 Lt/m3	TERRASIL 0.75 Lt/m3	TERRASIL 0.75 Lt/m3	POLYCOM 0.03Gr/Kg	POLYCOM 0.03Gr/Kg	POLYCOM 0.03Gr/Kg	POLYCOM 0.03Gr/Kg	MEGASOIL 0.02Gr/Kg.	MEGASOIL 0.02Gr/Kg.	MEGASOIL 0.02Gr/Kg.	MEGASOIL 0.02Gr/Kg.	AGREE BIND 4m/Kg	AGREE BIND 4m/Kg	AGREE BIND 4m/Kg	AGREE BIND 4m/Kg	TIPO EMULSION	ÓPTIMO CONTENIDO EMULSION ASFALTICA	ÓPTIMO CONT. ASFALTO RESIDUAL	% AGUA COMPACTACION	
					CEMENTO 1%	CEMENTO 1.5%	CEMENTO 2%	CEMENTO 0.5%	CEMENTO 1%	CEMENTO 1.5%	CEMENTO 1%	CEMENTO 1.5%	CEMENTO 1%	CEMENTO 1.5%	CEMENTO 2%	CEMENTO 1%	CEMENTO 1.5%	CEMENTO 2%	CEMENTO 1%	CEMENTO 1.5%	CEMENTO 2%				
1	KM 0+000	RUTA CU-1885	95%MDS	32.51				106.44		98.27						90.8			88.7			EMULSIÓN CSS-1H	5	3	4.1
			100%MDS	38.44			116.44		109.94								110.2			113.9					
2	RIO ORCCOMA KM 1+367		95%MDS	43.13		97.65			100.70							101.6			104.00			EMULSIÓN CSS-1H	6.1	3.7	3.5
			100%MDS	51.76		128.57			121.90								129			142.00					
3	KM 14+233		95%MDS	35.61			94.03			91.10							92.4		86.80			EMULSIÓN CSS-1H	6.8	4.1	4.1
			100%MDS	44.48			115.30			104.70							115.5		111.30						

Fuente: Elaboración propia

Al realizar los ensayos de CBR para cada uno de los aditivos químicos se obtienen los siguientes resultados favorables para la estabilización de suelos en la base granular:

- MEGASOIL (Polímero cohesionador)
  - Cantera KM 0+000 : Incrementó en 71.76% el CBR con respecto del estado natural.
  - Cantera Río Orccoma 1+367 : Incrementó en 77.24% el CBR con respecto del estado natural.
  - Cantera KM 14+233 : Incrementó en 71.02% el CBR con respecto del estado natural.
  
- TERRASIL (Aceite Sulfonado Organosilano)
  - Cantera KM 0+000 : Incrementó en 78.01% el CBR con respecto del estado natural.
  - Cantera Río Orccoma 1+367 : Incrementó en 76.81% el CBR con respecto del estado natural.
  - Cantera KM 14+233 : Incrementó en 70.82% el CBR con respecto del estado natural.
  
- POLYCOM (Polímero Poliacrilamida)
  - Cantera KM 0+000 : Incrementó en 71.51% el CBR con respecto del estado natural.
  - Cantera Río Orccoma 1+367 : Incrementó en 70.14% el CBR con respecto del estado natural.
  - Cantera KM 14+233 : Incrementó en 60.22% el CBR con respecto del estado natural.
  
- AGGREBIND (Polímero acrílico de estireno reticulado)
  - Cantera KM 0+000 : Incrementó en 75.46% el CBR con respecto del estado natural.
  - Cantera Río Orccoma 1+367 : Incrementó en 90.24% el CBR con respecto del estado natural.
  - Cantera KM 14+233 : Incrementó en 66.82% el CBR con respecto del estado natural.

Asimismo, los resultados para la emulsión asfáltica fueron satisfactorios debido a que las muestras que se ensayaron superaron los valores mínimos de estabilidad Marshall 230 kg. que se encuentran plasmados en el documento técnico Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas., lo cual hace que el suelo sea estabilizado y la emulsión asfáltica sea efectiva.

- Emulsión asfáltica

- Cantera KM 0+000 : Se obtuvo una estabilidad de 1052.40 Kg.
- Cantera Río Orccoma 1+367 : Se obtuvo una estabilidad de 638.0 Kg.
- Cantera KM 14+233 : Se obtuvo una estabilidad de 810.40.



## 5.5 Contrastación de Hipótesis

### Hipótesis General

Aplicando los ensayos realizados en laboratorio el índice de CBR y Proctor modificado, podremos evaluar la base granular de la carretera clase CU-1885. Para poder adicionar los aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador y emulsión asfáltica y mejorar las propiedades mecánicas mediante una estabilización.

### Hipótesis específica 1

Hipótesis Alternativa (Hi)

Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran con el uso de aditivos químicos y es recomendable su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.

Hipótesis Nula (Hi)

Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran con el uso de aditivos químicos y no es recomendable su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.

Se aplicó el ensayo de resistencia, obteniendo como resultados del Proctor natural 1.968 gr/cm<sup>3</sup>, 2.044 gr/cm<sup>3</sup>, 2.05 gr/cm<sup>3</sup> de MDS; 11.1%, 9.7% y 7.1% de OCH; y al CBR Natural 32.5, 35.6 y 43.1 de 95% MDS; y con estabilizador al suelo con Polímero Cohesionador para el CBR se obtuvo 2.041 gr/cm<sup>3</sup>, 2.07 gr/cm<sup>3</sup>, 2.144 gr/cm<sup>3</sup> de MDS; 10%, 8.9% y 5.5% de OCH; 90.8, 92.4 y 101.6 de 95% MDS; 110.2, 115.5 y 129 para el 100% MDS. Para el suelo con Aceite Sulfanado Organosilano para el CBR se obtuvo 1.999 gr/cm<sup>3</sup>, 2.085 gr/cm<sup>3</sup>, 2.071 gr/cm<sup>3</sup> de MDS; 11.2%, 9.4% y 7.1% de OCH; 106.4, 94 y 97.7 de 95% MDS; 116.4, 115.3 y 128.6 para el 100% MDS. Para el suelo con Polímero acrílico de estireno reticulado para el CBR se obtuvo 2.075 gr/cm<sup>3</sup>, 2.099 gr/cm<sup>3</sup>,

2.187 gr/cm<sup>3</sup> de MDS; 10.3%, 8.9% y 6.6% de OCH; 88.7, 86.8 y 104 de 95% MDS; 113.9, 111.3 y 142 para el 100% MDS. Para el suelo con Polímero Poliacrilamida para el CBR se obtuvo 1.982 gr/cm<sup>3</sup>, 2.106 gr/cm<sup>3</sup>, 2.057 gr/cm<sup>3</sup> de MDS; 10.4%, 10.2% y 6.7% de OCH; 98.3, 91.1 y 100.7 de 95% MDS; 110, 104.7 y 121.9 para el 100% MDS.

### **Hipótesis específica 2**

#### Hipótesis Alternativa (Hi)

Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran con el uso de emulsión asfáltica y es recomendable su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.

#### Hipótesis Nula (Hi)

Las propiedades mecánicas de la base granular no mejoran con el uso de emulsión asfáltica y no es recomendable su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.

Se aplicó el ensayo de resistencia, obteniendo como resultados del Proctor natural 1.968 gr/cm<sup>3</sup>, 2.044 gr/cm<sup>3</sup>, 2.05 gr/cm<sup>3</sup> de MDS; 11.1%, 9.7% y 7.1% de OCH; y al CBR Natural 32.5, 35.6 y 43.1 de 95% MDS; y con estabilizador al suelo con Emulsión Asfáltica para el CBR con una estabilidad mínima de 230 kg, se obtuvo 5, 6.8 y 6.1 de contenido óptimo de emulsión asfáltica; 3, 4.1 y 3.7 de contenido óptimo de asfalto residual y por último 4.1%, 4.1% y 3.5% de compactación de agua.

### **Hipótesis específica 3**

#### Hipótesis Alternativa (Hi)

Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran en mayor medida con el uso de aditivos químicos en comparación de la emulsión asfáltica en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.

### Hipótesis Nula (Hi)

Las propiedades mecánicas de la base granular no mejoran en mayor medida con el uso de aditivos químicos en comparación de la emulsión asfáltica en la carretera de tercera clase CU-1885, en el departamento de Cusco.

Las cantidades de estabilizadores químicos utilizados en el Manual de Carreteras “Suelos, Geología y Pavimentos” basándose en cálculos preliminares de fórmulas aplicadas para una evaluación óptima para la recomendación del uso de material. Obteniendo como resultado que este puede ser utilizado como material para la conformación de la capa de Base, ya que todas las muestras donde se aplicó estabilizador químico cumplen con las especificaciones técnicas (EG-2013) mínimas requeridas presentando valores por encima del 80% en el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).

## CONCLUSIONES

1. En todos los resultados obtenidos tanto para la estabilización de suelos con aditivos químicos y emulsión asfáltica mejoran las propiedades mecánicas de los suelos, por esta razón es recomendable su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.
2. Se incrementó el CBR incorporando Polímero Poliacrilamida de las muestras ensayadas con relación a las muestras en estado natural, presentando incrementos de 164% en promedio al 95% MDS e incrementos de 152% en promedio al 100% MDS.
3. El incremento del CBR incorporando POLÍMERO COHESIONADOR de las muestras ensayadas con relación a las muestras en estado natural, presentando incrementos de 175% en promedio al 95% MDS e incrementos de 156% en promedio al 100% MDS.
4. Con el uso del aditivo químico Aceite Sulfanado Organosilano se superó los valores mínimos de resistencia del suelo según lo estipulado por el Manual de Carreteras, Suelos y Pavimentos, concluyéndose que frente a una mayor concentración de este aditivo químico el CBR tiende a elevarse de manera continua mas no proporcional, lo cual se corroboró mediante ensayos de CBR con dosificaciones de 0.75 l/m<sup>3</sup>, obteniendo valores de CBR de 106.4%, 94% y 97.7% respectivamente con respecto a un CBR natural de 32.5%, 35.6% y 43.1%.
5. Se verifica el incremento del CBR incorporando POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO RETICULADO de las muestras ensayadas con relación a las muestras en estado natural, presentando incrementos de 155% en promedio al 95% MDS e incrementos de 177% en promedio al 100% MDS.
6. Las muestras ensayadas con emulsión asfáltica superan ampliamente los valores mínimos de estabilidad Marshall 230 kg., lo cual hace que el suelo sea estabilizado y la emulsión asfáltica sea efectiva para este tipo de suelo.

7. Según los ensayos de calidad de agregados realizados al material de mejoramiento, se concluyó que luego de realizar la estabilización del material, este puede ser utilizado como material para la conformación de la capa de Base, ya que todas las muestras donde se aplicó estabilizador químico cumplen con las especificaciones técnicas (EG-2013) mínimas requeridas presentando valores por encima del 80% en el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).
  
8. Se concluye que los aditivos químicos mejoran en mayor medida las capas de base granular al ser estabilizadas, además que pueden ser comparadas con el mismo ensayo en estado de natural y luego de adicionar el producto para estabilización.

## RECOMENDACIONES

1. De acuerdo con los resultados obtenidos con las distintas soluciones básicas ensayadas, se recomienda analizar el costo de cada producto y su rendimiento por metro cubico para que de esa manera pueda elegirse la solución que más convenga económicamente al tramo en estudio.
2. Se recomienda construir un tramo de prueba con suelos diferentes, para conocer el comportamiento de esta base emulsificada ante otros tipos de suelos, con la finalidad de mejorar el método de diseño, también sería conveniente la construcción de este tipo de bases en épocas de máxima saturación para evaluar su desempeño ante estas condiciones consideradas las más desfavorables.
3. Se recomienda la aplicación de este tipo de estabilización en épocas secas y soleadas, debido a que el clima ayudará a que la mezcla pueda eliminar más rápidamente el agua contenida y llegue de manera más acelerada a las resistencias adecuadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila, & Márquez. (2021). *Análisis de la estabilización con emulsión asfáltica y con cemento portland para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la base granular del pavimento*. Lima, Perú.
- Arias, & Idrogo. (2022). *Análisis comparativo del costo - beneficio generado por la inclusión de bases estabilizadas con cemento o con emulsión asfáltica en la estructura de pavimentos flexibles*. Quito, Ecuador.
- Bocanegra, Ruiz, & Alfonso. (2015). *ANÁLISIS DEL MEJORAMIENTO DE UN SUELO DE SUBRASANTE CON UN ADITIVO ORGÁNICO*. Bogotá, Colombia.
- Caballero, O. (2017). *Estabilización química con silicato de sodio del material de préstamo de la vía La Primavera – Bonanza – La Venturosa en el departamento del Vichada*. Bogotá, Colombia.
- Cabrera, Ramos, & Rdoríguez. (2014). *Estabilización química de suelos cohesivos mediante la aplicación de un aditivo líquido, en el salvador*. Santa Ana, El Salvador.
- Carranza, A., & Fernandez, D. (2018). *APLICACIÓN DE LOS ADITIVOS PROES Y CONAID PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE ACCESO AL C.P. BARRAZA, LAREDO, LA LIBERTAD-2018*.
- Castillo, P. (2018). *Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Cajamarca- Huaso, La Libertad,2018*. Trujillo- Perú.
- Cavieres. (2018). *Comportamiento de las soluciones básicas de carpetas de rodadura aplicadas a caminos de bajo tránsito*. Santiago de Chile, Chile.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México: Limusa.
- De La Cruz, L., & Salcedo, K. (2016). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS POR MEDIO DE ADITIVOS (Eco Road 2000) PARA PAVIMENTACIÓN EN PALIAN – HUANCAYO - JUNIN*. Huancayo - Perú.

- Florez, J. (2006). *Estabilización de suelos con biocemento*. Santa fé de Bogotá.
- Gutiérrez, & Cerón. (2020). *Análisis de la optimización del suelo de la base con aditivo químico Terrasil para el diseño de pavimentos industriales del almacén de concentrados mineros - Almacenes Logisminsa, Ventanilla- Callao*. Lima, Perú.
- Gutiérrez, C. (2010). *ESTABILIZACION QUIMICA DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS EN EL PERU Y VENTAJAS COMPARATIVAS DEL CLORURO DE MAGNESIO (BISCHOFITA) FRENTE AL CLORURO DE CALCIO*. Lima.
- Gutiérrez, J., & Cerón, E. (2020). *ANÁLISIS DE LA OPTIMIZACIÓN DEL SUELO DE LA BASE CON ADITIVO QUÍMICO TERRASIL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS INDUSTRIALES DEL ALMACÉN DE CONCENTRADOS MINEROS-ALMACENES LOGISMINSA, VENTANILLA - CALLAO . LIMA*.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (1973). *Mecánica de suelos tomo I Fundamentos de la Mecánica de suelos*. . Limusa.
- Martí, J., González, F., & Yepes, V. (2004). *Temas de procedimientos de construcción. Mejora de terrenos*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Martinez. (2019). *Estabilización de suelos cohesivos con aditivo organosilanos a nivel de subrasante*. Huancayo, Perú.
- Martinez, E. (2019). *ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS CON ADITIVO ÓRGANOSILANOS A NIVEL DE SUBRASANTE*. Huancayo - Perú.
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras. "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción"*. Lima, Perú.
- Nestrenko. (2018). *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú*. Lima, Perú.
- Neussner, E. (2001). *THE IMPORTANCE OF STABILISATION PROCEDURES. HISTORY AND CURRENT PRACTISE IN GERMANY*.
- Palomino, T. (2016). *Capacidad Portante (CBR) de un Suelo Arcilloso, con la incorporacion del Estabilizador Maxxseal 100- Cajamarca*. Cajamarca.



- Patiño. (2022). *Estabilizaciones de suelo, mediante diferentes materiales como el cemento, emulsión asfáltica y aditivo químico, para mejorar las características mecánicas, de 1 km de la vía de tercer orden Pedregal - María Auxiliadora, el Shuyo, Riobamba*. Quito, Ecuador.
- Perez. (2021). *Estabilización de las propiedades del suelo con emulsión asfáltica catiónica para subrasante en el Jirón Eucalipto, Sapallanga - Huancayo*. Huancayo, Perú.
- Porras, & Urquiza. (2019). *Las propiedades mecánicas de una base granular y su desempeño bajo la influencia de un aditivo polimérico*. Lima, Perú.
- Ramos, J., & Lozano, J. (2019). *ESTABILIZACIÓN DE SUELO MEDIANTE ADITIVOS ALTERNATIVOS*. Bogotá.
- Ugaz, P. (2006). *Estabilización de suelos y su Aplicación en el Mejoramiento de la Subrasante*. Lima.
- Villanueva, S. (2017). *Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonato*. Lima.
- Ávila, J. y Velasco, E. (2021). *Evaluación experimental de diferentes aditivos aplicados en una mezcla MDC-19* [Tesis de titulación, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/26586>
- Crisera, J. (2016). *Construction guidelines for In Situ Polycom Stabilisation Aid*.
- Domínguez, J. y Schifter, I. (1995). *LAS ARCILLAS: EL BARRO NOBLE*. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/arcillas.html>
- Lomparte, J. y Sánchez, D. (2019). *Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al centro poblado Tangay-Nuevo Chimbote-Santa* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3217>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS Seccion Suelos y pavimentos* (p. 301).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). *Documento Técnico. Soluciones basicas en carreteras no pavimentadas*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017). *Manual de seguridad vial*.
- Quiroz, W. (2017). *Comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para determinar cuál estabilización proporciona mayor densidad aparente y relación de soporte CBR* [Tesis de titulación, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25753>
- Sánchez, N. (2014). *Diseño moderno de pavimentos asfálticos*.  
<https://nelsonsanchezms.wordpress.com/2014/02/21/disen-moderno-de-pavimentos-asfalticos/>

## **ANEXOS**

### **Anexo 1: Matriz de consistencia**

## Matriz de consistencia

USO DE ADITIVOS QUÍMICOS Y EMULSIÓN ASFÁLTICA EN LA BASE GRANULAR PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA CARRETERA						
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Indicadores	Unidad de medida	Metodología
¿En qué medida el uso de aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador y emulsión asfáltica optimizan las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco?	Proponer el uso de aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador y emulsión asfáltica para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.	Utilizando aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador y emulsión asfáltica mejoran las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.	Aditivos químicos	Dosificación de aditivos químicos.	Porcentual (%)	<b>Método de Investigación</b> <b>Método:</b> Deductivo <b>Orientación:</b> Aplicada <b>Enfoque:</b> Cuantitativo
			Emulsión asfáltica	Dosificación de emulsión asfáltica.		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de Investigación
¿En qué medida el uso de aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador optimizan las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco?	Analizar las propiedades mecánicas de los resultados de los ensayos en la base granular estabilizada con aditivos químicos en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.	Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran con el uso de aditivos químicos y es recomendable su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.	Propiedades mecánicas de la base granular.	1. Ensayo de Próctor Modificado (MTC E-115)	Porcentual (%)	Descriptivo
¿En qué medida el uso de emulsión asfáltica optimiza las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco?	Analizar las propiedades mecánicas de los resultados de los ensayos en la base granular estabilizada con emulsión asfáltica en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.	Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran con el uso de emulsión asfáltica y es recomendable su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.		2. California Bearing Ratio- CBR (MTC E-132)		Descriptivo - Explicativo
¿Qué estabilizador es el más óptima para mejorar las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco?	Proponer el uso de aditivos Polímero Poliacrilamida, Polímero acrílico de estireno reticulado, Aceite Sulfanado Organosilano, Polímero Cohesionador o emulsión asfáltica para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la base granular en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.	Las propiedades mecánicas de la base granular mejoran con el uso de aditivos químicos y emulsión asfáltica y son recomendables su uso en la carretera de tercera clase CU-1885, Cusco.		3. Ensayo de resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall (MTC E 504)		<b>Diseño de Investigación</b> Experimental

## **Anexo 2: Ensayos de laboratorio**

*A. TERRASIL*

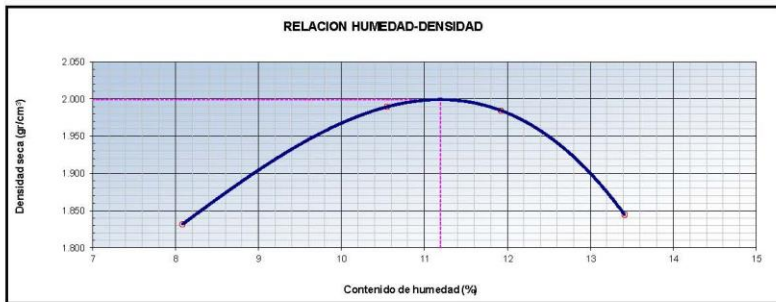
FECHA: 31/01/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3YS (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUARI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + TERRASIL (0.75 kg/m <sup>3</sup> ) + 2% CEMENTO
	SUCS: SP AASHTO: A-1-a (0)

MÉTODO : C

COMPACTACION					
Peso suelo + molde	gr	10680.00	11152.00	11199.00	10921.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4252.00	4724.00	4771.00	4493.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2148.00	2148.00	2148.00	2148.00
Peso volumétrico húmedo	gr	1.98	2.20	2.22	2.09
Peso del suelo húmedo+tara	gr	304.43	304.43	404.88	390.53
Peso del suelo seco + tara	gr	284.73	279.10	365.68	348.22
Tara	gr	41.00	38.95	36.90	32.80
Peso de agua	gr	19.70	25.33	39.20	42.31
Peso del suelo seco	gr	243.73	240.15	328.78	315.42
Contenido de agua	%	8.08	10.55	11.92	13.41
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.831	1.989	1.985	1.844
Gravedad Especifica (gr/cm <sup>3</sup> )			Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.999
			Humedad óptima (%)		11.2



Referencia

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Rbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Observaciones:

Método Seco.

Pisón Manual.

Pasante 1/4

Método de Gravedad Especifica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

FECHA: 31/01/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP. PE35 G (ABRA ASNOCASCA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACOS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP, PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAACA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + TERRASIL (0.75 kg/m<sup>3</sup>) + 2 % CEMENTO  
 SUCS : SP  
 AASHTO: A-1-a (0)

**COMPACTACION**

Molde Nº	30		31		32	
	5		5		5	
Capas por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12115.00	12310.00	11952.00	12010.00	11995.00	12212.00
Peso de molde (g)	7519.00	7519.00	7590.00	7590.00	7859.00	7859.00
Peso del suelo húmedo (g)	4596.00	4791.00	4362.00	4420.00	4136.00	4353.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2068.63	2068.63	2068.63	2068.63	2068.19	2083.19
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.222	2.316	2.109	2.137	2.005	2.110
Peso suelo húmedo + tara (g)	382.33	380.20	390.30	260.30	325.60	336.90
Peso suelo seco + tara (g)	347.92	342.30	355.10	235.20	296.30	302.30
Peso de tara (g)	38.95	32.60	34.20	30.30	34.85	30.30
Peso de agua (g)	34.41	37.90	35.20	25.10	29.30	34.60
Peso de suelo seco (g)	308.57	309.70	320.90	204.90	261.45	272.00
Contenido de humedad (%)	11.1	12.2	11.0	12.2	11.2	12.7
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.999	2.064	1.900	1.904	1.803	1.872

347.92

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
26/01/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
27/01/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
28/01/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 30				MOLDE Nº 31				MOLDE Nº 32			
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (kg)	%	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (kg)	%	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (kg)	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		14.7	288.3			10.8	210.3			9.0	175.3		
1.270		21.9	425.6			16.7	325.6			14.0	271.3		
1.905		32.2	625.9			25.0	485.9			20.8	404.9		
2.540	70.45	52.7	1025.3			45.0	875.6			37.5	729.7		
3.180		80.3	1560.3			65.1	1265.3			54.2	1054.4		
3.810		100.7	1958.0			80.8	1745.2			74.8	1454.3		
5.080	105.68	133.0	2586.0			116.3	2260.3			96.9	1883.6		
7.620		143.5	2789.6			129.1	2510.0			107.6	2091.7		
10.160													
12.700													

**Referencia:**

- ASTM D 1893-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Hbf/ft<sup>2</sup> (2700 kN/m<sup>2</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (a escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Protón de penetración metálica de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S" S-06-M20028579
- Tableros de Saturación y Penetración: Dos placas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.95 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTET-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices T.MZ. GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTET
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTET-CFM-080-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468



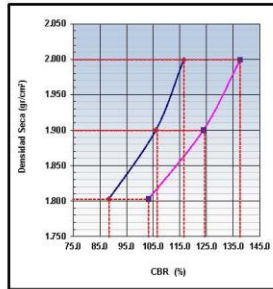
FECHA : 31/01/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE33 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP. PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU - 119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACDS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAQCA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + TERRASIL (0.75 kg/m<sup>3</sup>) + 2% CEMENTO  
 SUCS : SP  
 AASHTO : A-1-a (0)

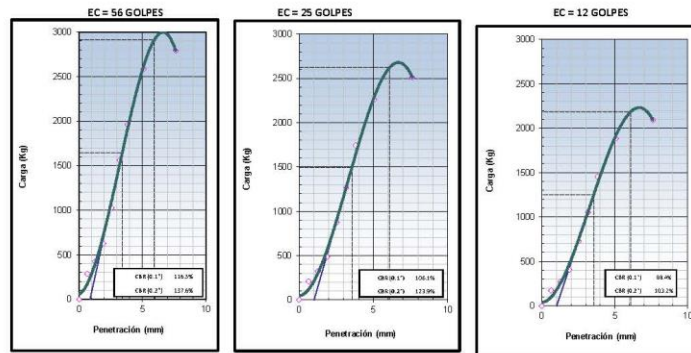


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.999  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.2  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.899

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 116.4	0.2": 137.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 106.4	0.2": 124.4

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 137.6 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 124.4 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 116.4 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 106.4 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1557-05 Standard test method for CBR [California Bearing Ratio] of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Hbf/ft<sup>3</sup> (2700 kg-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR Escala 5000 kgf. Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OU-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,01 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01. OHAUS - OMM-245-2019 (15-04-19)
- Norma METROTEST-01. CFM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03. OHAUS - OMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMC. GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPA-01. METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01. METROTEST-CFM 080 2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468

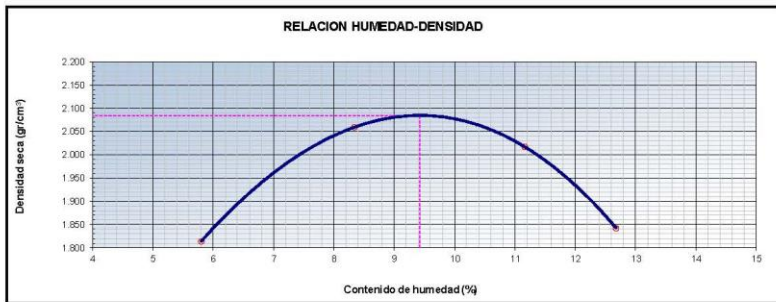
FECHA: 31/01/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3YS (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUARI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE CERRO KM 14+283, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + TERRASIL (0.75 kg/m <sup>3</sup> ) + 1.5 % CEMENTO
	SUCS: GM AASHTO: A-1-b (0)

MÉTODO : C

COMPACTACION					
Peso suelo + molde	gr	10550.00	11220.00	11245.00	10887.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4122.00	4792.00	4817.00	4459.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2148.00	2148.00	2148.00	2148.00
Peso volumétrico húmedo	gr	1.92	2.23	2.24	2.08
Peso del suelo húmedo+tara	gr	283.93	275.73	260.35	386.43
Peso del suelo seco + tara	gr	270.22	257.27	238.02	346.87
Tara	gr	33.83	35.88	37.93	34.85
Peso de agua	gr	13.71	18.46	22.33	39.56
Peso del suelo seco	gr	236.39	221.39	200.09	312.02
Contenido de agua	%	5.80	8.34	11.16	12.68
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.814	2.059	2.017	1.842
Gravedad Especifica (gr/cm <sup>3</sup> )			Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.085
			Humedad óptima (%)		9.4



Referencia

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Rbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Observaciones:

Método Seco.

Pisón Manual.

Pasante 1a 3/4

Método de Gravedad Especifica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)

- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)

- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

- Juego de tamices TMZ: GranTest

- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

FECHA: 31/01/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE :	CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP, PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACOS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP, PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAACA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN :	CANTERA DE CERRO KM 14+293, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA :	MATERIAL INTEGRAL + TERRASIL (0.75 kg/m <sup>3</sup> ) + 1.5 % CEMENTO
SUCS :	GM
AASHTO:	A-1-b (0)

COMPACTACION						
Molde Nº	25		59		48	
Cajas Nº	5		5		5	
Colpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12704.00	12803.00	12413.00	12512.00	12084.00	12183.00
Peso de molde (g)	7980.00	7980.00	7832.00	7832.00	7700.00	7700.00
Peso del suelo húmedo (g)	4724.00	4823.00	4581.00	4680.00	4384.00	4483.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2071.35	2071.35	2087.72	2087.72	2074.07	2074.07
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.281	2.328	2.194	2.242	2.114	2.161
Peso suelo húmedo + tara (g)	320.80	402.80	290.10	353.60	281.90	369.00
Peso suelo seco + tara (g)	296.21	368.53	265.90	321.16	256.51	332.73
Peso de tara (g)	33.83	38.95	30.75	41.00	36.90	39.98
Peso de agua (g)	24.59	34.27	24.20	32.44	25.39	36.27
Peso de suelo seco (g)	262.38	329.58	235.15	280.16	219.61	292.75
Contenido de humedad (%)	9.4	10.4	10.3	11.6	11.6	12.4
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.085	2.109	1.990	2.009	1.895	1.923
347.92						

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
26/01/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
27/01/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
28/01/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

PENETRACION												
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 25			MOLDE Nº 59			MOLDE Nº 48				
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)		
0.000		0			0			0				
0.635		22.4	434.6		18.5	359.2		15.3	296.9			
1.270		43.3	840.8		35.7	694.9		29.5	574.3			
1.905		60.6	1178.7		50.1	974.1		41.4	805.0			
2.540	70.45	77.3	1503.4		65.9	1242.5		52.8	1026.9			
3.180		93.1	1906.6		81.1	1575.7		67.0	1302.2			
3.810		123.9	2409.0		102.4	1990.9		84.6	1645.4			
5.080	105.68	153.8	2989.5		127.1	2470.7		105.0	2041.9			
7.620		167.6	3257.9		138.5	2692.5		114.5	2225.2			
10.160												
12.700												

- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
  - Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálica de sección transversal circular de 49.78 mm
  - Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20029579
  - Subcarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 180,81 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Homo METROTEST-01: CFM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tarjones TMD: GRANTEST
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
  - Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CMA-080-2019 (15-04-19)

  
**ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR**  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468

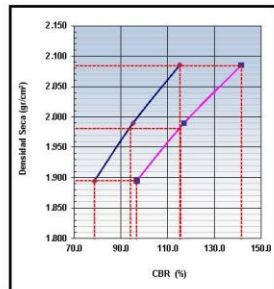
FECHA : 31/01/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECA CUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMA CA) - EMP PE35Y, EMP PE35Z (DV CAPACMARCA) - EMP PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU-119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - A COS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP PE-35 G (YURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. A COMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + TERRASIL (0.75 kg/m<sup>3</sup>) + 1.5 % CEMENTO  
 SUCS : GM  
 AASHTO : A-1-b (0)

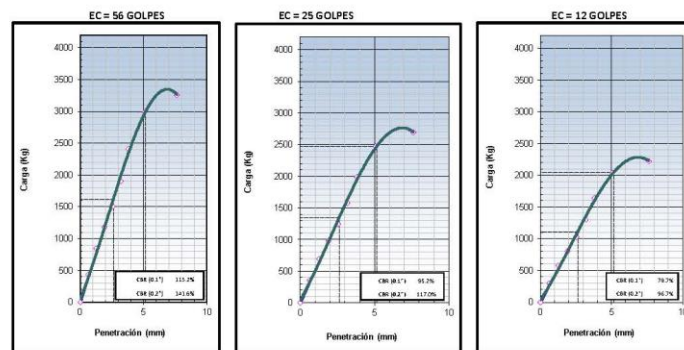


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.085  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.4  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.980

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 115.3	0.2": 141.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 94.0	0.2": 115.6

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 141.8 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 115.6 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 115.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 94.0 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Hb/ft<sup>3</sup> (2700 Hb/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (capacidad 5000 kg). Unidades de medida: SI
- Platin de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Cálculo de Carga Tipo "S" - S-CL-MD0023979
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados:**

- Balanza BAL-GL OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-GL CMA-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-GB OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMD GRMTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPA-GL METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-GL METROTEST-CMA-500-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468

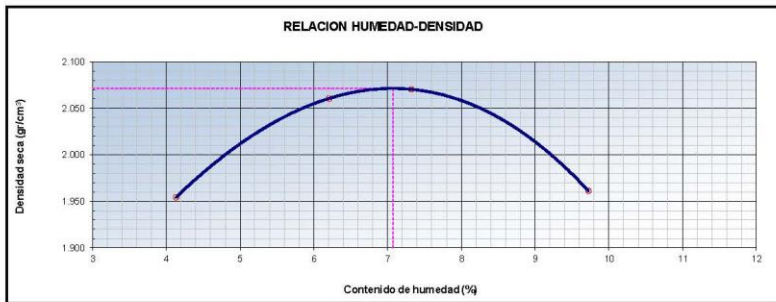
FECHA: 31/01/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUARI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + TERRASIL (0.75 kg/m <sup>3</sup> ) + 1% CEMENTO
	SUCS: GM AASHTO: A-1-b (0)

MÉTODO : C

COMPACTACION					
Peso suelo + molde	gr	10799.00	11129.00	11201.00	11050.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4371.00	4701.00	4773.00	4622.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2148.00	2148.00	2148.00	2148.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.03	2.19	2.22	2.15
Peso del suelo húmedo+tara	gr	445.36	361.84	462.95	462.95
Peso del suelo seco + tara	gr	428.90	342.50	433.50	425.10
Tara	gr	30.47	30.94	31.50	35.90
Peso de agua	gr	16.46	19.34	29.45	37.85
Peso del suelo seco	gr	398.43	311.56	402.00	389.20
Contenido de agua	%	4.13	6.21	7.33	9.73
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.954	2.061	2.070	1.961
	Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )			Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.071
				Humedad óptima (%)	7.1



Referencia

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Rbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Observaciones:

Método Seco.

Pisón Manual.

Pasante 1a 3/4

Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)

- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)

- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

- Juego de tamices TMZ: GranTest

- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

FECHA: 31/01/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE :	CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3S1 (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3S Y, EMP PE3S Y (DV CAPACMARCA) - EMP PE3S G (ABRA ASNOCAS), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAACA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN :	CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA :	MATERIAL INTEGRAL + TERRASIL (0.75 kg/m3) + 1 % CEMENTO
SUCS :	GM
AASHTO :	A-1-b (0)

COMPACTACION						
Molde Nº	57		50		21	
Capas Nº	5		5		5	
Scalpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12084.00	12294.00	12350.00	12560.00	11822.00	12032.00
Peso de molde (g)	7463.00	7463.00	7897.00	7897.00	7540.00	7540.00
Peso del suelo húmedo (g)	4621.00	4831.00	4463.00	4673.00	4282.00	4492.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2082.26	2082.26	2082.99	2084.99	2074.07	2074.07
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.219	2.320	2.141	2.241	2.065	2.166
Peso suelo húmedo + tara (g)	305.45	309.55	367.98	352.60	320.83	283.93
Peso suelo seco + tara (g)	287.12	287.57	342.22	322.63	295.16	256.96
Peso de tara (g)	31.78	30.75	35.88	37.93	39.98	32.80
Peso de agua (g)	18.33	21.98	25.76	29.97	25.67	26.97
Peso de suelo seco (g)	255.34	256.82	306.34	284.70	253.18	224.16
Contenido de humedad (%)	7.2	8.6	8.4	10.5	10.1	12.0
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.071	2.137	1.975	2.028	1.876	1.993
347.92						

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
26/01/2020	0	12.000	0.000	0.0	18.180	0.000	0.0	21.500	0.000	0.0
27/01/2020	24	12.000	0.000	0.0	18.180	0.000	0.0	21.500	0.000	0.0
28/01/2020	48	12.000	0.000	0.0	18.180	0.000	0.0	21.500	0.000	0.0

PENETRACION										
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 57			MOLDE Nº 50			MOLDE Nº 21		
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)
0.000		0			0			0		
0.635		10.4	201.3		8.0	154.8		6.3	121.9	
1.270		30.5	592.4		23.4	455.7		18.5	358.8	
1.905		54.6	1060.9		42.0	816.1		33.1	642.6	
2.540	70.45	77.2	1499.9		59.4	1153.8		46.7	908.5	
3.180		93.0	1904.5		75.4	1466.0		59.3	1153.5	
3.810		133.8	2601.7		103.0	2001.3		81.1	1575.8	
5.080	105.68	154.3	3000.1		118.7	2307.8		93.5	1817.2	
7.620		178.4	3467.5		137.2	2667.3		108.0	2100.2	
10.160										
12.700										

- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>2</sup> (2700 kN/m<sup>2</sup>)
  - Maquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
  - Célula de Carga Tipo "S" S-OLM2028579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,01 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CFM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tanques TMS: GRANTEST
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
  - Maquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

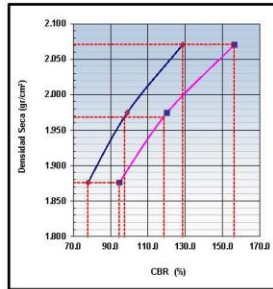
FECHA : 31/01/2020

**DATOS GENERALES**

**SOLICITANTE :** CONSORCIO CORREDORES VIALES  
**PROYECTO :** MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PESS (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PESSY, EMP PESSY (DV CAPACMARCA) - EMP. PESS G (ABRA ANOCCASA), EMP PESS G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HJARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
**UBICACIÓN :** CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-188S, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MUESTRA :** MATERIAL INTEGRAL + TERRASIL (0.75 kg/m<sup>3</sup>) + 1 % CEMENTO  
**SUCS :** GM  
**AASHTO :** A-1-b (0)

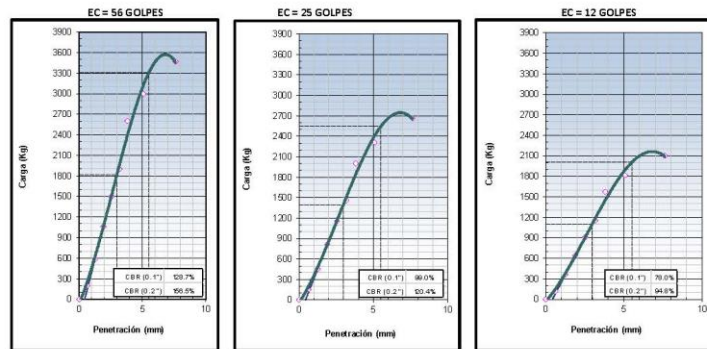


**METODO DE COMPACTACION :** ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) :** 2.071  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :** 7.1  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) :** 1.968

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	<b>0.1":</b> 128.6	<b>0.2":</b> 156.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	<b>0.1":</b> 97.6	<b>0.2":</b> 118.7

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 156.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 118.7 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 128.6 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 97.6 (%)



- Referencia:**
- ASTM D 1557-02 Standard test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Ft/Lb (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
  - ASTM D 1557-02 Standard test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Ft/Lb (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
  - Máquina de Ensayos CBR (Circulo 5000 kg), Unidades de medida SI
  - Pláton de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
  - Queda de Carga Tipo "1": S-06-A20423579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,01 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - OMA-245-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTA-112-2019 (15-04-19)
  - Máquina de Ensayos CBR (Circulo 5000 kg), Unidades de medida SI
  - Balanza BAL-02: OHAUS - OMA-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMC: GRANITEST
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
  - Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-OMA-090-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468

**B. SUELO EMULSION**

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468



FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE)- ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO  
REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)**

Agregado (Material Granular de Aporte) : 100%  
: (BASE ESTABILIZADA CON EMULSIÓN)

**2.- LIGANTE ASFÁLTICO**

Tipo de emulsión asfáltica : EMULSIÓN CSS-1H  
% óptimo de emulsión asfáltica : 6.1  
% óptimo de asfalto residual : 3.7

**3.- AGUA**

% de humedad natural : 1.0  
% de agua en la emulsión : 2.4  
% de agua de pre- mezcla : 2.5  
% de agua total en la mezcla : 5.9  
% de agua de compactación : 3.5

**4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO**

Nº DE GOLPES	50	50	50
% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	5.3	6.1	6.9
ASFALTO RESIDUAL (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	3.2	3.7	4.2
DENSIDAD SECA BULK (g/cm <sup>3</sup> )	2.221	2.223	2.223
ESTABILIDAD MODIFICADA SECA (kg), (22.2 °C)	654	638	597
ESTABILIDAD MODIFICADA HUMEDA (kg), (22.2 °C)	541	529	492
CAMBIOS DE ESTABILIDAD (%)	18.5	17.4	16.4
VACIOS TOTALES (%)	11.5	10.8	10.2
HUMEDAD ABSORBIDA (%)	4.8	4.5	4.3
REVESTIMIENTO (%)	--	90.0	--

**4.- TEMPERATURA DE APLICACION EN LABORATORIO (°C)**

Temperatura de agregados : 22.2 °C  
Temperatura de emulsión asfáltica : 22.2 °C

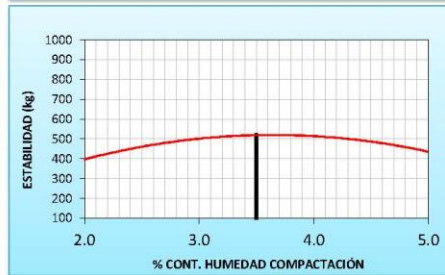
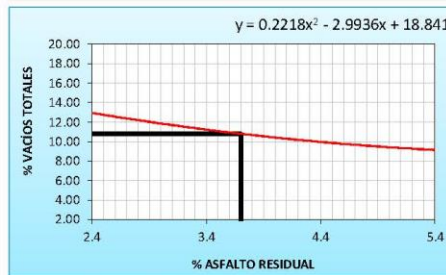
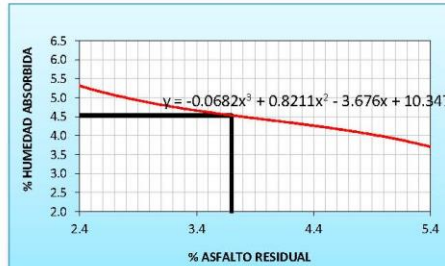
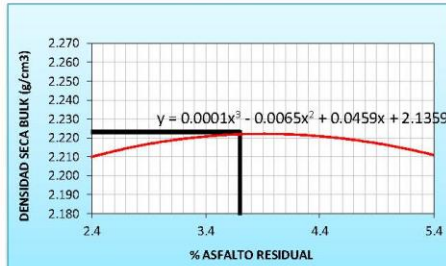
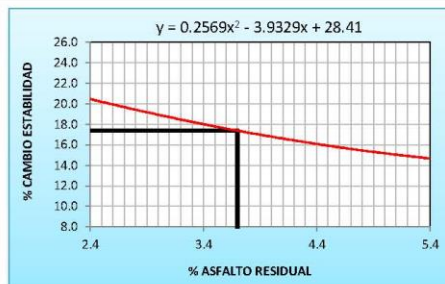
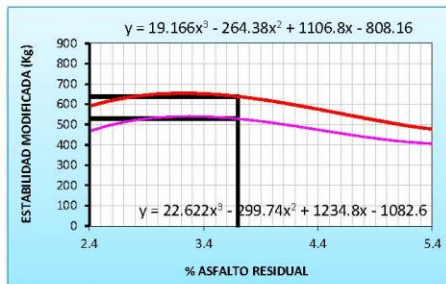
**OBSERVACIONES :**

- (1) Estabilidad Marshall ensayadas a una temperatura de 22.2 °C (Ref. Manual asphalt institute MS-19).
- (2) Agregados muestreado por los interesados.
- (3) Porcentajes de materiales expresado en peso de los agregados.
- (4) Las condiciones de diseño y evaluación de material fueron realizadas en condiciones de laboratorio. Se debe tomar en cuenta, que los trabajos se realizaran a una temperatura de ambiente durante la aplicación en campo, se puede requerir algunos ajustes al diseño.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO  
 REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
 UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO



**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA),  
 EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP PE3S G (ABRA  
 ASNOCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE - 3S (CUSCO)-  
 ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP PE-3S  
 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F  
 (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE  
 REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
 UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Material de Base
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Ag. Existente Estabilizado con Emulsión
Gravedad específica del asfalto ( B )	1.01		
Asfalto residual en la mezcla ( A ) (%)	2.4	G. Es. Aparente (°C)	: 2.634 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.1
Agua de adición a la mezcla (g)	10.1
Agua de compactación (%)	35

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
Nº DENSIDAD BULK						
1 Peso de la probeta en aire (D)	1102.3	1110.0		1115.0	1105.5	
2 Peso de la probeta en agua (E)	626.0	636.6		632.4	636.8	
3 Peso de la probeta SSD (F)	1112.3	1119.9		1135.7	1128.2	
4 Volumen por desplazamiento	494.3	493.3		503.3	492.4	
5 Densidad Bulk ( G )	2.276	2.297		2.215	2.245	
6 Densidad Seca Bulk	2.199	2.223	2.210			

Nº Estabilidad ( 22.2 °C )						
1	Estabilidad (Kg-f)	539	525		411	414
2	Factor de corrección	1.14	1.09		1.14	1.14
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	615	572		469	472
4	Flujo (mm)	1.8	2.3		1.8	1.8

Nº Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1112.3	1119.9		1135.7	1128.2
2	Peso de la muestra seca ( I )	1064.4	1074.3		1043.5	1040.9
3	Tara (J)					
4	Contenido de humedad (K)	3.6	3.4		9.0	8.6
5	Humedad absorbida					5.3

Nº Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	13.4	12.4			
2	vacíos de aire (%)	5.6	5.0			
3	V. M. A. (%)	18.5	17.6			
4	% pérdida de estabilidad		20.7			

INGEPAV  
INGENIEROS S.A.C.  
  
 ING. LUIS ÁNGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA),  
 EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA  
 ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) -  
 ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S  
 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F  
 (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE  
 SERVICIO

REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO

UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSION		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Material de Base Estabilizado
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Ag. Existente Estabilizado con Emulsión
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	3.4	G. Es. Aparente (°C)	: 2.634 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.7
Agua de adición a la mezcla (g)	3.2
Agua de compactación (%)	3.5

N°	DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1112.3	1115.5		1115.5	1110.7	
2	Peso de la probeta en agua (E)	633.6	637.0		637.2	639.2	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1119.0	1125.3		1133.0	1130.8	
4	Volumen por desplazamiento	495.4	499.3		495.9	491.6	
5	Densidad Bulk (G)	2.292	2.264		2.250	2.259	
6	Densidad Seca Bulk	2.225	2.217	2.221			

N°	Estabilidad (22.2 °C)	1	2	3	4	5	6
1	Estabilidad (Kg-f)	596	573		468	499	
2	Factor de corrección	1.14	1.09		1.09	1.14	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	679	625		510	569	
4	Flujo (mm)	2.0	2.8		2.3	2.3	

N°	Contenido de humedad	1	2	3	4	5	6
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1119.0	1125.3		1133.0	1130.8	
2	Peso de la muestra seca (I)	1079.9	1092.6		1055.9	1049.2	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	3.1	3.1		7.5	8.0	
5	Humedad absorbida					4.7	

N°	Características	1	2	3	4	5	6
1	Máximo total de vacíos (%)	11.1	11.4				
2	vacíos de aire (%)	4.4	4.7				
3	V. M. A. (%)	18.3	18.6				
4	% pérdida de estabilidad		17.2				

  
**ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR**  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA),  
 EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA  
 ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) -  
 ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S  
 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F  
 (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE  
 SERVICIO  
 REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
 UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Material de Base Estabilizado
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Ag. Existente Estabilizado con Emulsión
Gravedad específica del asfalto ( B )	1.01		
Asfalto residual en la mezcla ( A ) (%)	4.4	G. Es. Aparente (°C)	: 2.634 g/cm3

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	7.4
Agua de adición a la mezcla (g)	-4.4
Agua de compactación (%)	35

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
Nº DENSIDAD BULK						
1 Peso de la probeta en aire ( D )	1106.5	1110.2		1121.5	1122.2	
2 Peso de la probeta en agua ( E )	626.7	630.2		634.0	631.2	
3 Peso de la probeta SSD ( F )	1116.5	1117.3		1135.4	1136.3	
4 Volumen por desplazamiento	467.8	467.1		501.4	505.1	
5 Densidad Bulk ( G )	2.268	2.279		2.237	2.222	
6 Densidad Seca Bulk	2.213	2.228	2.221			

Nº Estabilidad ( 22.2 °C )						
1 Estabilidad (Kg-f)	534	514		443	420	
2 Factor de corrección	1.09	1.09		1.09	1.09	
3 Estabilidad corregida (Kg-f)	582	560		483	459	
4 Flujo (mm)	2.8	3.3		3.3	3.6	

Nº Contenido de humedad						
1 Peso de la muestra húmeda (H)	1116.5	1117.3		1135.4	1136.3	
2 Peso de la muestra seca ( I )	1079.6	1065.4		1065.0	1069.0	
3 Tara (J)						
4 Contenido de humedad (K)	2.6	2.4		6.9	6.6	
5 Humedad absorbida					4.2	

Nº Características						
1 Máximo total de vacíos (%)	10.2	9.6				
2 vacíos de aire (%)	4.7	4.5				
3 V. M. A. (%)	19.6	19.0				
4 % pérdida de estabilidad		17.6				

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO  
REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Material de Base Estabilizado
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Ag. Existente Estabilizado con Emulsión
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	5.4	G. Es. Aparente (°C)	: 2.634 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	8.1
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	3.5

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
Nº DENSIDAD BULK						
1 Peso de la probeta en aire (D)	1116.1	1114.8		1125.0	1117.6	
2 Peso de la probeta en agua (E)	632.4	632.2		617.9	620.6	
3 Peso de la probeta SSD (F)	1122.9	1122.6		1133.3	1125.6	
4 Volumen por desplazamiento	490.5	490.4		515.4	505.0	
5 Densidad Bulk (G)	2.275	2.273		2.183	2.213	
6 Densidad Seca Bulk	2.208	2.213	2.210			

Nº	Estabilidad (22.2 °C)					
1	Estabilidad (Kg-f)	465	446		364	366
2	Factor de corrección	1.04	1.04		1.04	1.04
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	484	463		410	401
4	Flujo (mm)	30	41		36	38

Nº	Contenido de humedad					
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1122.9	1122.6		1133.3	1125.6
2	Peso de la muestra seca (I)	1082.8	1065.3		1060.9	1062.5
3	Tara (J)					
4	Contenido de humedad (K)	3.2	2.9		7.2	6.3
5	Humedad absorbida					3.7

Nº	Características					
1	Máximo total de vacíos (%)	9.2	9.0			
2	vacíos de aire (%)	2.4	3.0			
3	V. M. A. (%)	20.5	20.3			
4	% pérdida de estabilidad		14.3			

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO  
 REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**1.- AGREGADOS**

Material Granular (Cantera 0+000) : 100%

**2.- LIGANTE ASFÁLTICO**

Tipo de emulsión asfáltica : CSS-1h  
 % óptimo de emulsión asfáltica : 5.0 %  
 % óptimo de asfalto residual : 3.0 %

**3.- AGUA**

% de humedad natural : 1.0 %  
 % de agua en la emulsión : 2.0 %  
 % de agua de pre- mezcla : 3.0 %  
 % de agua total en la mezcla : 6.0 %  
 % de agua de compactación : 4.1 %

**4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO**

Nº DE GOLPES		50	
% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	4.5	5.0	5.5
ASFALTO RESIDUAL (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	2.7	3.0	3.3
DENSIDAD SECA BULK (g/cm <sup>3</sup> )	2.218	2.222	2.221
ESTABILIDAD MODIFICADA SECA (kg), (22.2 °C)	1058.5	1052.4	1042.1
ESTABILIDAD MODIFICADA HUMEDA (kg), (22.2 °C)	901.5	904.7	904.0
CAMBIOS DE ESTABILIDAD (%)	15.2	14.3	13.3
VACIOS TOTALES (%)	14.6	13.9	13.4
HUMEDAD ABSORBIDA (%)	4.7	4.4	4.2
REVESTIMIENTO (%)	--	90.0	--

**4.- TEMPERATURA DE APLICACION EN LABORATORIO(°C)**

Temperatura de agregados : 22.2 °C  
 Temperatura de emulsión asfáltica : 22.2 °C

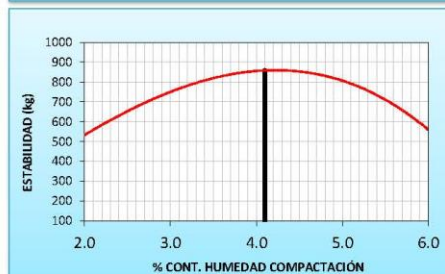
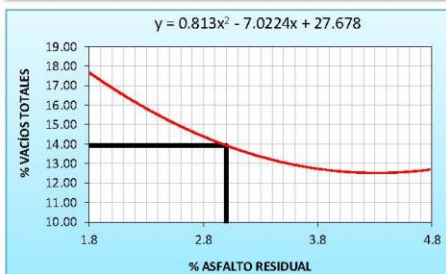
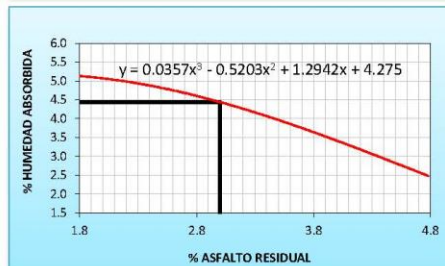
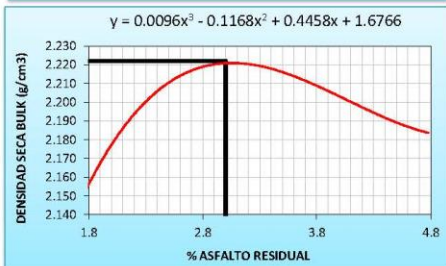
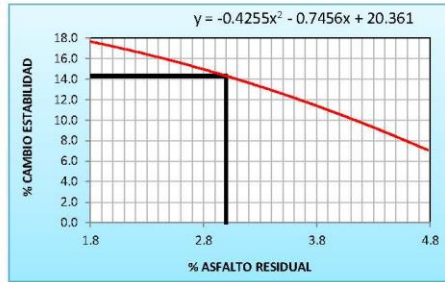
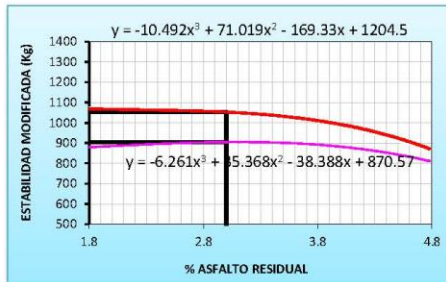
**OBSERVACIONES :**

- (1) Estabilidad Marshall ensayadas a una temperatura de 22.2 °C (Ref: Manual asphalt institute MS-19).
- (2) Agregados muestreado por los interesados.
- (3) Porcentajes de materiales expresado en peso de los agregados.
- (4) Las condiciones de diseño y evaluación de material fueron realizadas en condiciones de laboratorio. Se debe tomar en cuenta, que los trabajos se realizaran a una temperatura de ambiente durante la aplicación en campo, se puede requerir algunos ajustes al diseño.!!

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO  
 REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO



**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468



FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANACCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO

REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO

UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Cant. Cerro Km50+000
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Material granular
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para suelo estabilizado con emulsión
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	1.8	G. Es. Aparente (°C)	: 2.696 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	5.0
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.1

N°	DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
		1	2	3	4	5	6
1	Densidad Bulk						
1	Peso de la probeta en aire (D)	1042.1	1046.1		1041.3	1040.0	
2	Peso de la probeta en agua (E)	606.5	608.1		605.8	604.4	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1060.5	1062.2		1059.6	1066.5	
4	Volumen por desplazamiento	474.0	474.1		463.8	462.1	
5	Densidad Bulk (G)	2.199	2.206		2.152	2.167	
6	Densidad Seca Bulk	2.152	2.150	2.151			

N° Estabilidad ( 22.2 °C )						
1	Estabilidad (Kg-f)	920	956		783	792
2	Factor de corrección	1.14	1.14		1.09	1.14
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1046	1090		854	903
4	Flujo (mm)	2.5	2.5		2.3	2.5

N° Contenido de Humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1060.5	1062.2		1059.6	1066.5
2	Peso de la muestra seca (I)	1019.9	1019.2		1013.0	1012.1
3	Tera (J)					
4	Contenido de humedad (K)	2.2	2.7		7.7	7.5
5	Humedad absorbida					5.1

N° Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	18.0	18.0			
2	vacíos de aire (%)	13.3	12.4			
3	V. M. A. (%)	21.6	21.7			
4	% pérdida de estabilidad		17.9			

**INGEPAV**  
**INGENIEROS S.A.C.**  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

**SOLICITANTE** : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO

**REFERENCIA** : ESTABILIZACION DE SUELO

**UBICACIÓN** : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Cant. Cerro Km50+000
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Material granular
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para suelo estabilizado con emulsión
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	2.8	G. Es. Aparente (°C)	: 2.698 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	5.7
Agua de adición a la mezcla (g)	3.1
Agua de compactación (%)	4.1

N°	DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1042.1	1045.0		1043.0	1046.9	
2	Peso de la probeta en agua (E)	612.9	610.2		607.0	609.4	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1074.6	1069.4		1066.9	1069.2	
4	Volumen por desplazamiento	461.7	459.2		479.9	479.8	
5	Densidad Bulk (G)	2.257	2.276		2.173	2.162	
6	Densidad Seca Bulk	2.211	2.226	2.219			

N°	Estabilidad ( 22.2 °C )						
1	Estabilidad (Kg-f)	897	860		812	772	
2	Factor de corrección	1.19	1.19		1.14	1.14	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1067	1047		925	860	
4	Flujo (mm)	2.8	3.0		2.3	2.5	

N°	Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1074.6	1069.4		1066.9	1069.2	
2	Peso de la muestra seca (I)	1020.9	1022.2		1018.1	1022.4	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	2.1	2.3		6.9	6.7	
5	Humedad absorbida					4.6	

N°	Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	14.3	13.8				
2	vacíos de aire (%)	9.7	8.8				
3	V. M. A. (%)	20.3	19.7				
4	% pérdida de estabilidad		14.6				

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PESSY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO

REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO

UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	OSS-1H	Identificación	: Cant. Cerro Km 50+000
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Material granular
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para suelo estabilizado con emulsión
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	38	G. Es. Aparente (°C)	: 2.698 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.4
Agua de adición a la mezcla (g)	-4.3
Agua de compactación (%)	4.1

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
Nº DENSIDAD BULK						
1 Peso de la probeta en aire (D)	1052.4	1049.5		1053.2	1052.3	
2 Peso de la probeta en agua (E)	614.6	608.2		613.3	614.3	
3 Peso de la probeta SSD (F)	1065.3	1079.1		1069.3	1090.6	
4 Volumen por desplazamiento	470.7	470.9		476.0	476.3	
5 Densidad Bulk (G)	2.236	2.229		2.213	2.209	
6 Densidad Seca Bulk	2.212	2.205	2.208			

Nº	Estabilidad ( 22.2 °C )					
1	Estabilidad (Kg-f)	651	646		763	600
2	Factor de corrección	1.19	1.19		1.14	1.14
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	1013	1006		670	912
4	Filujo (mm)	2.8	3.0		2.5	2.5

Nº	Contenido de humedad					
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1065.3	1079.1		1069.3	1090.6
2	Peso de la muestra seca (I)	1041.0	1036.5		1040.3	1044.3
3	Tara (J)					
4	Contenido de humedad (K)	1.1	1.1		4.9	4.6
5	Humedad absorbida					3.6

Nº	Características					
1	Máximo total de vacíos (%)	13.0	13.2			
2	vacíos de aire (%)	10.6	10.9			
3	V. M. A. (%)	21.0	21.3			
4	% pérdida de estabilidad		11.7			

INGEPAV  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3S1 (STA BÁRBARA),  
 EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA  
 ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) -  
 ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S  
 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F  
 (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE  
 SERVICIO

REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO

UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Cant. Cerro Km50+000
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Material granular
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para suelo estabilizado con emulsión
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	48	G. Es. Aparente (°C)	: 2686 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	7.0
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.1

N°	DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1067.8	1065.1		1078.4	1075.7	
2	Peso de la probeta en agua (E)	612.0	611.0		612.1	611.4	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1094.4	1092.9		1096.8	1094.0	
4	Volumen por desplazamiento	482.4	481.9		484.7	482.6	
5	Densidad Bulk (G)	2.214	2.210		2.225	2.229	
6	Densidad Seca Bulk	2.187	2.180	2.184			

N°	Estabilidad ( 22.2 °C )				
1	Estabilidad (Kg-f)	778	752	738	718
2	Factor de corrección	1.14	1.14	1.09	1.14
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	887	857	804	819
4	Flujo (mm)	33	30	28	25

N°	Contenido de humedad				
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1094.4	1092.9	1096.8	1094.0
2	Peso de la muestra seca (I)	1055.0	1050.7	1057.9	1055.6
3	Tara (J)				
4	Contenido de humedad (K)	1.3	1.4	3.9	3.8
5	Humedad absorbida				2.5

N°	Características				
1	Máximo total de vacíos (%)	12.4	12.7		
2	vacíos de aire (%)	9.8	9.7		
3	V. M. A. (%)	22.3	22.5		
4	% pérdida de estabilidad		6.9		

INGEPAV  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO  
 REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**1.- AGREGADOS**

Material Granular (Cantera Cerro 13+320) : 100%

**2.- LIGANTE ASFÁLTICO**

Tipo de emulsión asfáltica : CSS-1h  
 % óptimo de emulsión asfáltica : 6.8 %  
 % óptimo de asfalto residual : 4.1 %

**3.- AGUA**

% de humedad natural : 1.0 %  
 % de agua en la emulsión : 2.7 %  
 % de agua de pre- mezcla : 3.0 %  
 % de agua total en la mezcla : 6.7 %  
 % de agua de compactación : 4.1 %

**4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO**

Nº DE GOLPES		50	
% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	6.3	6.8	7.3
ASFALTO RESIDUAL (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	3.8	4.1	4.4
DENSIDAD SECA BULK (g/cm <sup>3</sup> )	2.187	2.188	2.187
ESTABILIDAD MODIFICADA SECA (kg), (22.2 °C)	836.8	810.4	778.1
ESTABILIDAD MODIFICADA HUMEDA (kg), (22.2 °C)	501.4	486.0	464.4
CAMBIOS DE ESTABILIDAD (%)	42.0	41.0	40.1
VACIOS TOTALES (%)	13.8	13.4	13.2
HUMEDAD ABSORBIDA (%)	3.5	3.3	3.1
REVESTIMIENTO (%)	--	90.0	--

**4.- TEMPERATURA DE APLICACION EN LABORATORIO(°C)**

Temperatura de agregados : 22.2 °C  
 Temperatura de emulsión asfáltica : 22.2 °C

**OBSERVACIONES :**

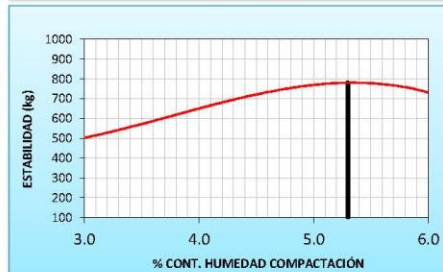
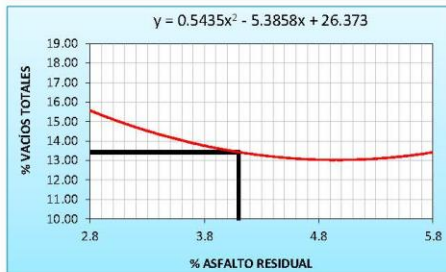
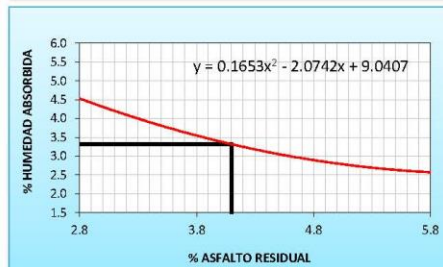
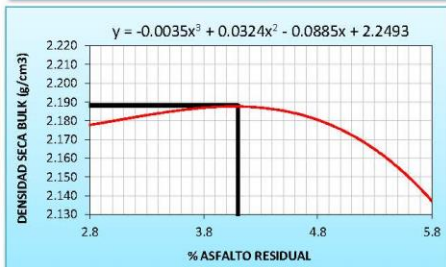
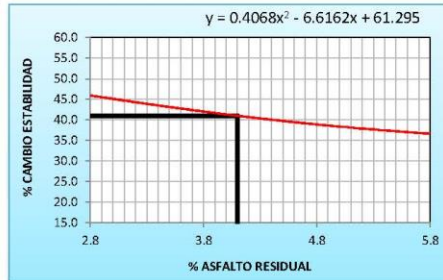
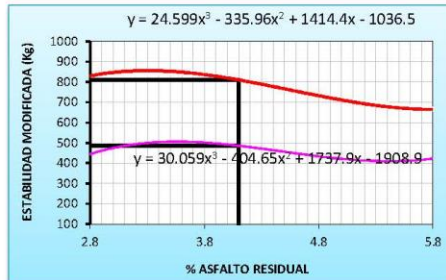
- (1) Estabilidad Marshall ensayadas a una temperatura de 22.2 °C (Ref: Manual asphalt institute MS-19).
- (2) Agregados muestreado por los interesados.
- (3) Porcentajes de materiales expresado en peso de los agregados.
- (4) Las condiciones de diseño y evaluación de material fueron realizadas en condiciones de laboratorio. Se debe tomar en cuenta, que los trabajos se realizaran a una temperatura de ambiente durante la aplicación en campo, se puede requerir algunos ajustes al diseño.!!

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO

REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO



**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

**SOLICITANTE** : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANACCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO

**REFERENCIA** : ESTABILIZACION DE SUELO

**UBICACIÓN** : CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Cant. Cerro Km50+000
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Material granular
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para suelo estabilizado con emulsión
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	2.8	G. Es. Aparente (°C)	: 2.695 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	5.7
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.1

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
<b>Nº Densidad Bulk</b>						
1 Peso de la probeta en aire (D)	1120.5	1119.2		1099.0	1112.4	
2 Peso de la probeta en agua (E)	630.5	637.2		652.3	650.6	
3 Peso de la probeta SSD (F)	1135.2	1141.9		1153.9	1162.7	
4 Volumen por desplazamiento	504.7	504.7		501.6	512.1	
5 Densidad Bulk (G)	2.220	2.218		2.191	2.172	
6 Densidad Seca Bulk	2.173	2.162	2.178			

Nº Estabilidad ( 22.2 °C )						
1 Estabilidad (Kg-f)	806	786		437	429	
2 Factor de corrección	1.04	1.04		1.04	1.00	
3 Estabilidad corregida (Kg-f)	838	817		455	429	
4 Flujo (mm)	2.5	2.5		2.3	2.5	

Nº Contenido de Humedad						
1 Peso de la muestra húmeda (H)	1135.2	1141.9		1153.9	1162.7	
2 Peso de la muestra seca (I)	1096.9	1101.2		1093.0	1094.6	
3 Tera (J)						
4 Contenido de humedad (K)	2.2	1.7		6.7	6.4	
5 Humedad absorbida					4.6	

Nº Características						
1 Máximo total de vacíos (%)	15.7	15.4				
2 vacíos de aire (%)	11.0	11.8				
3 V. M. A. (%)	21.5	21.2				
4 % pérdida de estabilidad		46.7				

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA),  
 EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP PE3S G (ABRA  
 ASNOCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO)-  
 ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP PE-3S  
 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F  
 (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE  
 SERVICIO  
 REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Cant. Cerro Km 50+000
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Material granular
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para suelo estabilizado con emulsión
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	3.8	G. Es. Aparente (°C)	: 2.695 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	6.4
Agua de adición a la mezcla (g)	-4.3
Agua de compactación (%)	4.1

N°	DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1131.0	1136.0		1137.9	1137.8	
2	Peso de la probeta en agua (E)	642.3	645.5		661.6	663.2	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1147.9	1156.2		1178.2	1177.7	
4	Volumen por desplazamiento	505.6	510.7		516.6	514.5	
5	Densidad Bulk (G)	2.237	2.224		2.203	2.211	
6	Densidad Seca Bulk	2.192	2.182	2.187			

N° Estabilidad ( 22.2 °C )						
1	Estabilidad (Kg-f)	814	825		499	502
2	Factor de corrección	1.04	1.00		1.00	1.00
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	847	825		499	502
4	Flujo (mm)	2.8	3.0		2.3	2.5

N° Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1147.9	1156.2		1178.2	1177.7
2	Peso de la muestra seca (I)	1108.4	1114.2		1116.5	1120.8
3	Tara (J)					
4	Contenido de humedad (K)	2.1	2.0		5.5	5.3
5	Humedad absorbida					3.3

N° Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	13.7	14.1			
2	vacíos de aire (%)	9.2	9.8			
3	V. M. A. (%)	21.6	22.0			
4	% pérdida de estabilidad		40.1			

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468



FECHA: 29/01/2020

**SOLICITANTE** : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO  
**REFERENCIA** : ESTABILIZACION DE SUELO  
**UBICACIÓN** : CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Cant. Cerro Km 50+000
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Material granular
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para suelo estabilizado con emulsión
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	4.8	G. Es. Aparente (°C)	: 2.695 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	7.1
Agua de adición a la mezcla (g)	-11.7
Agua de compactación (%)	4.1

N°	DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la probeta en aire (D)	1147.2	1147.8		1140.7	1140.4	
2	Peso de la probeta en agua (E)	646.0	647.3		656.0	658.9	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1163.9	1165.6		1172.2	1174.2	
4	Volumen por desplazamiento	517.9	518.3		516.2	515.3	
5	Densidad Bulk (G)	2.215	2.215		2.210	2.213	
6	Densidad Seca Bulk	2.180	2.179	2.180			

N° Estabilidad ( 22.2 °C )							
1	Estabilidad (Kg-f)	736	721		429	434	
2	Factor de corrección	1.00	1.00		1.00	1.00	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	736	721		429	434	
4	Flujo (mm)	2.8	3.0		2.5	2.5	

N° Contenido de humedad							
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1163.9	1165.6		1172.2	1174.2	
2	Peso de la muestra seca (I)	1129.2	1129.3		1119.4	1124.8	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	1.7	1.7		4.9	4.6	
5	Humedad absorbida					3.1	

N° Características							
1	Máximo total de vacíos (%)	12.9	12.9				
2	vacíos de aire (%)	9.4	9.4				
3	V. M. A. (%)	22.8	22.9				
4	% pérdida de estabilidad		40.7				

  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

FECHA: 29/01/2020

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA),  
 EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA  
 ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE- 3S (CUSCO) -  
 ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S  
 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F  
 (YANAQCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE  
 SERVICIO

REFERENCIA : ESTABILIZACION DE SUELO

UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Cant. Cerro Km 50+000
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.5	Descripción	: Material granular
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para suelo estabilizado con emulsión
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	5.8	G. Es. Aparente (C)	: 2.695 g/cm <sup>3</sup>

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	7.7
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	4.1

DESCRIPCIÓN	SECO			SATURADO		
	1	2	3	4	5	6
<b>Nº DENSIDAD BULK</b>						
1. Peso de la probeta en aire (D)	1157.0	1165.3		1165.5	1165.7	
2. Peso de la probeta en agua (E)	642.9	653.1		663.8	666.1	
3. Peso de la probeta SSD (F)	1174.2	1165.1		1199.3	1201.3	
4. Volumen por desplazamiento	531.3	532.0		535.5	535.2	
5. Densidad Bulk (G)	2.178	2.190		2.176	2.178	
6. Densidad Seca Bulk	2.125	2.144	2.135			

Nº Estabilidad ( 22.2 °C )						
1. Estabilidad (Kg-ft)	678	707		437	451	
2. Factor de corrección	0.96	0.96		0.96	0.96	
3. Estabilidad corregida (Kg-ft)	651	678		420	433	
4. Flujo (mm)	3.3	3.0		2.8	2.5	

Nº Contenido de humedad						
1. Peso de la muestra húmeda (H)	1174.2	1165.1		1199.3	1201.3	
2. Peso de la muestra seca (I)	1129.1	1140.7		1146.2	1147.3	
3. Tara (J)						
4. Contenido de humedad (K)	2.6	2.3		4.9	5.0	
5. Humedad absorbida					2.5	

Nº Características						
1. Máximo total de vacíos (%)	13.9	13.1				
2. vacíos de aire (%)	8.6	8.5				
3. V. M. A. (%)	25.5	24.8				
4. % pérdida de estabilidad		35.9				

INGEPAV  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

*C. POLYCOM*

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
  
-----  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

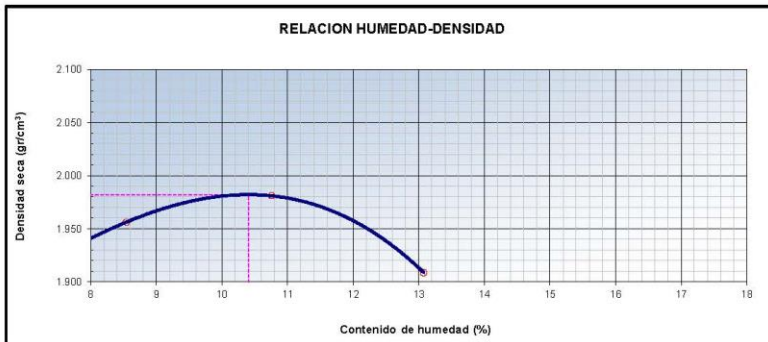
FECHA : 5/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3Y (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + POLYCOM (0,03g/Kg) + 0.5% CEMENTO
SUCS	: SP
AASHTO	: A-1-a (0)

MÉTODO : C

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	10758.00	11017.00	11167.00	11091.00
Peso molde	gr	6509.00	6509.00	6509.00	6509.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4249.00	4508.00	4658.00	4582.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2123.00	2123.00	2123.00	2123.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.12	2.19	2.16
Peso del suelo húmedo+tara	gr	352.30	368.85	345.44	429.40
Peso del suelo seco + tara	gr	333.05	342.75	314.75	383.95
Tara	gr	30.20	37.27	29.42	36.40
Peso de agua	gr	19.25	26.10	30.69	45.45
Peso del suelo seco	gr	302.85	305.48	285.33	347.55
Contenido de agua	%	6.36	8.54	10.76	13.08
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.882	1.956	1.981	1.909
Gravedad Especifica (gr/cm <sup>3</sup> )			Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.982
			Humedad óptima (%)		10.4



Referencia	ASTM D 1557-02 Standard	145.3	102.3
	using modified effort - 56l	285.6	260.3
Observaciones:		526.5	385.6
		725.6	625.3
	Método Seco.	1365.2	1235.6
	Pison Manual.	1865.3	1625.3
	Pasante la 3/4	2235	1950.6
	Método de Gravedad Espe.	2650.3	2215.3

Equipos utilizados	- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
	- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
	- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
	- Juego de tamices TMZ: GranTest
	- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
**INGENIEROS S.A.C.**  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

FECHA : 5/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE :	CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASMOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN :	CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA :	MATERIAL INTEGRAL + POLYCOM (0,03g/Kg) + 0.5% CEMENTO
SUCS :	SP
AASHTO :	A-1-a (0)

COMPACTACION						
Molde N°	35		36		37	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12075.00	12250.00	11975.00	12150.00	11675.00	11820.00
Peso de molde (g)	7552.00	7552.00	7705.00	7705.00	7605.00	7605.00
Peso del suelo húmedo (g)	4523.00	4698.00	4270.00	4445.00	4070.00	4215.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2068.63	2068.63	2060.47	2060.47	2065.90	2065.90
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.186	2.271	2.072	2.157	1.970	2.040
Peso suelo húmedo + tara (g)	321.30	425.30	402.30	415.30	401.20	402.30
Peso suelo seco + tara (g)	294.00	385.20	368.30	375.20	366.20	364.10
Peso de tara (g)	29.82	34.20	30.80	31.20	33.20	30.20
Peso de agua (g)	27.30	40.10	34.00	40.10	35.00	38.20
Peso de suelo seco (g)	264.18	351.00	337.50	344.00	333.00	333.90
Contenido de humedad (%)	10.3	11.4	10.1	11.7	10.5	11.4
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.982	2.038	1.883	1.932	1.783	1.831

EXPANSION										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
31/01/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
1/02/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
2/02/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/02/2020	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
4/02/2020	96	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 35				MOLDE N° 36				MOLDE N° 37			
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION kg	%	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION kg	%	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION kg	%
0.000		0				0				0			
0.635		7.5	145.3			5.3	102.3			4.4	85.3		
1.270		14.7	285.6			13.4	260.3			9.8	189.6		
1.905		27.1	526.5			19.8	385.6			16.7	325.6		
2.540	70.45	37.3	725.6			32.2	625.3			27.0	524.3		
3.180		70.2	1365.2			63.6	1235.6			46.1	895.6		
3.810		96.0	1865.3			83.6	1625.3			65.0	1263.4		
5.080	105.68	115.0	2235.0			100.3	1950.6			78.4	1524.3		
7.620		136.3	2650.3			114.0	2215.3			94.0	1826.3		
10.160													
12.700													

- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
  - Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 48.75 mm
  - Celda de Carga Tipo "S": S-OL-MZ0923578
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

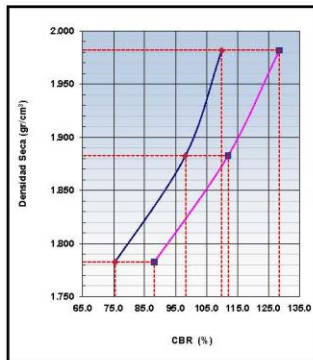
- Equipos utilizados:**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CVM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CVM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GRANTEST
  - Martillo de compactación de energía modificada MPN-01: METROTEST
  - Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA : 5/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE :	CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMÁPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUJI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAQCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN :	CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA :	MATERIAL INTEGRAL+ POLYCOM (0,03g/kg)+ 0.5% CEMENTO
SUCS :	SP
AASHTO :	A-1-a (0)

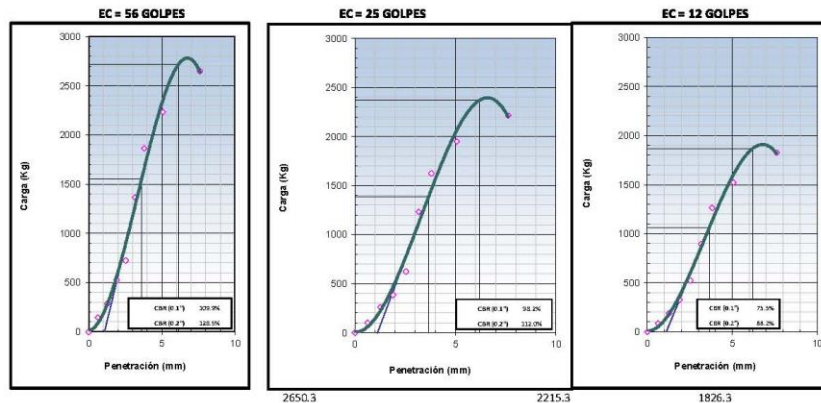


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.982  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMED : 10.4  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g : 1.883

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	110.0	0.2":	128.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	98.3	0.2":	112.1

RESULTADOS (0.2"):  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 128.6 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 112.1 (%)

RESULTADOS (0.1"):  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 110.0 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 98.3 (%)



Referencia:

- ASTM D1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft<sup>2</sup>/ft<sup>3</sup> (2700 kN·m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

Equipos utilizados:

- Balanza BAL-01: OHAUS - CVM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CVM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

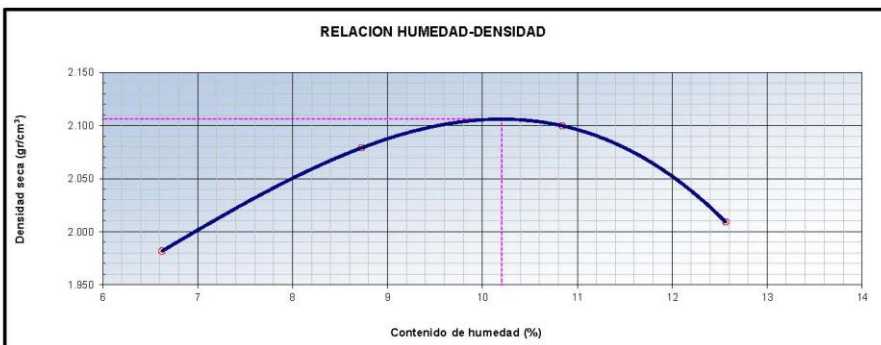
FECHA : 5/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) – EMP PE3SY, EMP PE3Y (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + POLYCOM (0,03g/Kg) + 0.5% CEMENTO
SUCS	: GM
AASHTO	: A-1-b (0)

MÉTODO : C

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	10995.00	11308.00	11450.00	11310.00
Peso molde	gr	6509.00	6509.00	6509.00	6509.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4486.00	4799.00	4941.00	4801.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2123.00	2123.00	2123.00	2123.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.11	2.26	2.33	2.26
Peso del suelo húmedo+tara	gr	410.20	334.22	312.04	365.20
Peso del suelo seco + tara	gr	387.00	310.20	284.50	328.50
Tara	gr	36.80	35.00	30.46	36.40
Peso de agua	gr	23.20	24.02	27.54	36.70
Peso del suelo seco	gr	350.20	275.20	254.04	292.10
Contenido de agua	%	6.62	8.73	10.84	12.56
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.982	2.079	2.100	2.009
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )			Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.106
			Humedad óptima (%)		10.2



Referencia

*ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft/lbf/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)*

Observaciones:

Método Seco.  
Pison Manual.  
Pasante la 3/4  
Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA : 5/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE :	CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP. PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACOS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN :	CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA :	MATERIAL INTEGRAL + POLYCOM (0,03g/Kg) + 0.5% CEMENTO
SUCS :	GM
AASHTO :	A-1-b (0)

COMPACTACION						
Molde N°	10		11		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12487.00	12650.00	12110.00	12310.00	11780.00	11910.00
Peso de molde (g)	7684.00	7684.00	7538.00	7538.00	7496.00	7496.00
Peso del suelo húmedo (g)	4803.00	4966.00	4572.00	4772.00	4284.00	4414.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2057.75	2057.75	2057.75	2057.75	2036.09	2036.09
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.334	2.413	2.222	2.319	2.104	2.168
Peso suelo húmedo + tara (g)	360.30	410.30	415.30	385.20	365.20	402.30
Peso suelo seco + tara (g)	328.00	371.20	378.00	348.00	334.00	364.30
Peso de tara (g)	30.00	32.50	32.30	30.80	32.60	34.20
Peso de agua (g)	32.30	39.10	37.30	37.20	31.20	38.00
Peso de suelo seco (g)	298.00	338.70	345.70	317.20	301.40	330.10
Contenido de humedad (%)	10.8	11.5	10.8	11.7	10.4	11.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.106	2.164	2.005	2.076	1.907	1.944
347.92						

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
31/01/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
1/02/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
2/02/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/02/2020	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
4/02/2020	96	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

PENETRACION											
PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12			
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	
0.000			0			0			0		
0.635		11.8	230.0		9.9	192.3		8.2	160.3		
1.270		18.0	350.6		15.2	295.3		10.8	210.3		
1.905		27.6	536.3		23.2	450.2		19.8	385.6		
2.540	70.45	49.2	956.3		43.0	835.6		29.0	564.2		
3.180		64.5	1254.3		57.9	1125.3		42.5	825.6		
3.810		100.0	1943.4		85.1	1654.2		64.5	1254.3		
5.080	105.68	115.3	2240.9		100.6	1956.2		84.9	1650.3		
7.620		133.3	2590.4		114.7	2230.2		93.9	1825.3		
10.160											
12.700											

Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56900 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-DL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

Equipos utilizados:

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

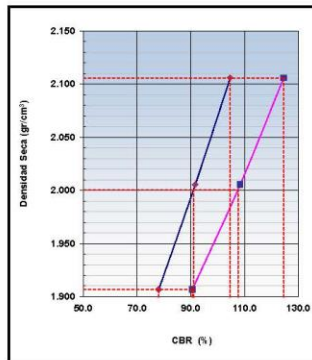
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468



FECHA : 5/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE :	CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACLUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (TAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAQCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN :	CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA :	MATERIAL INTEGRAL + POLYCOM (0,03g/Kg) + 0.5% CEMENTO
SUCS :	GM
AASHTO :	A-1-b (0)

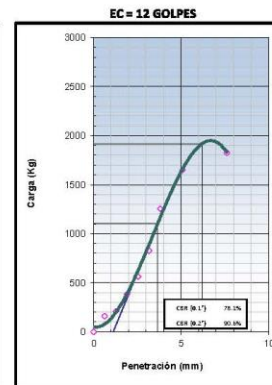
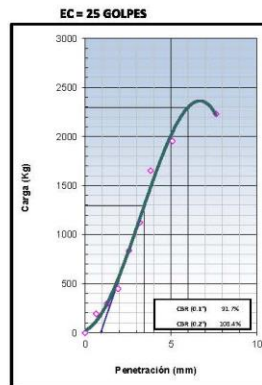
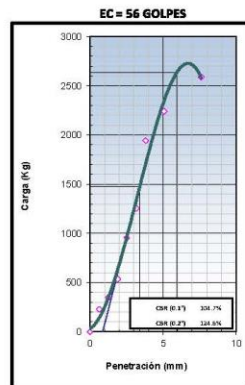


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.106  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.2  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.001

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 104.7	0.2": 124.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 91.1	0.2": 107.6

RESULTADOS (0.2"):  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 124.6 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 107.6 (%)

RESULTADOS (0.1"):  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 104.7 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 91.1 (%)



Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft/lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-DL-N20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMV-243-2019 (15-04-19)
- Homo METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMV-245-2019 (15-04-19)
- Juego de Tamices TMC: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 228468

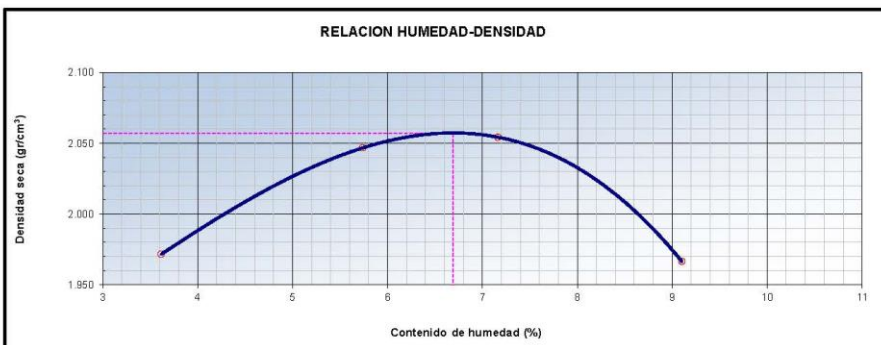
FECHA : 5/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) – EMP PE3SY, EMP PE3Y (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + POLYCOM (0,03g/Kg)
	SUCS : GM AASHTO: A-1-b (0)

MÉTODO : C

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	10810.00	11070.00	11150.00	11030.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4382.00	4642.00	4722.00	4602.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2145.00	2145.00	2145.00	2145.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.04	2.16	2.20	2.15
Peso del suelo húmedo+tara	gr	326.30	400.79	389.77	410.00
Peso del suelo seco + tara	gr	316.00	381.00	366.20	378.30
Tara	gr	31.20	36.10	37.15	30.00
Peso de agua	gr	10.30	19.79	23.57	31.70
Peso del suelo seco	gr	284.80	344.90	329.05	348.30
Contenido de agua	%	3.62	5.74	7.16	9.10
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.972	2.047	2.054	1.966
	Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.057
			Humedad óptima (%)		6.7



Referencia

*ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)*

Observaciones:

Método Seco.  
Pison Manual.  
Pasante la 3/4  
Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA : 5/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE :	CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCO), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN :	CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA :	MATERIAL INTEGRAL + POLYCOM (0,03g/Kg)
SUCS :	GM
AASHTO :	A-1-b (0)

COMPACTACION						
Molde N°	3		10		13	
	5		5		5	
Capas N°	55		26		12	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12095.00	12320.00	12024.00	12249.00	11680.00	11905.00
Peso de molde (g)	7541.00	7541.00	7684.00	7684.00	7513.00	7513.00
Peso del suelo húmedo (g)	4554.00	4779.00	4340.00	4565.00	4167.00	4392.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2076.80	2076.80	2057.75	2057.75	2057.75	2057.75
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.193	2.301	2.109	2.218	2.025	2.134
Peso suelo húmedo + tara (g)	255.23	282.90	329.03	273.68	402.83	354.65
Peso suelo seco + tara (g)	241.45	264.51	307.97	252.06	373.02	323.09
Peso de tara (g)	32.80	36.90	33.83	33.83	30.75	41.00
Peso de agua (g)	13.78	18.39	21.06	21.62	29.81	31.56
Peso de suelo seco (g)	208.65	227.61	274.14	218.23	342.27	282.09
Contenido de humedad (%)	6.6	8.1	7.7	9.9	8.7	11.2
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.057	2.129	1.959	2.018	1.863	1.920

EXPANSION										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
31/01/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
1/02/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
2/02/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
3/02/2020	72	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
4/02/2020	96	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

PENETRACION												
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3			MOLDE N° 10			MOLDE N° 13				
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION %		
0.000		0			0			0				
0.635		9.8	191.2		8.2	159.3		6.8	132.8			
1.270		28.9	561.2		24.1	467.7		20.1	389.8			
1.905		51.7	1004.2		43.0	836.8		35.9	697.3			
2.540	70.45	73.0	1420.0		60.9	1183.3		50.7	986.1			
3.180		92.7	1802.7		77.3	1502.3		64.4	1251.9			
3.810		126.8	2464.2		105.6	2053.5		88.0	1711.3			
5.080	105.68	146.1	2840.1		121.8	2366.8		101.5	1972.3			
7.620		168.8	3281.5		140.7	2734.6		117.2	2278.8			
10.160												
12.700												

Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 58000 ftlb/R<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kg), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración: metálico de sección transversal circular de 48.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20029379
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

Equipos utilizados:

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-09: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TM2: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

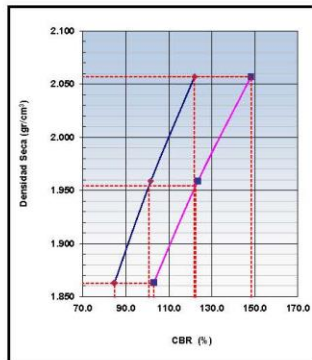
**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

FECHA : 5/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE :	CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU-119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP PE-3S G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAOCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN :	CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA :	MATERIAL INTEGRAL + POLYCOM (0,03g/Kg)
SUCS :	GM
AASHTO :	A-1-b (0)

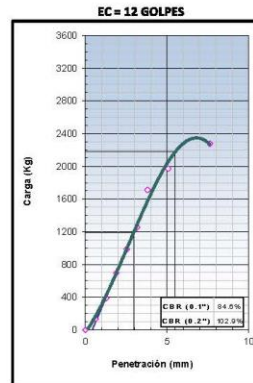
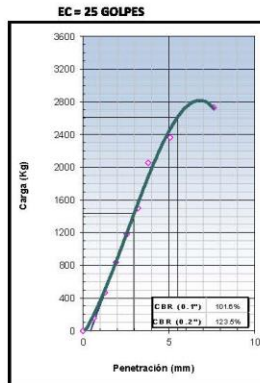
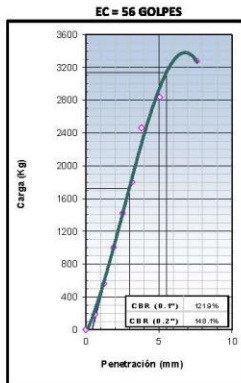


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.057  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.7  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.954

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 121.9	0.2": 148.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 100.7	0.2": 122.5

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 148.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 122.5 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 121.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 100.7 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-01-M/20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados:**

- Balanza BAL-01: DHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: DHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TV2: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-069-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

*D. MEGASOIL*

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.

ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

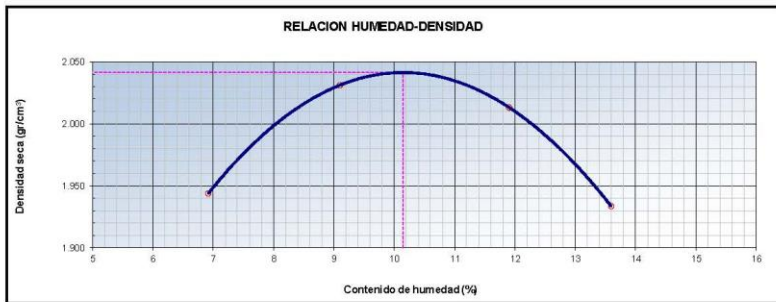
FECHA: 15/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3YS (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUARI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + MEGASOIL (0.02Gr/Kg) + 2 % CEMENTO
	SUCS: SP AASHTO: A-1-a (0)

MÉTODO : C

COMPACTACION					
Peso suelo + molde	gr	10892.00	11188.00	11267.00	11146.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4464.00	4760.00	4839.00	4718.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2148.00	2148.00	2148.00	2148.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.08	2.22	2.25	2.20
Peso del suelo húmedo+tara	gr	359.80	274.70	260.40	342.40
Peso del suelo seco + tara	gr	338.84	254.35	236.73	305.71
Tara	gr	35.88	30.75	37.93	35.88
Peso de agua	gr	20.96	20.35	23.67	36.69
Peso del suelo seco	gr	302.96	223.60	198.80	269.83
Contenido de agua	%	6.92	9.10	11.91	13.60
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.944	2.031	2.013	1.994
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.560	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.041
			Humedad óptima (%)		10.1



Referencia

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Rbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Observaciones:

Método Seco.

Pisón Manual.

Pasante 1a 3/4

Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)

- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)

- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

- Juego de tamices TMZ: GranTest

- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

FECHA: 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP, PE35 G (ABRA ASNOCASAS), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACOS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP, PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAACA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + MEGASOIL (0.02Gr/Kg) + 2 % CEMENTO  
 SUCS : SP  
 AASHTO: A-1-a (0)

**COMPACTACION**

Molde Nº	60		68		66	
	5	5	5	5	5	5
Colapes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12160.00	12276.00	12089.00	12205.00	11956.00	12072.00
Peso de molde (g)	7545.00	7545.00	7587.00	7587.00	7557.00	7557.00
Peso del suelo húmedo (g)	4615.00	4731.00	4502.00	4618.00	4399.00	4515.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2035.04	2035.04	2071.35	2071.35	2090.46	2090.46
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.246	2.302	2.175	2.229	2.104	2.160
Peso suelo húmedo + tara (g)	276.80	325.90	394.60	399.80	338.30	302.40
Peso suelo seco + tara (g)	255.20	294.45	359.38	360.83	305.88	270.97
Peso de tara (g)	41.00	37.93	41.00	34.85	41.00	38.95
Peso de agua (g)	21.60	29.45	35.22	38.97	32.42	31.43
Peso de suelo seco (g)	214.20	256.52	318.38	325.98	264.88	232.02
Contenido de humedad (%)	10.1	11.5	11.1	12.0	12.2	13.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.040	2.065	1.957	1.991	1.875	1.902
	347.92					

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/02/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/02/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
12/02/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 60			MOLDE Nº 68			MOLDE Nº 66		
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)
0.000		0	0		0	0		0	0	
0.635		9.3	180.9		8.0	154.6		6.8	132.1	
1.270		27.6	536.3		23.6	458.4		20.2	391.8	
1.905		42.3	832.7		36.6	711.7		31.3	608.3	
2.540	70.45	57.5	1117.4		49.1	955.0		42.0	816.2	
3.180		85.9	1670.6		73.5	1427.9		62.8	1220.4	
3.810		108.6	2111.2		92.8	1804.4		79.3	1542.2	
5.080	105.68	132.1	2568.3		112.9	2195.1		96.5	1876.2	
7.620		146.9	2854.9		125.5	2440.1		107.3	2085.6	
10.160										
12.700										

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>2</sup> (2700 kN/m<sup>2</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálica de sección transversal circular de 49.78 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20028579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 180,81 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Homo METROTEST-01: CFM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tarjones TMD: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CMA-060-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
-----  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

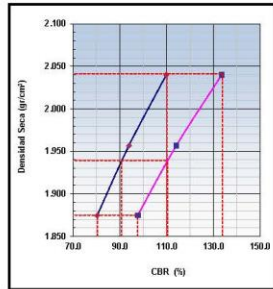
FECHA : 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMA CA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU-119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - A COS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP PE-35 G (YURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. A COMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM D+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + MEGASOIL (0.02gr/Kg) + 2 % CEMENTO  
 SUCS : SP  
 AASHTO : A-1-a (0)

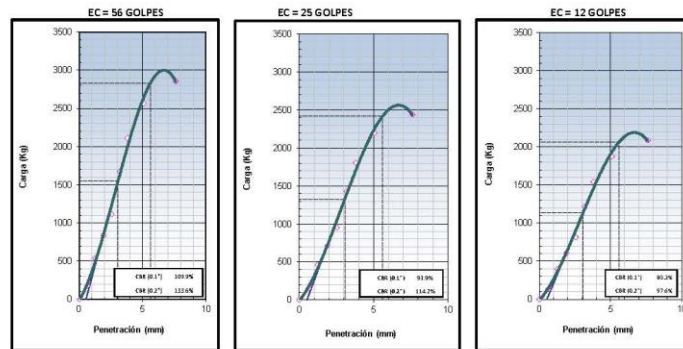


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.041  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.1  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.999

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1': 110.2	0.2': 134.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1': 90.8	0.2': 110.4

**RESULTADOS (0.2'):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 134.0 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 110.4 (%)

**RESULTADOS (0.1'):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 110.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 90.8 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Hb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kg), Unidades de medida: SI
- Platin de penetración metálica de sección transversal circular de 49.75 mm
- Cálculo de Carga Tipo "S" - S-OL-MD0023979
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados:**

- Balanza BAL-GS OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-OL CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-GS OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMD GRMPTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPA-OL METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-OL METROTEST-CM-500-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468



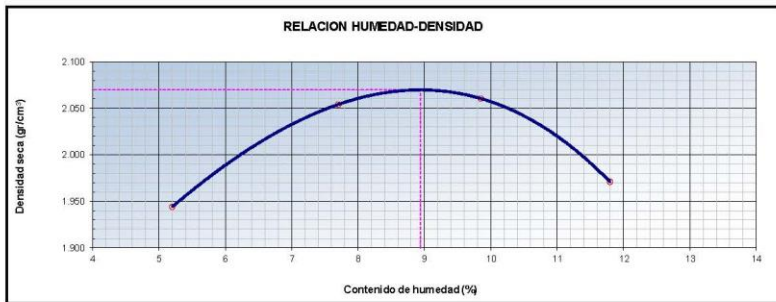
FECHA: 15/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3YS (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUARI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE CERRO KM 14+283, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + MEGASOIL (0.02Gr/Kg) + 1.5 % CEMENTO
	SUCS: GM AASHTO: A-1-b (0)

MÉTODO : C

COMPACTACION					
Peso suelo + molde	gr	10821.00	11180.00	11290.00	11161.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4393.00	4752.00	4862.00	4733.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2148.00	2148.00	2148.00	2148.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.05	2.21	2.26	2.20
Peso del suelo húmedo+tara	gr	385.40	298.30	333.10	335.20
Peso del suelo seco + tara	gr	368.07	279.83	306.72	303.07
Tara	gr	34.85	39.98	38.95	30.75
Peso de agua	gr	17.33	18.47	26.38	32.13
Peso del suelo seco	gr	333.22	239.85	267.77	272.32
Contenido de agua	%	5.20	7.70	9.85	11.80
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.944	2.054	2.061	1.971
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.477	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.070
			Humedad óptima (%)		8.9



Referencia

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Rbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Observaciones:

Método Seco.

Pisón Manual.

Pasante 1a 3/4

Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)

- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)

- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

- Juego de tamices TMZ: GranTest

- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

FECHA : 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP, PE35 G (ABRA ASNOCASAS), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACOS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP, PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAACA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+293, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + MEGASOIL (0.02Gr/Kg) + 1.5 % CEMENTO  
 SUCS : GM  
 AASHTO: A-1-b (0)

**COMPACTACION**

Molde Nº	30		25		28	
	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12182.00	12281.00	12001.00	12100.00	12306.00	12404.00
Peso de molde (g)	7519.00	7519.00	7473.00	7473.00	7951.00	7951.00
Peso del suelo húmedo (g)	4663.00	4762.00	4528.00	4627.00	4354.00	4453.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098.83	2098.83	2098.83	2098.83	2074.07	2074.07
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.254	2.302	2.189	2.237	2.099	2.147
Peso suelo húmedo + tara (g)	380.30	386.40	276.80	296.20	340.30	329.00
Peso suelo seco + tara (g)	352.13	354.50	254.41	269.76	310.49	297.47
Peso de tara (g)	33.83	41.00	33.83	36.90	39.98	38.95
Peso de agua (g)	28.17	31.90	22.39	26.44	29.81	31.53
Peso de suelo seco (g)	318.30	313.50	220.58	232.86	270.51	238.52
Contenido de humedad (%)	8.8	10.2	10.1	11.4	11.0	13.2
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.071	2.089	1.987	2.009	1.891	1.914
	347.92					

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/02/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/02/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
12/02/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 30			MOLDE Nº 25			MOLDE Nº 28		
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)
		0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.635		9.3	181.4		7.8	151.2		6.5	126.0	
1.270		27.4	532.3		22.8	443.6		19.0	369.7	
1.905		49.0	952.5		40.8	793.8		34.0	661.5	
2.540	70.45	65.1	1265.1		54.2	1054.3		45.2	878.6	
3.180		88.0	1710.1		73.3	1425.1		61.1	1187.6	
3.810		120.3	2337.6		100.2	1948.0		83.5	1623.3	
5.080	105.68	138.6	2694.3		115.5	2245.3		96.3	1871.1	
7.620		160.1	3112.9		133.4	2594.1		111.2	2161.8	
10.160										
12.700										

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>2</sup> (2700 kN/m<sup>2</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálica de sección transversal circular de 49.78 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20028579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 180,81 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Homo METROTEST-01: CFM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tarascas TMD: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CMA-060-2019 (15-04-19)



ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

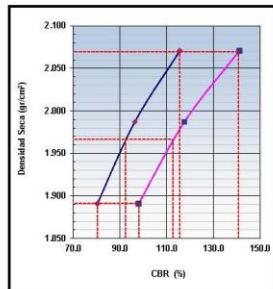
FECHA : 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECA CUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMA CA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU-119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - A COS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP PE-35 G (YURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. A COMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + MEGASOIL (0.02gr/Kg) + 1.5 % CEMENTO  
 SUCS : GM  
 AASHTO : A-1-b (0)

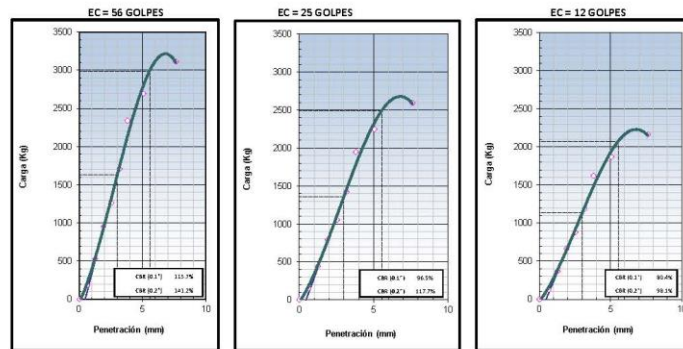


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.070  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.9  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.966

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1': 135.5	0.2': 140.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1': 92.4	0.2': 112.8

**RESULTADOS (0.2'):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 140.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 112.8 (%)

**RESULTADOS (0.1'):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 135.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 92.4 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Hb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (carga 5000 kg), Unidades de medida: SI
- Platin de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Cálculo de Carga Tipo "S" - S-CL-MD0023979
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados:**

- Balanza BAL-GL OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-GL CMA-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-GB OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMD GRMPTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPA-GL METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-GL METROTEST-CMA-500-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468

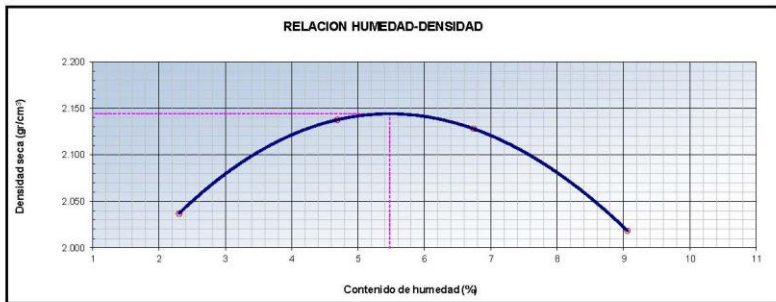
FECHA: 15/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3YS (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUARI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + MEGASOIL (0.02Gr/Kg) + 1. % CEMENTO
	SUCS: GM AASHTO: A-1-b (0)

MÉTODO : C

COMPACTACION					
Peso suelo + molde	gr	10904.00	11235.00	11307.00	11156.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4476.00	4807.00	4879.00	4728.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2148.00	2148.00	2148.00	2148.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.08	2.24	2.27	2.20
Peso del suelo húmedo+tara	gr	315.70	261.40	326.00	331.10
Peso del suelo seco + tara	gr	309.45	251.35	307.55	306.57
Tara	gr	37.99	36.90	33.83	35.88
Peso de agua	gr	6.25	10.05	18.45	24.53
Peso del suelo seco	gr	271.52	214.45	273.72	270.69
Contenido de agua	%	2.30	4.69	6.74	9.06
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.037	2.138	2.128	2.018
	Gravedad Especifica (gr/cm <sup>3</sup> )		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.144
			Humedad óptima (%)		5.5



Referencia

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Rbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Observaciones:

Método Seco.

Pisón Manual.

Pasante 1a 3/4

Método de Gravedad Especifica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

FECHA: 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP, PE35 G (ABRA ASNOCASAS), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACOS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP, PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAACA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + MEGASOIL (0.02Gr/Kg) + 1 % CEMENTO  
 SUCS : GM  
 AASHTO: A-1-b (0)

**COMPACTACION**

Molde Nº	78		77		9	
	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12596.00	12746.00	12121.00	12271.00	12015.00	12165.00
Peso de molde (g)	7932.00	7932.00	7587.00	7587.00	7626.00	7626.00
Peso del suelo húmedo (g)	4664.00	4814.00	4534.00	4684.00	4389.00	4539.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2063.19	2063.19	2031.35	2071.35	2076.80	2076.80
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.261	2.333	2.189	2.261	2.113	2.188
Peso suelo húmedo + tara (g)	335.20	393.60	379.30	391.60	385.40	322.50
Peso suelo seco + tara (g)	319.85	372.02	359.19	367.35	362.22	300.65
Peso de tara (g)	37.93	37.93	31.78	35.88	34.85	39.98
Peso de agua (g)	15.35	21.58	20.11	24.25	23.18	22.75
Peso de suelo seco (g)	281.92	334.09	327.41	331.47	327.37	260.67
Contenido de humedad (%)	5.4	6.5	6.1	7.3	7.1	8.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.144	2.192	2.062	2.107	1.974	2.014
	347.92					

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/02/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/02/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
12/02/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 78			MOLDE Nº 77			MOLDE Nº 9		
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)
		0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.635		5.3	102.2		4.4	85.2		3.7	71.0	
1.270		15.5	301.5		12.9	261.3		10.8	209.4	
1.905		25.1	488.8		21.0	407.5		17.5	339.4	
2.540	70.45	34.8	677.4		29.0	564.5		24.2	470.4	
3.180		39.9	773.8		37.5	731.3		36.2	709.8	
3.810		103.9	2019.3		85.6	1682.8		72.1	1402.3	
5.080	105.68	132.3	2571.0		110.2	2142.5		91.8	1785.4	
7.620		148.2	2880.0		123.5	2400.0		102.9	2000.0	
10.160										
12.700										

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>2</sup> (2700 kN/m<sup>2</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálica de sección transversal circular de 49.78 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20028579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 180,81 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Homo METROTEST-01: CFM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tarjones TMD: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CMA-060-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

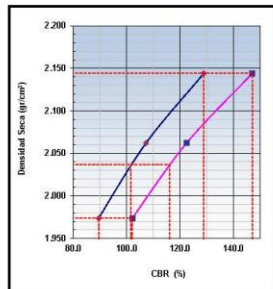
FECHA : 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECA CUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMA CA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU-119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - A COS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP PE-35 G (YURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. A COMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + MEGASOIL (0.025g/Kg) + 1 % CEMENTO  
 SUCS : GM  
 AASHTO : A-1-b (0)

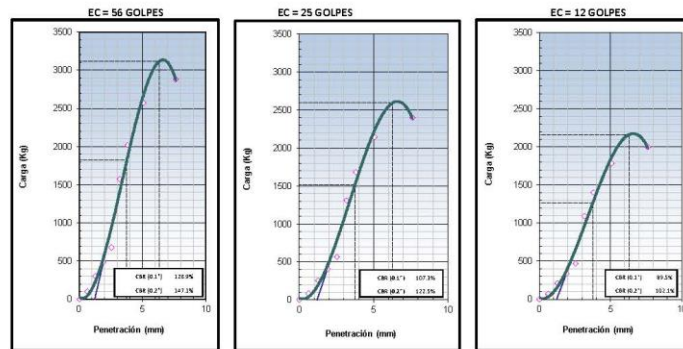


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.144  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.5  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.097

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 129.0	0.2": 147.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 101.6	0.2": 116.1

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 147.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 116.1 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 129.0 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 101.6 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Hb/ft³ (2700 W-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (carga 5000 kg), Unidades de medida: SI
- Platin de penetración metálica de sección transversal circular de 49.75 mm
- Cálculo de Carga Tipo "S" - S-CL-MD0023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados:**

- Balanza BAL-GS OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-GL CMA-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-GS OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMD: GRMTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPAH-GL METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-GL METROTEST-CMA-500-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468

*E. AGREE BIND*

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
  
-----  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 228468

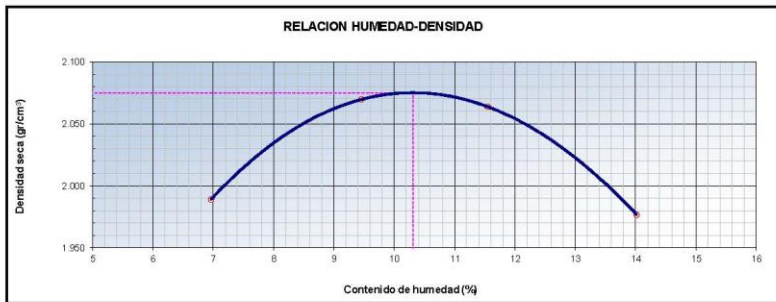
FECHA: 15/02/2020

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	: CONSORCIO CORREDORES VIALES
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUARI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.
UBICACIÓN	: CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: MATERIAL INTEGRAL + AGREE BIND (4ml/Kg) + 1% CEMENTO
	SUCS: SP AASHTO: A-1-a (0)

MÉTODO : C

COMPACTACION					
Peso suelo + molde	gr	10998.00	11294.00	11373.00	11269.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4570.00	4866.00	4945.00	4841.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2148.00	2148.00	2148.00	2148.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.13	2.27	2.30	2.25
Peso del suelo húmedo+tara	gr	349.50	301.40	278.80	260.40
Peso del suelo seco + tara	gr	328.81	278.82	253.22	232.29
Tara	gr	31.78	39.98	31.78	31.78
Peso de agua	gr	20.69	22.58	25.58	28.11
Peso del suelo seco	gr	297.03	238.84	221.44	200.51
Contenido de agua	%	6.97	9.46	11.55	14.02
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.989	2.070	2.064	1.977
	Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )			Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.075
				Humedad óptima (%)	10.3



Referencia

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Rbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Observaciones:

Método Seco.

Pisón Manual.

Pasante 1/4

Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468



FECHA: 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP, PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACOS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP, PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAACA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 0+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + AGREE BIND (4ml/Kg) + 1% CEMENTO  
 SUCS : SP  
 AASHTO: A-1-a (0)

**COMPACTACION**

Molde Nº	17		26		58	
Cajón Nº	5		5		5	
Colapes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12796.00	12912.00	12115.00	12281.00	12323.00	12439.00
Peso de molde (g)	8060.00	8060.00	7569.00	7569.00	7873.00	7873.00
Peso del suelo húmedo (g)	4736.00	4852.00	4546.00	4662.00	4450.00	4566.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2068.83	2068.83	2080.47	2080.47	2071.35	2071.35
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.289	2.346	2.206	2.263	2.148	2.204
Peso suelo húmedo + tara (g)	337.20	285.00	404.90	328.00	260.40	319.80
Peso suelo seco + tara (g)	309.30	258.15	367.42	294.96	234.59	285.54
Peso de tara (g)	39.98	41.00	37.93	37.93	34.85	32.80
Peso de agua (g)	27.90	26.85	37.48	33.04	25.81	34.26
Peso de suelo seco (g)	269.32	217.15	329.49	257.03	199.74	252.74
Contenido de humedad (%)	10.4	12.4	11.4	12.9	12.9	13.6
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.075	2.087	1.981	2.005	1.903	1.941

**EXPANSION**

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/02/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/02/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
12/02/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 17			MOLDE Nº 26			MOLDE Nº 58		
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)
0.000		0	0		0	0		0	0	
0.635		9.6	187.2		7.7	149.8		6.2	119.8	
1.270		28.6	555.1		22.8	444.1		18.3	365.3	
1.905		44.3	861.8		35.5	689.4		28.4	551.5	
2.540	70.45	59.5	1156.5		47.6	926.2		38.1	740.2	
3.180		83.0	1729.1		71.2	1383.3		56.9	1106.6	
3.810		112.4	2185.1		89.9	1748.1		71.9	1398.5	
5.080	105.68	136.7	2658.2		109.4	2126.6		87.5	1701.3	
7.620		152.0	2954.8		121.6	2363.8		97.3	1891.0	
10.160										
12.700										

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>2</sup> (2700 kN/m<sup>2</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálica de sección transversal circular de 49.78 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20028579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 180,81 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Homo METROTEST-01: CFM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tarices TMD: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CMA-080-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

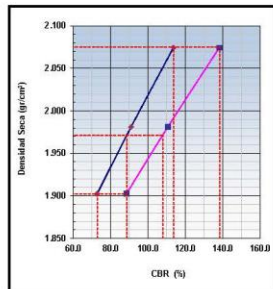
FECHA : 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECA CUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMA CA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP. PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU-119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - A COS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. A COMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM D+000, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + AGREE BIND (4m/Kg) + 1% CEMENTO  
 SUCS : SP  
 AASHTO : A-1-a (0)

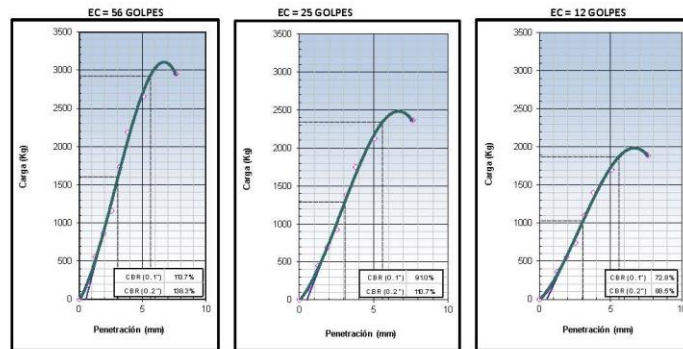


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.075  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.3  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.971

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 113.9	0.2": 138.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 88.7	0.2": 107.9

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 138.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 107.9 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 113.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 88.7 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Hb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (capacidad 5000 kg). Unidades de medida: SI
- Platin de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Cálculo de Carga Tipo "S" - S-CL-MD0023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados:**

- Balanza BAL-GL OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-GL CTM-112-2019 (15-04-19)
- Máquina de Ensayos CBR (capacidad 5000 kg). Unidades de medida: SI
- Balanza BAL-GB OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMD: GRMPTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPA-GL METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-GL METROTEST-CM-500-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468

FECHA: 15/02/2020

DATOS GENERALES

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3YS (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUJI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+283, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA

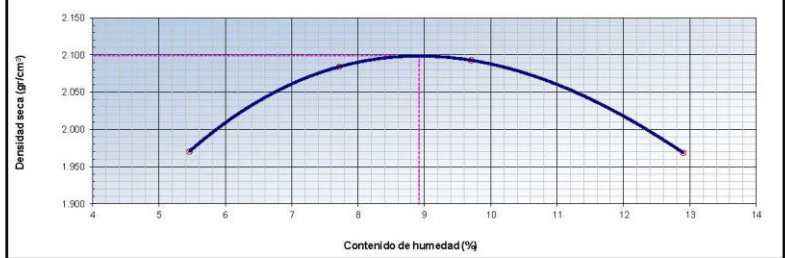
MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + AGREE BIND (4ml/Kg) SUCS: GM  
 AASHTO: A-1-b (0)

MÉTODO : C

COMPACTACION

Peso suelo + molde	gr	10891.00	11250.00	11360.00	11202.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4463.00	4822.00	4932.00	4774.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2148.00	2148.00	2148.00	2148.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.08	2.24	2.30	2.22
Peso del suelo húmedo+tara	gr	358.80	305.50	370.00	258.30
Peso del suelo seco + tara	gr	341.98	288.05	340.07	233.12
Tara	gr	33.83	33.83	31.78	37.93
Peso de agua	gr	16.82	19.45	29.93	25.18
Peso del suelo seco	gr	308.15	252.22	308.29	195.19
Contenido de agua	%	5.46	7.71	9.71	12.90
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.970	2.084	2.093	1.969
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.477	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.099
			Humedad óptima (%)		8.9

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



Referencia

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Rbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Observaciones:

Método Seco.  
 Pison Manual.  
 Pasante la 3/4  
 Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

FECHA: 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP, PE35 G (ABRA ASNOCASAS), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACOS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP, PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAACA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+293, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + AGREE BIND (4m)/Kg  
 SUCS : GM  
 AASHTO: A-1-b (0)

**COMPACTACION**

Molde Nº	77		79		83	
	5	5	5	5	5	5
Colapes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12315.00	12414.00	12349.00	12448.00	12311.00	12410.00
Peso de molde (g)	7587.00	7587.00	7834.00	7834.00	7885.00	7885.00
Peso del suelo húmedo (g)	4728.00	4827.00	4515.00	4614.00	4426.00	4525.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2071.35	2071.35	2032.33	2032.33	2090.46	2090.46
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.283	2.330	2.200	2.268	2.117	2.165
Peso suelo húmedo + tara (g)	258.30	275.70	394.60	354.70	383.40	328.00
Peso suelo seco + tara (g)	240.20	252.94	362.68	323.04	349.82	296.56
Peso de tara (g)	34.85	38.95	37.93	39.98	38.95	37.93
Peso de agua (g)	18.10	22.76	31.92	31.66	33.58	31.44
Peso de suelo seco (g)	205.35	213.99	324.75	283.06	310.87	258.63
Contenido de humedad (%)	8.8	10.6	9.8	11.2	10.8	12.2
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.098	2.106	2.003	2.022	1.911	1.930

**EXPANSION**

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/02/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/02/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
12/02/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 77			MOLDE Nº 79			MOLDE Nº 83		
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION %
0.000		0			0			0		
0.635		9.0	174.0		7.2	139.2		5.7	111.4	
1.270		26.3	510.5		21.0	408.4		16.8	326.7	
1.905		47.0	913.5		37.6	790.8		30.1	584.6	
2.540	70.45	62.4	1213.4		49.9	970.7		40.0	776.6	
3.180		84.4	1640.2		67.5	1312.2		54.0	1049.8	
3.810		115.3	2302.0		92.3	1793.6		73.8	1434.9	
5.080	105.68	132.9	2584.1		106.3	2067.3		85.1	1653.8	
7.620		153.6	2985.5		122.9	2388.4		98.3	1910.7	
10.160										
12.700										

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>2</sup> (2700 kN/m<sup>2</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálica de sección transversal circular de 49.78 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20028579
- Subcarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 130,81 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Homo METROTEST-01: CFM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tarjones TMD: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CMA-060-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

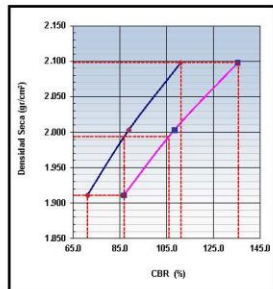
FECHA : 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECA CUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMA CA) - EMP PE35Y, EMP PE35Z (DV CAPACMARCA) - EMP PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU-119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - A COS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. A COMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE CERRO KM 14+233, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + A GREE BIND (4m/Kg) SUCS : GM  
 AASHTO : A-1-b (0)

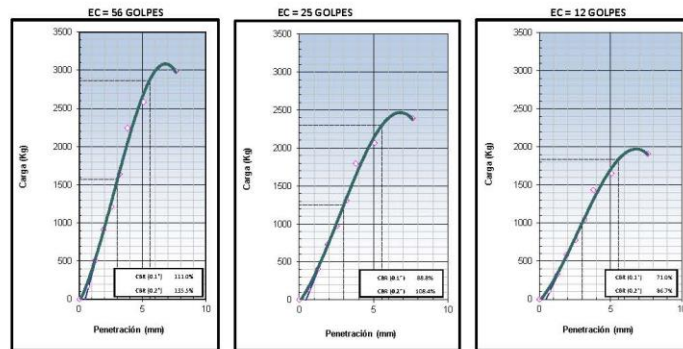


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.099  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.9  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.994

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 111.3	0.2": 135.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 86.8	0.2": 106.0

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 135.8 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 106.0 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 111.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 86.8 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Hb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (capacidad 5000 kg), Unidades de medida: SI
- Platin de penetración metálica de sección transversal circular de 49.75 mm
- Cálculo de Carga Tipo "S" - S-CL-M20023979
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados:**

- Balanza BAL-GS OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-GL CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-GS OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMD GRMPTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPA-GL METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-GL METROTEST-CM-500-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468

FECHA: 15/02/2020

DATOS GENERALES

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE3S (CHECACUPE) - EMP PE-3SI (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE3SY, EMP PE3SY (DV CAPACMARCA) - EMP. PE3S G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE3S G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-3S (CUSCO) - ACOS - EMP PE-3S (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP. PE-3S G (YAUARI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-3S G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-3S (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA

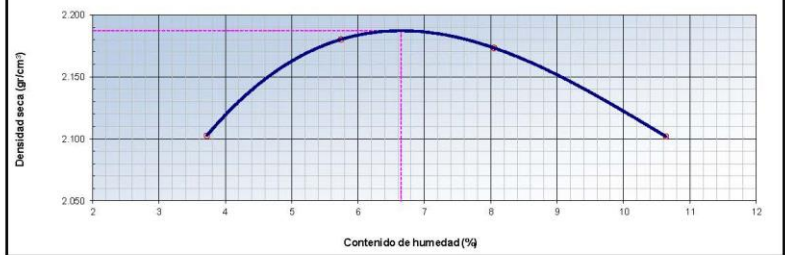
MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + AGREE BIND (4ml/Kg) SUCS: GM  
 AASHTO: A-1-b (0)

MÉTODO : C

COMPACTACION

Peso suelo + molde	gr	11112.00	11380.00	11472.00	11423.00
Peso molde	gr	6428.00	6428.00	6428.00	6428.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4684.00	4952.00	5044.00	4995.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2148.00	2148.00	2148.00	2148.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.18	2.31	2.35	2.33
Peso del suelo húmedo+tara	gr	311.60	398.70	312.60	280.90
Peso del suelo seco + tara	gr	301.79	378.99	291.60	257.23
Tara	gr	37.99	35.88	30.75	34.85
Peso de agua	gr	9.81	19.71	21.00	23.67
Peso del suelo seco	gr	263.86	343.11	260.85	222.38
Contenido de agua	%	3.72	5.74	8.05	10.64
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.102	2.180	2.173	2.102
Gravedad Especifica (gr/cm <sup>3</sup> )				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.187
				Humedad óptima (%)	6.6

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



Referencia

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Rbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Observaciones:

Método Seco.  
 Píson Manual.  
 Pasante 1/4  
 Método de Gravedad Especifica MTC E 205 y MTC E 206.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468

FECHA: 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECACUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMACA) - EMP PE35Y, EMP PE35Y (DV CAPACMARCA) - EMP, PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU -119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - ACOS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP, PE-35 G (YAURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANAACA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. ACOMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + AGREE BIND (4m)/Kg  
 SUCS : GM  
 AASHTO: A-1-b (0)

**COMPACTACION**

Molde Nº	81		5		16	
	5	5	5	5	5	5
Colpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12715.00	12866.00	11801.00	11961.00	12306.00	12455.00
Peso de molde (g)	7914.00	7914.00	7123.00	7123.00	7803.00	7803.00
Peso del suelo húmedo (g)	4801.00	4951.00	4678.00	4838.00	4503.00	4652.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2035.04	2035.04	2076.80	2076.80	2068.63	2068.63
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.336	2.409	2.253	2.325	2.176	2.249
Peso suelo húmedo + tara (g)	264.50	281.90	376.20	258.30	294.20	263.40
Peso suelo seco + tara (g)	250.10	263.46	352.25	239.61	273.42	242.54
Peso de tara (g)	36.90	32.80	30.75	35.88	36.90	38.95
Peso de agua (g)	14.40	18.44	23.95	18.69	20.78	20.86
Peso de suelo seco (g)	213.20	230.66	321.50	203.73	236.52	203.59
Contenido de humedad (%)	6.8	8.0	7.5	9.2	8.8	10.2
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.188	2.281	2.096	2.129	2.001	2.040
	347.92					

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/02/2020	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/02/2020	24	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
12/02/2020	48	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 81			MOLDE Nº 5			MOLDE Nº 16		
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	CORRECCION (%)
0.000		0			0			0		
0.635		10.7	208.2		8.2	160.2		6.3	128.2	
1.270		26.3	511.0		20.2	393.1		15.6	302.4	
1.905		46.0	893.4		35.4	687.2		27.2	528.6	
2.540	70.45	64.4	1252.2		49.5	965.2		38.1	740.9	
3.180		101.0	1962.8		77.7	1509.8		59.7	1161.4	
3.810		138.0	2683.2		106.2	2064.0		81.7	1587.7	
5.080	105.68	159.1	3092.5		122.4	2378.8		94.1	1829.8	
7.620		183.8	3578.1		141.4	2748.5		108.8	2114.2	
10.160										
12.700										

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>2</sup> (2700 kN/m<sup>2</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálica de sección transversal circular de 49.78 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M20029579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 180,81 mm de diámetro y masa total de 4,95 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Homo METROTEST-01: CFM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tarjones TMD: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CMA-080-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
Jefe de Laboratorio  
Reg. CIP 28468

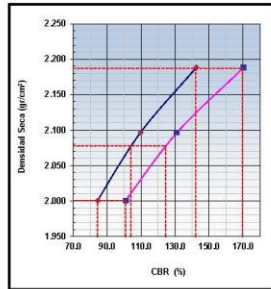
FECHA : 15/02/2020

**DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : CONSORCIO CORREDORES VIALES  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP PE35 (CHECA CUPE) - EMP PE-35I (STA BÁRBARA), EMP CU126 (DV CHAMA CA) - EMP PE35Y, EMP PE35Z (DV CAPACMARCA) - EMP PE35 G (ABRA ASNOCCASA), EMP PE35 G (BUENA VISTA) - EMP CU-119 (PUMAPUGIO), EMP PE-35 (CUSCO) - A COS - EMP PE-35 (CHUQUICAHUANA), EMP CU117 (ACCHA) - EMP CU-126 (HUARI), EMP PE-35 G (YURI) - EMP CU-126 (SUNTURO), EMP PE-35 G (VELILLE) - ABRA TOCTO - EMP PE34 F (YANA OCA), EMP PE-35 (SAN JERÓNIMO) - EMP CU-117 (DV. A COMAYO), POR NIVELES DE SERVICIO.  
 UBICACIÓN : CANTERA DE RIO ORCCOMA KM 1+367, RUTA CU-1885, TRAMO 39, DEPARTAMENTO DE CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA : MATERIAL INTEGRAL + A GREE BIND (4m/Kg) SUCS : GM  
 AASHTO : A-1-b (0)

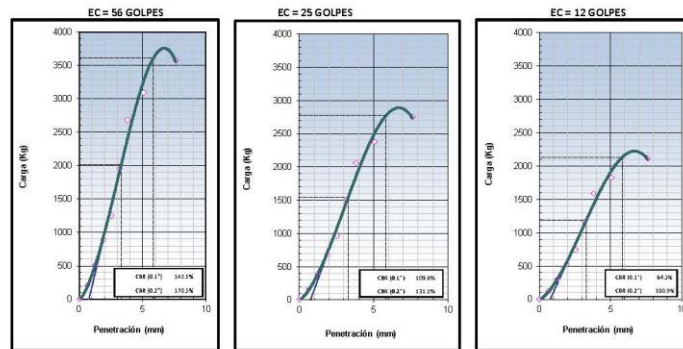


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.187  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.6  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.078

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 142.0	0.2": 169.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 104.0	0.2": 124.4

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 169.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 124.4 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 142.0 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 104.0 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Hb/ft³ (2700 W-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (carga 5000 kg). Unidades de medida: SI
- Platin de penetración metálica de sección transversal circular de 49.75 mm
- Cálculo de Carga Tipo "S" - S-CL-MD0023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

**Equipos utilizados:**

- Balanza BAL-GS OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-GL CMA-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-GS OHAUS - CMA-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMD GRMPTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPA-GL METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-GL METROTEST-CMA-900-2019 (15-04-19)

**INGEPAV**  
INGENIEROS S.A.C.  
 ING. LUIS ANGEL MUÑOZ SALAZAR  
 Jefe de Laboratorio  
 Reg. CIP 28468



### Anexo 3: Permiso de la empresa para uso de información



#### AUTORIZACION USO DE INFORMACIÓN

El que suscribe, Representante Legal de la Empresa INGEPAV INGENIEROS S.A.C

**Autoriza:**

Que: Los **Sres. CASTAÑÓN LOO, RENZO DANIEL** identificado con DNI N° **42920289**, y **VERA DELGADO, LEO JUNIOR** identificado con DNI N° **43091237**, pueden hacer uso de la información de ensayos de laboratorio del proyecto: "ESTUDIO DE SUELOS, CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y PAVIMENTOS DEL PAQUETE 08, CORREDOR VIAL 37C, RUTAS: CU-119, CU-127, CU-1577, CU-1875, CU-1885, en CUSCO", exclusivamente para fines de investigación.

Se extiende el presente certificado a solicitud de los interesados para los fines correspondientes.

Lima, 08 de noviembre del 2022



-----  
**JOSE MANUEL PAUCAR GARCES**  
REPRESENTANTE LEGAL  
INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

# Uso de aditivos químicos y emulsión asfáltica en la base granular para optimizar las propiedades mecánicas de un pavimento

## INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://www.doccity.com">www.doccity.com</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://fr.slideshare.net">fr.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://pirhua.udep.edu.pe">pirhua.udep.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://www.investinperu.pe">www.investinperu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1%

9	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
10	www.studocu.com Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
12	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
13	www.academia.edu Fuente de Internet	<1 %
14	de.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
15	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
16	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	www.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
19	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %

20	<a href="http://documents.mx">documents.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://repositorio.uisek.edu.ec">repositorio.uisek.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://bibdigital.epn.edu.ec">bibdigital.epn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://doku.pub">doku.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to EP NBS S.A.C. Trabajo del estudiante	<1 %
26	<a href="http://es.chancadora.com.pe">es.chancadora.com.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://www4.congreso.gob.pe">www4.congreso.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
29	<a href="http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl">repositorioslatinoamericanos.uchile.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %

31	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
33	<a href="http://ribuni.uni.edu.ni">ribuni.uni.edu.ni</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://bdigital.unal.edu.co">bdigital.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://www.anter.es">www.anter.es</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://www.cyberline.com.pe">www.cyberline.com.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
40	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
41	"Proceedings of the International Conference on Innovations for Sustainable and Responsible Mining", Springer Science and Business Media LLC, 2021 Publicación	<1 %

42	<a href="http://webidu.idu.gov.co">webidu.idu.gov.co</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://www.senasa.gob.pe">www.senasa.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://repositorio.uasb.edu.ec">repositorio.uasb.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://edoc.pub">edoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
47	Reddy, K.R.. "Electroosmotic dewatering of dredged sediments: Bench-scale investigation", Journal of Environmental Management, 200601 Publicación	<1 %
48	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://dspace.ucacue.edu.ec">dspace.ucacue.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

52	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
53	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
54	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
55	tecnohormigon2019.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
56	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
57	Submitted to Webster University Trabajo del estudiante	<1 %
58	www.scielo.cl Fuente de Internet	<1 %
59	Lugo, Jairo. "The Media in Latin America", The Media in Latin America, 2008 Publicación	<1 %
60	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
61	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1 %

62	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante	<1 %
63	Submitted to White Bear Lake School District Trabajo del estudiante	<1 %
64	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
65	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1 %
66	S. Goñi, A. Guerrero, F. Puertas, M. S. Hernández, M. Palacios, J. S. Dolado, W. Zhu, T. Howind. "Caracterización textural y mecánica de geles C-S-H formados en la hidratación de muestras sintéticas T1-C <sub>3</sub> S, $\hat{I}^2$ -C <sub>2</sub> S y sus mezclas", Materiales de Construcción, 2011 Publicación	<1 %
67	repositorio.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
68	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
69	www.norgam.com Fuente de Internet	<1 %
70	1library.co Fuente de Internet	<1 %



71	<a href="http://americanae.aecid.es">americanae.aecid.es</a> Fuente de Internet	<1 %
72	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
73	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
74	<a href="http://repositorio.upse.edu.ec">repositorio.upse.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
75	<a href="http://repository.unimilitar.edu.co">repository.unimilitar.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
76	<a href="http://revistas.ucr.ac.cr">revistas.ucr.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
77	<a href="http://wrm.org.uy">wrm.org.uy</a> Fuente de Internet	<1 %
78	<a href="http://www.electricaplicada.com">www.electricaplicada.com</a> Fuente de Internet	<1 %
79	<a href="http://www.markedbyteachers.com">www.markedbyteachers.com</a> Fuente de Internet	<1 %
80	<a href="http://www.redalyc.org">www.redalyc.org</a> Fuente de Internet	<1 %
81	"Data Science and Intelligent Systems", Springer Science and Business Media LLC, 2021 Publicación	<1 %

82	J. Rosales, M. Gázquez, M. Cabrera, J.P. Bolivar, Francisco Agrela. "Application of phosphogypsum for the improvement of eco-efficient cements", Elsevier BV, 2021 Publicación	<1 %
83	<a href="http://empiezoinformatica.wordpress.com">empiezoinformatica.wordpress.com</a> Fuente de Internet	<1 %
84	<a href="http://pesquisa.bvsalud.org">pesquisa.bvsalud.org</a> Fuente de Internet	<1 %
85	<a href="http://repositorio.uchile.cl">repositorio.uchile.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
86	<a href="http://ruidera.uclm.es">ruidera.uclm.es</a> Fuente de Internet	<1 %
87	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
88	<a href="http://www.buscador.emaxima.com.ar">www.buscador.emaxima.com.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
89	<a href="http://www.cochenet.com">www.cochenet.com</a> Fuente de Internet	<1 %
90	<a href="http://www.grade.org.pe">www.grade.org.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
91	<a href="http://www.repositorio.unasam.edu.pe">www.repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
92	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %

---

93	<a href="https://apps.proviasdes.gob.pe">apps.proviasdes.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
94	<a href="https://aprenderly.com">aprenderly.com</a> Fuente de Internet	<1 %
95	<a href="https://biblioteca.uajms.edu.bo">biblioteca.uajms.edu.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
96	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1 %
97	<a href="https://dspace.utpl.edu.ec">dspace.utpl.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
98	<a href="https://es.unionpedia.org">es.unionpedia.org</a> Fuente de Internet	<1 %
99	<a href="https://hal.univ-lille.fr">hal.univ-lille.fr</a> Fuente de Internet	<1 %
100	<a href="https://oa.upm.es">oa.upm.es</a> Fuente de Internet	<1 %
101	<a href="https://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
102	<a href="https://pt.slideshare.net">pt.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
103	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
104	<a href="https://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1 %

---

105	<a href="http://segoviaaldia.es">segoviaaldia.es</a> Fuente de Internet	<1 %
106	<a href="http://trid.trb.org">trid.trb.org</a> Fuente de Internet	<1 %
107	<a href="http://uknowledge.uky.edu">uknowledge.uky.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
108	<a href="http://upcommons.upc.edu">upcommons.upc.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
109	<a href="http://www.icv.csic.es">www.icv.csic.es</a> Fuente de Internet	<1 %
110	<a href="http://www.linguee.es">www.linguee.es</a> Fuente de Internet	<1 %
111	<a href="http://www.wto.org">www.wto.org</a> Fuente de Internet	<1 %
112	<a href="http://moam.info">moam.info</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo