



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

**Tratamientos bituminosos en agregados para mezclas asfálticas**

**Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor**

**Jackson Julian Manrique Trebejo**

**Asesor**

**Mo. José Alonso Toledo Sosa**



M(°). TOLEDO SOSA JOSÉ ALONSO

Huacho – Perú  
2026



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

### Facultad de Ingeniería Civil Escuela Profesional de Ingeniería Civil

#### INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Jackson Julian Manrique Trebejo	73025662	23-01-2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
José Alonso Toledo Sosa	80302533	<a href="https://orcid.org/0000-0002-8278-1538">https://orcid.org/0000-0002-8278-1538</a>
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Maximo Tomas Salcedo Meza	15602588	<a href="https://orcid.org/0000-0003-1993-2513">https://orcid.org/0000-0003-1993-2513</a>
Edwin Guillermo Gálvez Torres	15592688	<a href="https://orcid.org/0000-0002-7421-4453">https://orcid.org/0000-0002-7421-4453</a>
Rony Geancarlo Perez Retuerto	42212783	<a href="https://orcid.org/0009-0003-7870-2539">https://orcid.org/0009-0003-7870-2539</a>

# Jackson Julian Manrique Trebejo- Exp. 099735-2025

## Tratamientos Bituminosos en Agregados para Mezclas Asfálticas

 Quick Submit

 Quick Submit

 Facultad de Ingeniería Civil

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3430959650

Fecha de entrega

2 dic 2025, 12:26 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

2 dic 2025, 12:33 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

BORRADOR\_DE\_TESIS\_MANRIQUE\_TREBEJO\_JACKSON\_JULIAN.docx

Tamaño del archivo

983.2 KB

53 páginas

8526 palabras

43.509 caracteres



Página 2 de 56 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3430959650

## 16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Fuentes principales

15%  Fuentes de Internet

0%  Publicaciones

16%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

A mis queridos padres,

No sé cómo agradecerles todo lo que han hecho por mí. Su amor siempre ha sido mi mayor fuerza, como un faro que me guía en la oscuridad. La salud que me dieron, tanto física como emocional, y su constante apoyo fueron el combustible que me permitió llegar hasta aquí.

Cada meta que alcancé, cada pequeño logro, se los debo a ustedes. Gracias por su inmensa bondad, por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía, y por ese cariño incondicional que me ha acompañado siempre. Los quiero con todo mi corazón.

## RESUMEN

Queremos saber si el material de las canteras de Huaricanga y Chiquiahuanca es bueno para hacer y cuidar la carretera Cerro Blanco - Chasquitambo, que es parte del camino Pativilca - Conococha N14. Nuestro objetivo es asegurar que estos materiales sirvan para:

- **Fortalecer el suelo** y hacerlo más estable.
- **Construir terraplenes** y plataformas elevadas.
- **Crear rellenos, subbases y bases** para la carretera.
- **Mejorar la superficie de la carretera** para el paso de vehículos (tratamientos bituminosos).
- **Fabricar la capa final de la carretera** (mezclas asfálticas).

Para garantizar la calidad, realizamos pruebas de laboratorio detalladas, analizando:

- **El tamaño de las piedras** y otros fragmentos.
- **La cantidad de rocas** en el material.
- **La flexibilidad del material** (índice de plasticidad).
- **Cuánto se desgasta el material** al simular el paso de vehículos.

**Palabras clave:** ASTM, AASHTO, Agregados, Tratamientos Bituminosos, Terraplén.

## ABSTRACT

We want to determine if the material from the Huaricanga and Chiquiahuanca quarries is suitable for constructing and maintaining the Cerro Blanco - Chasquitambo road, which is part of the Pativilca - Conococha N14 highway. Our objective is to ensure that these materials can be used to:

- **Strengthen the soil and** make it more stable.
- **Construct embankments** and raised platforms.
- **Create fills, sub-bases,** and bases for the road.
- **Improve the road surface for vehicle** traffic (bituminous treatments).
- **Produce the final layer of the road** (asphalt mixtures).

To guarantee quality, we conducted detailed laboratory tests, analyzing:

- **The size of stones** and other fragments.
- **The amount of rock** in the material.
- **The flexibility of the material** (plasticity index).
- **How much the material wears down** when simulating vehicle traffic.

**Keywords:** ASTM, AASHTO, Aggregates, Bituminous Treatments, Embankment.

## INTRODUCCIÓN

A ver, en esto de hacer carreteras, lo que se ve, la capa de arriba por donde uno maneja, es lo más importante para que la carretera dure años. Es como la piel, lo que la protege de todo. Por eso, hay que usar materiales buenísimos, sobre todo en proyectos grandes. Piensa en una carretera como si fuera tu casa. Si tienes un buen techo, la casa te dura más tiempo. Pues con las carreteras pasa igual: la capa de arriba es como el techo, y si está bien hecha, tienes carretera para rato. Pero, a veces, la gente se equivoca. Por ejemplo, no siempre revisan bien de dónde sacan los materiales, y eso puede traer problemas después.

Pero hay una técnica que se usa cada vez más, la de estabilizar el suelo. Es como darle vitaminas al suelo para que se haga más fuerte. Con tanto tráfico y camiones pesados, las capas de abajo de la carretera tienen que ser muy resistentes, y además hay que tratar de gastar menos en hacerlas y arreglarlas.

La estabilización química es como echarle un ingrediente secreto a la masa para que el pastel quede más esponjoso. Imagínate que tienes un poco de tierra que no es muy fuerte. Para que aguante más, le echamos unas sustancias especiales, como si fueran vitaminas. Estas sustancias se mezclan con la tierra y la hacen mucho más resistente. Es como cuando preparas una comida: mezclas los ingredientes y los transformas en algo mucho más sabroso y nutritivo. Así, el suelo se vuelve perfecto para hacer carreteras que duren años.

# ÍNDICE

## Contenido

<b>Autor</b> .....	1
<b>Asesor</b> .....	1
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VII</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b><u>7</u></b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA: .....	13
1.2.1.Problema General.....	13
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
1.3.2.Objetivos Específicos.....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	15
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN. ....	16
2.2. BASES TEÓRICAS.....	17
2.3. ELEMENTOS QUE FORMAN UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.....	21
FUNCIONES DE LA BASE.....	23
MATERIALES PARA BASE: .....	24
TRATAMIENTOS DE MATERIALES PARA BASE.....	24
2.4. TERRAPLEN .....	25
2.4.1. Secuencia De Construcción De Terraplenes.....	26
2.5. FORMULACION DE HIPOTESIS.....	28
2.5.2Hipótesis Específica.....	28
2.6. Identificación de Variables .....	29
3.4. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.4.2. Método Específico:.....	32
3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. ....	32
3.7. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	33

3.7.2.	MUESTRA Y MUESTREO .....	34
3.8.2.	INSTRUMENTOS .....	37
	VALIDEZ DE LOS EQUIPOS Y CONFIABILIDAD .....	38
3.9.	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.9.1	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO: .....	38
	PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:.....	40
	CAPITULO IV .....	45
	RESULTADOS .....	45
5.2.	RECOMENDACIONES .....	46
	CAPITULO VI FUENTES DE INFORMACION .....	47
6.2.	FUENTES ELECTRÓNICAS:.....	49
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>50</b>

## **CAPITULO I**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

En términos sencillos, cuando queremos hacer o arreglar una carretera, lo primero es fijarnos bien en las canteras, esos lugares de donde sacamos las piedras y la grava. Es como elegir los ingredientes para una torta: si son buenos, la torta queda rica. Tenemos que ver si el material es adecuado y si va a durar mucho tiempo, porque arreglar una carretera cuesta dinero, y queremos que valga la pena.

En este proyecto, lo que queremos es que la carretera sea más fácil de usar, que los carros pasen rápido y sin problemas. Es como cuando arreglas un camino vecinal para que no se atasquen los carros en el barro.

Claro, la naturaleza no siempre nos da las piedras del tamaño que necesitamos. A veces, tenemos que romperlas o mezclarlas para que queden perfectas para la carretera. Es como si fueras a hacer un jugo y tuvieras que cortar las frutas en pedacitos. Los materiales pueden venir de muchos lados, como de excavaciones, canteras, o rocas que trituramos. A veces, mezclamos diferentes tipos de piedras para obtener el resultado que queremos.

### **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

Básicamente, lo que queremos saber es si podemos hacer que el suelo sea más fuerte y resistente mezclándolo y tratándolo, y cómo las pruebas que hacemos en el laboratorio nos pueden ayudar a lograrlo. Es como preguntarnos si podemos mejorar la receta de un pastel añadiendo o cambiando ingredientes, y si las pruebas que hacemos al hornearlo nos dicen si quedó mejor o no.

#### **1.2.1. Problema General.**

¿Cómo afecta el tratamiento que le damos a la superficie de la carretera (con ese material bituminoso) a qué tan buena y duradera queda la mezcla de asfalto que usamos?

## **1.2.2. Problemas Específicos.**

- ¿Qué tipo de piedras y otros materiales debemos usar para que la superficie de la carretera quede bien tratada?
- ¿Qué tan denso debe ser el material que usamos para tratar la superficie de la carretera?
- ¿Qué tan fuerte tiene que ser el material de la base de la carretera para que el tratamiento que le demos a la superficie realmente ayude a que el asfalto dure más?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General.**

Queremos ver si, al tratar las piedras con un producto especial, podemos mejorar la calidad del asfalto y hacer que las carreteras duren mucho más.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- a) Primero, tenemos que asegurarnos de que las piedras que vamos a usar sean de la calidad adecuada para que ese tratamiento especial realmente funcione y mejore la mezcla de asfalto.
- b) Estamos buscando la receta perfecta: la cantidad justa de piedras y 'sellador', y a lo mejor un toque de cemento, para hacer un asfalto súper resistente.
- c) Vamos a hacer pruebas para ver cuánto peso soporta el suelo con las piedras y el 'sellador'. Así sabremos si la carretera va a ser lo bastante fuerte para aguantar el tráfico durante mucho tiempo.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Para que las carreteras duren más tiempo y no se llenen de baches, es súper importante conocer bien las características de los materiales que usamos en su construcción. Por eso, en este estudio, nos enfocamos en analizar la tierra y las piedras que se sacan de las canteras más usadas en la región.

Hoy en día, con los avances tecnológicos en la construcción, podemos usar productos químicos para mejorar la calidad de las carreteras. Este estudio busca aprovechar al máximo esos productos, para que las carreteras sean más resistentes y seguras.

Además, este estudio nos ayudará a solucionar problemas comunes como baches, hundimientos, y carreteras resbaladizas, que no solo son incómodos para los conductores, sino que también pueden causar accidentes.

# CAPÍTULO

## II MARCO TEÓRICO

En este capítulo, vamos a ver qué han hecho otros investigadores antes que nosotros y a explicar algunas ideas importantes para nuestro estudio. Básicamente, nos centraremos en cómo mejorar la calidad de las piedras que sacamos de las canteras para construir la base de carreteras que no tienen asfalto. La idea es usar una mezcla de tierra y cemento, que según hemos visto en otros países, funciona muy bien.

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

**HINRICHSEN (2005)** en su trabajo para ser Ingeniero Civil, se dedicó a estudiar cómo mejorar las carreteras usando un material llamado 'afirmado'. Básicamente, quería ver cómo el agua afectaba este material en diferentes mezclas. Sus principales hallazgos fueron:

- "Primero, vio que usar este material de afirmado ayuda mucho a que los carros no sufran tantos daños y que el viaje sea más cómodo. Las pruebas de laboratorio le dijeron que el tamaño ideal de las piedras en la tierra es de unas 2 pulgadas. Pero ojo, las primeras lluvias pueden dar problemas. Aunque el afirmado mejora la carretera, hay que darle mantenimiento seguido, lo que puede subir los costos. Una buena idea sería regar la carretera con un camión cisterna, que sale más barato."
- "También descubrió que cuanto más duro sea el material de la base, mejor. Lo ideal sería usar materiales con un CBR de 100% o más para construir carreteras nuevas. Y claro, la decisión final depende de cuánto se va a usar la carretera."
- "En el laboratorio, notó que, al echarle cloruro de sodio a la tierra, esta se vuelve

mucho menos 'plástica', o sea, menos maleable. Pasó de 6 a 1 en una medida que llaman 'PI'.

- Vio que la cantidad de polvo fino en la tierra aumentó, pero eso no es problema.
- La tierra se volvió más densa, o sea, más compacta y pesada.
- Hicieron muchas pruebas CBR para ver cómo el afirmado afectaba la fuerza del suelo.
- También hicieron pruebas de compresión, que es como apretar la tierra para ver cuánto aguanta. La tierra con el afirmado resistió más.
- Las mezclas de tierra que se dejaron secar aguantaron más la humedad, pero las que se mojaron perdieron fuerza. Esto confirma que el agua debilita la tierra.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

Las rocas son como 'ladrillos' naturales que forman nuestro planeta. Son sólidas, compactas, y están hechas de diferentes minerales que encajan entre sí como piezas de un rompecabezas. Para entenderlas mejor, las clasificamos según los minerales que contienen, cómo están organizadas sus partículas, su textura y cómo se formaron.

### **Materiales pétreos:**

Cuando usamos esas rocas para construir, las llamamos 'materiales pétreos'. Estos materiales pueden ser piedras grandes, lajas, piedritas, mármol, arena... ¡de todo! La mayoría de las veces, los sacamos directamente de la naturaleza, pero a veces los modificamos un poco para que sean mejores o se ajusten a lo que necesitamos.

## **Características de los suelos:**

Los suelos son como las rocas, pero más complejos. Tienen diferentes características:

- Físicas: como su tamaño, forma, densidad...
- Mecánicas: como su resistencia, qué tan fácil se deforman...
- Químicas: como su acidez, qué minerales contienen...

En la construcción de carreteras, nos fijamos más en las características físicas y mecánicas, porque son las que nos dicen si un suelo es bueno para construir encima. Las características químicas son relevantes para otros ámbitos, como la agricultura.

**A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:** Cuando hablamos de las características físicas de un suelo, nos referimos a todo lo que podemos observar o medir directamente, como si estuviéramos describiendo a una persona.

### **1. Propiedades que vemos a simple vista (Propiedades Índice):**

**Para empezar, a veces no hace falta ser un experto para saber si un suelo es bueno.** Podemos fijarnos en cosas sencillas como el color, el olor y la textura. Es como cuando eliges frutas en el mercado: con solo mirarlas y tocarlas, ya sabes si están buenas.

- **Tamaño de las partículas (Granulometría):** Es como si tuviéramos coladores de diferentes tamaños y pasáramos el suelo por ellos. Así, separamos las partículas grandes de las pequeñas y sabemos de qué está hecho el suelo.
- **Cuando se vuelve líquido (Límite Líquido):** es como el punto en el que la tierra se vuelve líquida, como si fuera agua. Imagina

que tienes un puñado de tierra seca y empiezas a echarle agua poco a poco. Al principio, la tierra estará húmeda, pero seguirá siendo sólida. Pero si sigues echando agua, llegará un momento en que la tierra se convertirá en barro y empezará a fluir como un líquido. Ese punto justo donde la tierra pasa de ser sólida a líquida, es lo que llamamos Límite Líquido.

- **Cuando se puede moldear:** es como medir cuánta agua necesita la tierra para que se pueda moldear.
- **Qué tan moldeable es:** es como una medida de qué tan fácil es moldear la tierra. Es la diferencia entre cuánta agua necesita la tierra para volverse líquida (límite líquido) y cuánta agua necesita para poder moldearse como plastilina (límite plástico).
- **Cuando deja de encogerse:** es como el punto en el que un pedazo de tierra deja de hacerse más pequeño, aunque siga perdiendo agua.

#### **Tipos de partículas:**

- Piedras grandes y redondas (Cantos rodados)
- Piedras medianas y redondeadas (Guijarros)
- Rocas medianas (Gravas)
- Granos pequeños (Arenas)
- Polvo fino (Limos)
- Polvo muy fino y pegajoso (Arcillas)

**Forma de las partículas:** piedras y granos afecta a cuanto espacio vacío hay dentro de la tierra.

## **2. Propiedades de peso y espacio (Propiedades Gravimétricas y Volumétricas):**

- **Contenido natural de agua):** es como medir cuánta agua tiene la tierra tal cual la encontramos.
- **Cuánto espacio vacío hay (Relación de espacios vacíos):** Es el espacio que hay entre las partículas del suelo, como el espacio entre las canicas en un frasco.
- **Espacio vacío total (Porosidad):** Es el espacio vacío comparado con todo el volumen del suelo.
- **Cuánto espacio vacío está lleno de agua (Grado de saturación):** Es como saber si la esponja está muy mojada o poco mojada.
- **Cuánto pesan las partes sólidas (Peso específico seco):** Es el peso de la tierra sin contar el agua.
- **Cuánto pesa la tierra con el agua (Peso específico saturado):** Es el peso de la tierra cuando está totalmente mojada.

**B. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:** Cuando construimos algo encima de la tierra, como una casa o una carretera, todo ese peso presiona el suelo. Aquí te explico las más importantes:

- **Resistencia al corte:**
  - Imagínate que tienes un montón de arena y tratas de empujarla de lado. Si la arena se mantiene junta, es que tiene buena resistencia al corte.
  - Esta resistencia es como la fuerza que mantiene unidas las partículas del suelo.
  - La resistencia al corte del suelo es muy importante para evitar problemas graves, como deslizamientos de tierra o que las

casas se hundan.

➤ **Compresibilidad:**

- Es como cuando te sientas en un colchón: algunos colchones se hundan más que otros.
- La compresibilidad del suelo es cuánto se hunde o se aplasta cuando le ponemos peso encima.
- Necesitamos saber esto para que un edificio no se hunda demasiado.

➤ **Permeabilidad:**

- Es la facilidad con la que el agua pasa a través del suelo.
- Piensa en cuando riegas una planta: algunos suelos absorben el agua rápido, y otros la retienen.
- La permeabilidad es importante para que el agua no se acumule debajo de las construcciones y cause problemas.

**C. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:** nos referimos a cómo reacciona con otras sustancias, y esto es muy importante, especialmente para la agricultura y la construcción. Aquí te lo explico de forma sencilla:

• **Acidez y Alcalinidad:**

- ✓ Imagina que el suelo tiene un "sabor". Algunos suelos son "agrios" (ácidos) y otros son "amargos" (alcalinos o básicos).
- ✓ Esto lo medimos con una escala llamada pH. Si el pH es bajo, el suelo es ácido; si es alto, es alcalino.
- ✓ ¿Por qué es importante? Porque esto afecta a:
  - Cómo crecen las plantas: algunas plantas prefieren suelos ácidos, otras alcalinos.
  - Cómo se comportan los materiales de construcción: algunos materiales se corroen o se deterioran más rápido en suelos ácidos o alcalinos.

## 2.3. ELEMENTOS QUE FORMAN UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

Cuando construimos una carretera, es como si estuviéramos haciendo un pastel de varias capas, cada una con su función importante. Aquí te explico las principales capas:

- **Suelo de cimentación:**

- Es como el terreno donde vamos a poner el pastel. Tenemos que prepararlo bien, que esté fuerte y parejo, para que el pastel no se hunda o se rompa.
- Básicamente, es el suelo natural que se prepara antes de cualquier otra capa.

- **Superficie de subrasante:**

- Esta es la primera capa que construimos sobre el suelo preparado. Es como la base del pastel, tiene que ser fuerte y bien nivelada para que las demás capas se asienten bien.
- Es la capa inmediatamente superior al suelo de cimentación, ya preparada y compactada.

- **Subbase:**

- Imagínate que le ponemos un mantel fuerte a la mesa (la subrasante). Esta capa ayuda a distribuir el peso de los coches y a que el agua no dañe las capas de abajo.
- Es una capa de material granular que proporciona soporte adicional y drenaje.

- **Base:**

- Ahora ponemos una mesa sólida encima del mantel. Esta capa es la que soporta directamente el peso de los coches, así que tiene que ser muy

fuerte y lisa.

- Es la capa principal de soporte, justo debajo de la superficie de rodadura.

### **FUNCIONES DE LA BASE.**

La capa base de una carretera es como un 'escudo' súper fuerte que protege todo lo que está debajo. Tiene varias tareas importantes:

- **Aguantar el peso pesado:** Es como si tuviera que cargar con todos los coches y camiones que pasan por encima, y repartir ese peso para que no se hunda nada.
- **Cuidar el suelo:** Evita que el peso de los coches aplaste el suelo de abajo, para que no se deforme la carretera.
- **Ser resistente:** Está hecha para aguantar el roce de los neumáticos y los cambios de clima, como la lluvia o el sol fuerte.
- **Dejar pasar el agua:** La capa base es como un colador gigante, deja pasar el agua de la lluvia para que no se formen charcos en la carretera.
- **Evitar que suba el agua:** Es como si la capa base fuera un paraguas que protege la carretera de la lluvia que viene de abajo. Impide que el agua que está en el suelo suba y la moje, manteniendo la carretera fuerte y seca.

**CAPA DE AFIRMADO:** es la parte de arriba de la carretera, la que pisan los carros. Es como la 'piel' de la carretera. Está hecha de una mezcla de piedras de diferentes tamaños, arena y a veces otros materiales.

**MACADAM GRANULAR:** es como hacer un piso con piedras. Primero, pones piedras grandes y luego las rellenas con piedras más pequeñas y arena, todo bien apretado. Es como un rompecabezas de rocas, y el resultado es una superficie muy fuerte y estable, perfecta para caminos donde pasan muchos vehículos.

## **MATERIALES PARA BASE:**

Es como el esqueleto que sostiene todo lo demás. Tiene que ser muy fuerte para aguantar el peso de los coches y camiones, y para que la carretera no se agriete ni se hunda con el tiempo. Por eso, necesitamos usar materiales de primera calidad, que cumplan con las reglas que nos aseguran que todo va a salir bien.

## **TRATAMIENTOS DE MATERIALES PARA BASE.**

Antes de usar las piedras y otros materiales para hacer la base de una carretera, tenemos que prepararlos bien. A veces, lo que encontramos no está listo para usar y necesita un poco de trabajo. Aquí te cuento cómo los arreglamos:

- **Quitamos las piedras gigantes:** Si hay rocas enormes o pedazos grandes de escombros, los sacamos. Es como quitar las piedras grandes de un arroz. Esto a veces lo hacemos a mano, porque hay que revisar bien.
- **Deshacemos los terrones:** Si la tierra está dura o llena de bolas, la rompemos en pedazos más pequeños. Es como desmenuzar el pan duro. Para esto, usamos máquinas especiales que tienen rodillos o dientes.
- **Separamos por tamaños:** Usamos coladores grandes, como los que se usan en la cocina, para separar las piedras y otros materiales según su tamaño. Así, tenemos piedras grandes, medianas y pequeñas, y podemos hacer la mezcla perfecta.
- **Trituramos rocas grandes:** Si hay rocas que son demasiado grandes, las metemos en máquinas que las rompen en pedazos más pequeños. Es como usar un molino para hacer harina.
- **Lavamos la tierra sucia:** A veces, las piedras y la tierra que usamos para la base vienen con mugre o con arcilla pegada. Entonces, les damos un buen baño para limpiarlas bien. Si no lo hiciéramos, la carretera no quedaría tan fuerte.

## 2.4. TERRAPLEN

Cuando necesitas rellenar un hueco o elevar el nivel del suelo, haces un terraplén. Es como una especie de 'relleno' con tierra, pero controlado y con una forma específica. Piensa en esos montículos de tierra que se hacen a los lados de las carreteras, esos son terraplenes:

- **Preparar el terreno:** Primero, limpiamos toda el área y nos aseguramos de que esté lo más plana posible. A veces, tenemos que quitar la tierra que no sirve.
- **Construir la montaña de tierra:** Traemos tierra buena y la echamos en capas, como si estuviéramos haciendo un pastel. Cada capa la apretamos bien, para que quede fuerte y no se hunda.

El terraplén tiene tres partes principales:

- **La base:** Es la parte de abajo de la montaña, la que está debajo del suelo original.
- **El cuerpo:** Es la parte del medio, la que va desde la base hasta arriba.
- **La corona:** Es la parte de arriba del todo, la que queda plana. Normalmente, tiene como 30 centímetros de grosor. Es donde construiremos encima.

Tabla N° 001.

Requisitos de los materiales

Condiciones	Partes del terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo (cm)	15	10	7.5
% Máximo de fragmentos de roca >7,62 cm	30	20	
Índice de plasticidad (%)	<11	<11	<10

Fuente: MTC

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

\* Desgaste de los Ángeles: 60% máx. (MTC E 207)

\* Tipo de Material: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

## 2.4.1. Secuencia De Construcción De Terraplenes

### 1. Preparado:

Lo primero es dejar el terreno como una pista de baile: limpio, liso y listo para la acción. Si no preparamos bien la base, el terraplén no va a quedar bien.

Aquí hacemos algo parecido:

- Limpiamos todo el terreno, quitando plantas, árboles, piedras, todo lo que estorbe.
- Si hay tierra mala, como tierra con mucha vegetación o arcilla blanda, la quitamos y la reemplazamos con tierra buena.
- Si el suelo está muy mojado, ponemos tuberías o zanjas para que el agua se vaya.
- Luego, nivelamos el terreno para que esté plano y lo apretamos bien con máquinas para que quede fuerte.

### 2. Levantando el terraplén (Base y Cuerpo):

Ahora sí, empezamos a construir la 'montaña' de tierra, capa por capa:

- Echamos la tierra en capas del mismo grosor, para que quede todo parejo.  
No ponemos capas muy gruesas para que podamos apretar bien la tierra.
- Usamos máquinas grandes, como rodillos, para apretar la tierra de cada capa y hacerla fuerte.
- Antes de echar otra capa, revisamos que la capa de abajo esté bien apretada. Si no, no seguimos.
- La tierra tiene que tener la cantidad justa de agua para apretarse

bien. Si está muy mojada o muy seca, no funciona.

- Si el espacio es pequeño o estamos cerca de otras construcciones, usamos máquinas más pequeñas para apretar la tierra.

### 3. La parte de arriba (Corona):

La parte de arriba del terraplén, donde irá la carretera, tiene que quedar perfecta:

- La corona suele tener unos 30 centímetros de grosor, hecha con dos capas iguales de tierra buena.
- Otra vez, hay que controlar la humedad de la tierra para que se apriete bien.
- Revisamos que la superficie esté completamente plana y a la altura correcta, según los planos.

### 4. Los últimos retoques (Acabado):

"Al final del día, hay que dejar el terraplén listo para el día siguiente:

- Revisamos que toda la superficie esté bien apretada y lisa.
- Le damos una pequeña inclinación a la superficie para que el agua de lluvia se vaya fácilmente y no se lleve la tierra.
- Revisamos la calidad de la tierra seguido para asegurarnos de que todo esté bien.

**Tabla N° 002.**

Material o producto	Propiedades y características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia(1)	Lugar de muestreo
Terraplén	Granulometría	MTCE E 204	D 425	T29	1 cada 1000 m3	Cantera
	Límites de Consistencia	MTCE E 111	D 4318	T89	1 cada 1000 m3	Cantera
	Contenido de material Orgánico	MTCE E 118	-	-	1 cada 3000 m3	Cantera
	Abrasión Los Angeles	MTCE E 207	C 131	T98	1 cada 3000 m3	Cantera
	Relación Densidad-Humedad	MTCE E 115	D 1557	T 180	1 cada 1000 m3	Pista
	Compactación: Balo y cuéigo	MTCE E 117	D 1558	T191	1 cada 500 m3	Pista
	Compactación: Corona	MTCE E 124	D2922	T238	1 cada 2500 m3	Pista

Fuente: MTC

## 2.5. FORMULACION DE HIPOTESIS

### 2.5.1 Hipótesis General

¿De verdad importa tanto el material que usamos arriba en la carretera, esa 'capa de rodadura', para que el asfalto que ponemos después funcione bien?

### 2.5.2 Hipótesis Específica

1. ¿Hay alguna relación clara entre lo bueno que es el material de la carretera y cómo funciona ese tratamiento bituminoso que le ponemos a las piedras antes de hacer la mezcla de asfalto?
2. ¿Cuánto más apretado y denso esté el material de la carretera, mejor va a funcionar ese tratamiento especial que le ponemos a las piedras para el asfalto?
3. ¿Si la base de la carretera (el afirmado) es muy resistente y aguanta mucho peso, eso ayuda a que el tratamiento bituminoso que usamos en las piedras haga que la mezcla de asfalto sea todavía mejor?

## **2.6. Identificación de Variables**

### **2.6.1 Variable independiente**

El tipo de tierra y piedras que sacamos de las canteras: Esto es lo que nosotros cambiamos en el estudio. Usamos diferentes tipos de tierra y piedras de las canteras para ver cómo afectan al resultado final

### **2.6.2 Variable dependiente**

Qué tan bueno queda el asfalto: Esto es lo que observamos y medimos en el estudio. Queremos ver si el tipo de tierra y piedras de las canteras influye en qué tan resistente, durable y fácil de manejar es el asfalto.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO**

Este estudio se llevó a cabo en varias canteras ubicadas en la carretera de Cerro Blanco a Chasquitambo. Esta carretera conecta Lima y Áncash, por lo que nos detuvimos varias veces a lo largo de esa ruta para muestrear las piedras y el suelo que utilizan para la construcción. Específicamente, nos centramos en dos segmentos clave:

**Tramo 1:** Las canteras de donde extrajimos el material para la construcción de la subbase de la carretera ubicadas cerca del pueblo de Huaricanga.

**Tramo 2:** Se centra en las canteras ubicadas cerca de la aldea de Chiquiahuanca, en el distrito de Paramonga, provincia de Barranca.

#### **Ubicación Política:**

- Región: Lima
- Provincia: Barranca
- Distrito: Paramonga
- Localidad: Centro Poblado de Cerro Blanco

#### **Ubicación Geográfica:"**

- El área de estudio en Lima se centra en el distrito de Paramonga, provincia de Barranca.
- En Áncash, el estudio abarca el distrito de Colquioc, específicamente en Chasquitambo, la capital de dicho distrito, en la provincia de Bolognesi.

Para llegar a las canteras:

- Para llegar a la cantera de Huaricanga, hay que tomar un camino de tierra a la derecha de la carretera Pativilca-Conococha N14. Es una trocha que se

puede transitar con vehículos, aunque no está pavimentada.

- A la cantera de Carapunco se accede por una trocha carrozable a la izquierda de la misma carretera.

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El trabajo de investigación que se va a realizar es de tipo básico, fundamental o pura, que se realiza en los laboratorios y, gracias a la creación y modificación de diversas teorías, ayuda en la expansión del conocimiento científico. Se revisan los principios y las leyes.

### **3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

Para Restituto S. (2002), las investigaciones explicativas se orientan a fenómenos que se someten a experimentación en laboratorio o campo, explicando las características significativas de los fenómenos. La investigación consta de dos niveles: Descriptivo y Explicativo.

### **3.4. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **3.4.1. Método General:**

Vamos a seguir una especie de "guía" para asegurarnos de que todo lo que hacemos tiene sentido y está bien hecho. Esta guía es lo que llamamos método científico, y es como un conjunto de reglas que nos ayudan a investigar de forma organizada y confiable.

Antiguamente, la palabra "método" se usaba de otra forma, pero hoy en día la entendemos como todas las herramientas y pasos que seguimos para descubrir algo nuevo.

Kerlinger y otros expertos dicen que el método científico es como un libro de

reglas para investigar. Si seguimos esas reglas al pie de la letra, nuestra investigación será seria y científica, incluso si lo que estamos estudiando es la educación.

### 3.4.2. Método Específico:

Para este estudio, además del método científico general, vamos a usar el método experimental. Esto significa que vamos a hacer experimentos para ver cómo reaccionan los materiales. O sea, vamos a preguntarnos: '¿Qué pasa si hacemos esto bajo condiciones controladas?' y luego haremos la prueba para averiguarlo.

## 3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño de investigación que vamos a utilizar es preexperimental. Esto significa que observaremos los materiales antes y después de aplicarles un tratamiento, para analizar los cambios que se producen. En concreto, usaremos un diseño con 'pre-test' y 'post-test', que nos permitirá comparar los resultados antes y después de la intervención.

GE: 01      X      02

Dónde:

G.E. Grupo Experimental.

01 : Pre Test

02 : Post Test

X: Manipulación de la Variable Independiente.

Muestra → Análisis → Resultado

### 3.6. OPERACIONALIDAD DE LAS VARIABLES

**VARIABLE INDEPENDIENTE:** Material de afirmado de las canteras adyacentes

Dimensiones	Indicadores
Granulometría	- Optimo
Límite de consistencia	
Abrasión	- Malo
Impurezas Orgánicas	

**VARIABLE DEPENDIENTE:** Terraplén de la carretera

Dimensiones	Indicadores
Granulometría (1)	- Optimo
Límites de Consistencia	
Impurezas Orgánicas	- Malo
Densidad-Humedad	
Compactación Base y Cuerpo	
Compactación Corona	

### 3.7. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.

#### 3.7.1. POBLACIÓN.

Nuestra atención se centrará en las canteras de Huaricanga y Chiquiahuanca, situados en la vía Cerro Blanco a Chasquitambo. Estas canteras que 'alimentan' la carretera, así que las vamos a estudiar a fondo.

Para que entiendas mejor, según Oseda, una "población" en un estudio es como un grupo de cosas o personas que tienen algo en común. Pueden compartir cualquier cosa, desde ser del mismo país, hasta trabajar en el mismo lugar, o, en nuestro caso, ser parte de las canteras que abastecen una carretera específica.

### 3.7.2. MUESTRA Y MUESTREO.

Para este estudio, necesitábamos tomar muestras de tierra de las canteras de Huaricanga y Chiquiahuanca. Así que hicimos lo siguiente:

- Fuimos a cada cantera y elegimos dos lugares al azar. En cada lugar, hicimos un hoyo, que le llamamos 'calicata', para sacar tierra de diferentes profundidades.
- De cada cantera, sacamos 150 kilos de tierra. Pensamos que esta cantidad era suficiente para hacer todas las pruebas que necesitábamos en el laboratorio."

Para calcular cuánta tierra necesitábamos sacar, tuvimos en cuenta lo siguiente:

- ✓ **El tamaño total de la cantera (N):** que era la cantidad total de material que había.
- ✓ **El tamaño de la muestra (n):** que decidimos que fueran los 150 kilos.
- ✓ **La probabilidad de elegir una muestra (p y q):** como no sabíamos exactamente qué posibilidades había de elegir cada tipo de tierra, usamos un valor intermedio de 0.5 para ambas probabilidades.
- ✓ **El nivel de confianza (Z):** queríamos estar bastante seguros de que nuestras muestras representaban bien la tierra de las canteras.

$E =$  Error estándar de la estimación que debe ser 0,09 o menos.

$$N < 100\,000 : n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N-1) + Z^2 P Q}$$

$$n = ? , Z = 1.96, P = 0.5, Q = 0.5 \text{ y } N = 2$$

reemplazando tenemos:

$$n = \frac{()^2 (0,5) (0,5) * 2}{()^2 (2-1) + ()^2 (0,5) (0,5)}$$

$$n = 1,9948 \longrightarrow 2 \text{ muestras por cantera.}$$

### 3.7.2.1. EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS:

Para este estudio, fuimos a dos canteras donde sacamos el material para la base de la carretera. Estas canteras son:

- ✓ La cantera de Huaricanga, que está al lado derecho del pueblo de Huaricanga.
- ✓ La mina de Chiquiahuanca, situada entre Anta y el distrito de Colquioc-Chasquitambo.

Hicimos lo siguiente:

- Excavamos hoyos de 2 metros de profundidad, que llamamos 'calicatas'. Así, sacamos tierra de diferentes niveles para tener una muestra representativa de todo el material.
- La idea de sacar estas muestras era llevarlas al laboratorio y hacerles pruebas para ver sus características.
- Después de hacer los hoyos, sacamos dos tipos de muestras: una grande de 150 kilos, para hacer todas las pruebas, y una pequeña de 2 kilos.
- También sacamos una pequeña muestra para medir cuánta agua tiene la tierra, y la guardamos en una bolsa especial para que no se seque y no cambie sus propiedades.

## PROCESO CONSTRUCTIVO DE BASE GRANULAR EN CARRETERAS

### CONTROLES DE CALIDAD QUE SE DEBE DE REALIZAR A ESTA ACTIVIDAD.

#### 1. REALIZAR LOS SIGUIENTES ENSAYOS EN LABORATORIO.



MUESTREO PARA PODER ENSAYAR Y VERIFICAR LA CALIDAD DE LOS MATERIALES EN CAMPO SEGÚN FRECUENCIA DE ENSAYOS.



CUARTEO PARA PODER REALIZAR EN ANALISIS GRANULOMETRICO DEL MATERIAL.

Básicamente, lo que Oseda explica es que una "muestra" es como una versión chiquita de algo más grande que queremos estudiar. Imagínate que tienes una olla grande de sopa y quieres saber si está rica. No necesitas comerte toda la olla, ¿verdad? Con probar una cucharada, que sería la muestra, es suficiente.

Pues con los estudios pasa igual. Tomamos una pequeña parte de lo que queremos estudiar, y esa parte, la muestra, tiene las mismas características que el todo. Así, podemos hacer pruebas y sacar conclusiones sobre la muestra, y esas conclusiones se pueden aplicar a todo lo demás. Es como si la cucharada de sopa te dijera cómo sabe toda la olla.

## 3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 3.8.1. Técnicas

Seguimos estos pasos:

1. **Buscamos las canteras importantes:** Primero, identificamos las canteras de dónde sacan más material para la carretera Cerro Blanco - Chasquitambo.
2. **Hicimos hoyos en la tierra (calicatas):** En las zonas donde había más material bueno, hicimos hoyos de 2 metros de profundidad para sacar muestras de tierra.
3. **Tomamos muestras:** Sacamos 150 kilos de tierra de cada hoyo y los guardamos en bolsas especiales para que no se contaminen.
4. **Hicimos pruebas en el laboratorio:** Llevamos las muestras a un laboratorio donde hacen pruebas de suelo, y ahí hicimos los análisis necesarios.

### 3.8.2. INSTRUMENTOS

Para hacer este estudio, necesitamos varias herramientas, tanto para sacar las muestras de tierra como para analizarlas en el laboratorio. Aquí te cuento cuáles usamos:

#### **Para sacar las muestras de las canteras:**

- Usamos recipientes para guardar la tierra que sacamos, así no se mezclaba ni se perdía nada.
- Teníamos una balanza para pesar las muestras, para saber exactamente cuánta tierra sacábamos.
- Usamos pala y pico para hacer los hoyos en la tierra y sacar las muestras.

- Llevamos un cuaderno y bolígrafos para anotar todo lo que íbamos encontrando y midiendo.
- Tuvimos un vehículo para llevar todas las herramientas y las muestras de un lugar a otro

#### **Para las pruebas de laboratorio:**

- También contamos con todos los equipos e instrumentos que se necesitan en un laboratorio de suelos, para hacer cada una de las pruebas que planeamos.

#### **VALIDEZ DE LOS EQUIPOS Y CONFIABILIDAD**

Las herramientas y máquinas que usamos para analizar la tierra son del laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Como te imaginarás, un laboratorio universitario así tiene que usar equipos de primera calidad, que cumplan con todas las normas y que estén bien calibrados, para que los resultados sean precisos.

### **3.9. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

En este estudio, seguimos el mismo método que usan en el laboratorio de la UNI para registrar los datos. Así, nos aseguramos de que nuestra información sea compatible y de que usemos un lenguaje común con otros investigadores.

#### **3.9.1 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO:**

1. **Pesamos el recipiente vacío:** Primero, tomamos un recipiente limpio y seco, como una cajita de metal, y lo pesamos en una balanza. Anotamos este peso para usarlo después.
2. **Ponemos la tierra mojada en el recipiente:** Luego, tomamos un poco de la tierra

que queremos analizar y la ponemos dentro del recipiente. Volvemos a pesar el recipiente con la tierra mojada dentro y anotamos este peso también.

3. **Secamos la tierra en el horno:** Metemos el recipiente con la tierra mojada en un horno especial que calienta a una temperatura alta. Dejamos la tierra ahí por un tiempo para que se seque por completo.
4. **Pesamos la tierra seca:** Sacamos el recipiente del horno, esperamos a que se enfríe, y lo volvemos a pesar con la tierra seca dentro. Anotamos este peso también.
5. **Calculamos la cantidad de agua:** Ahora, hacemos unas restas para saber cuánta agua tenía la tierra mojada. Imagina que tienes una caja con tierra mojada y quieres saber cuánto pesa solo la tierra, sin la caja. Para eso, primero pesas la caja vacía y luego la pesas con la tierra dentro. Después, simplemente restas el peso de la caja vacía al peso total, ¡y listo! Así sabrás exactamente cuánto pesa la tierra. Finalmente, dividimos el peso del agua entre el peso de la tierra seca y lo multiplicamos por 100 para obtener el porcentaje de agua en la tierra mojada.

$$w = (W_w / W_s) * 100$$

Dónde

$W_w$  = *Peso del Agua de la muestra*

$W_s$  = *Peso del suelo seco*

### 3.9.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Saber qué tamaños son las partículas que componen nuestra muestra de

tierra, usamos un análisis llamado granulometría. Esto nos dice qué proporción de la muestra es arena, grava, arcilla, etc. Para hacerlo, necesitamos estas herramientas:

- **Horno:** Para secar bien la muestra de tierra antes de empezar, y asegurarnos de que el agua no afecte los resultados.
- **Balanza precisa:** Necesitamos una balanza que pese con mucha exactitud, de 16 a 20 kilos y con una sensibilidad de 0,1 gramos, para medir cuánto material queda en cada tamiz.
- **Juego de tamices:** Son como coladores con agujeros de diferentes tamaños, desde los más grandes hasta los más pequeños. Con estos tamices, separamos las partículas de la muestra según su tamaño.
- **Bandejas:** Usamos bandejas de metal o aluminio para colocar la muestra y para recoger el material que pasa por cada tamiz.

## **PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**

### **1. Separando la muestra:**

- Primero, tomamos la tierra que queremos estudiar y la dividimos en cuatro partes.
- Luego, quitamos dos partes opuestas y repetimos esto hasta que nos quedan como dos kilos de tierra. Esto nos asegura que la muestra que analizamos es representativa de toda la tierra.

### **2. Secando la tierra:**

- Metemos la muestra de tierra en un horno y la dejamos secar por 24 horas. Así, nos aseguramos de que no haya agua que afecte nuestras mediciones.

### **3. Pesando la muestra:**

- Una vez seca, pesamos la tierra con mucho cuidado para saber exactamente cuánto tenemos.

### **4. Usando coladores de diferentes tamaños (tamices):**

- Usamos una serie de coladores con agujeros de diferentes tamaños para separar las partículas de tierra según su tamaño.
- Hay un colador especial, el número 200, que usamos aparte para medir las partículas más finas. Lo movemos mucho para que todo lo fino pase.

5. **Separando la arena fina:**

- Tomamos 1000 gramos de la parte de la tierra que pasó por el colador número 4, que es la arena fina.

6. **Lavando la arena:**

- Ponemos esa arena fina en el colador número 200 y la lavamos con agua hasta que el agua salga limpia. Esto quita el polvo y la arcilla pegada a la arena.

7. **Revisando el agua sucia:**

- Dejamos que el agua sucia se asiente y quitamos el agua clara. Lo que queda, la tierra y el agua, lo secamos en el horno.

8. **Midiento la tierra fina:**

- Este paso nos permite averiguar con precisión la cantidad de partículas diminutas que hay en la tierra que estamos estudiando.

9. **Colocando la muestra en la pila de tamices:**

- Luego ponemos la muestra seca en una pila de tamices, desde los orificios más grandes a los más pequeños.
- Sacudimos la pila de tamices, para que cada medida de tierra quede retenida en el tamiz que le corresponde.
- Pesamos cuanto material quedo en cada tamiz.

10. **Calculando los porcentajes:**

- Con los pesos que obtuvimos, calculamos qué porcentaje de la tierra

quedó en cada colador.

#### 11. Haciendo un dibujo (gráfico):

- Finalmente, usamos los resultados para hacer un dibujo que nos muestra cuánta tierra hay de cada tamaño. Esto nos da una idea clara de cómo es la tierra que estamos estudiando.

Foto N° 03: CUARTEO DE LAS MUESTRA



### **3.9.2. LIMITES DE CONSISTENCIA**

#### **A. LIMITE LIQUIDO ASTMD-4318, MTC E 110-2000**

Para saber cuánta agua aguanta la tierra antes de ponerse como papilla, usamos estas cosas:

- Una máquina especial: Se llama aparato de Casagrande. Es como una cajita que sacude la tierra de cierta manera, y tiene una herramienta para hacerle una rayita. Con esto, vemos cómo se comporta la tierra cuando está mojada.
- Recipientes para mezclar: Donde hacemos la mezcla de tierra con agua.
- Tarritos: Para guardar pedacitos de la mezcla y ver cuánta agua tienen.
- Una espátula: Que es como una paleta, para mezclar y manejar la tierra.
- Una cuchara: Para mezclar mejor la tierra.
- Una báscula que pesa muy fino: Porque tenemos que ser muy exactos con las medidas.
- Un horno: Para secar la tierra y ver cuánta agua tenía. Lo ponemos a una temperatura alta para que se seque rápido."

### **3.9.3. ENSAYO DE CBR**

Para medir qué tan fuerte es el suelo y cuánto peso puede soportar, usamos estas herramientas:

- Un molde cilíndrico: Es como un bote redondo donde metemos la tierra. Tiene una base y una extensión para prepararla bien.
- Un compactador mecánico: Es una máquina que aprieta la tierra dentro del molde, para simular cómo se compacta en la realidad.
- Una bandeja para mezclar: Donde combinamos la tierra y el agua.
- Recipientes pequeños: Para tomar muestras y saber cuánta humedad tiene la mezcla.
- Una balanza: Para pesar las muestras con precisión.

- Un disco expansor: Es una pieza que se coloca sobre la tierra compactada.
- Papel de filtro: Que se usa en conjunto con el disco expansor.
- Un pistón: Es una pieza que empujamos hacia abajo sobre la tierra para medir su resistencia.
- Un dispositivo para medir: Con el medimos cuanto penetra el pistón dentro del suelo.
- Pesas: Que ponemos encima del pistón para simular el peso de los coches y camiones.
- Un martillo compactador: En algunos casos se usa para compactar el suelo. Básicamente, este equipo nos permite simular en el laboratorio cómo se comportaría el suelo bajo el peso de los vehículos, y así saber si es lo suficientemente resistente para una carretera.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1-Procedimiento para la solución del problema:**

Lo que hicimos para averiguar si la tierra de las canteras de Huaricanga y Chiquiahuanca, que están ahí cerca de Paramonga, sirve para construir carreteras, fue lo siguiente:

- Tomamos muestras: Recogimos muestras de tierra de diferentes partes de las canteras.
- Luego, para analizar la tierra a fondo, la llevamos a dos sitios: a los laboratorios que tienen en las propias canteras y a los laboratorios de la UNI. De esta manera, comparamos resultados y nos aseguramos de que todo esté bien.
- Hicimos pruebas: En los laboratorios, hicimos muchas pruebas a la tierra para ver sus características. Por ejemplo, medimos el tamaño de las piedras, cuánto se desgastan, y qué tan fuerte es el suelo.
- Analizamos los resultados: Con los resultados de las pruebas, pudimos saber si la tierra de las canteras es buena para construir carreteras."

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Tanto las canteras de Huaricanga como de Chiquiahuanca pueden ser utilizadas como materiales de subbase.

Los valores de las pruebas de laboratorio fisico-mecánicas obtenidos de las canteras se ajustan a los valores requeridos para esta clasificación de material de subbase según la Norma Técnica General de Ingeniería para la Construcción de Vías EG-2013 del Ministerio de Transportes, de acuerdo con la tabla 001.

#### **5.2. RECOMENDACIONES**

Es aconsejable que, para la utilización de los materiales de las diversas disciplinas, se recomienda que se empleen los materiales de las diversas disciplinas.

Como se ha afirmado, es necesario analizar previamente las canteras. contraste con las Especificaciones Técnicas Generales EG - 2013, en comparación con las Especificaciones Técnicas Generales EG del año 2013.TMC (Tabla 001).

Cuando los materiales que provienen de las canteras no cumplen con las normas establecidas, la granulometría especificada en la Especificación General - 2000 - MTC debe ser mezclada, utilizando materiales procedentes de otra cantera.

## CAPITULO VI

### FUENTES DE INFORMACION

#### 6.1. FUENTES BIBLIOGRAFICAS

- *Kraemer, Pardillo, Rocci. (2000). "Ingeniería de Carreteras-Tomo II". Edic.2000. Limusa Wiley. México D.F. México.*
- *Rico R. A., Del Castillo., H. (2000). "La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres (Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas)-Volumen I". Edic. 16ta.Limusa Noriega. México D.F. México.*
- *"Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo Volumen de Tránsito". Edic. 2008. Lima. Perú.*
- *Asociación Nacional Técnica de Estabilizados de Suelos y Reciclado de Firmes (ANTER). "Mezcla de Suelos In Situ". 2013. Edic. 2013. Madrid-España.*
- *Ayuso M, J. Caballero R, A. Et al. "Mecánica de Suelos y Cimentaciones". (2010). Edic. 2010.*
- *Braja M, D. (2001). "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica", Thomson Leasing, México D.F. México.*
- *Céspedes A, J. (2000) "Carreteras Diseño Moderno". Edic. 2001.Cajamarca. Perú.*

- *Crespo V, C. (2007). "Mecánica de Suelos y Cimentaciones". Edic-6ta. U. de la Manzanilla. México D. F. México.*
- *Crespo V, C. (2007). "Vías de Comunicación", Edic.4ta. Limusa Noriega Editores. México D. F. México.*
- *Hurtado de Barrera, J. (2008) "Notas del Módulo V: La Investigación Holística". Diplomado Internacional Proyectos de Investigación Científica y Humanística. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. Perú.*
- *Minera Yanacocha. "Manual de Vías 2012- Última Versión". Edic.2012.*
- *Pasquel C.E. 1998. Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Edit. C/P. Lima.380p.*
- *Valle R, R. "Carreteras, Calles y Aeropuertos", Edic. 4ta., El Ateneo, Barcelona. España.*
- *Norma MTC E 101-2000. "Guía para Muestreo de Suelos y Rocas"*
- *Norma MTC E 107-2000. "Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado."*
- *Norma MTC E 110-2000. "Determinación del Límite Líquido de /os suelos"*
- *Norma MTC E 111-2000. "Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad "*
- *Braja M, D. (2001). "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica", Thomson Learning, México D.F. México*

- Norma MTC E 108-2000. "Método de ensayo para determinar el Contenido de Humedad de un suelo.

## 6.2. FUENTES ELECTRÓNICAS:

- Wikipedia. Departamento de Ancash- Lima: Mapa del departamento de Ancash-Lima. [Artículo de internet] Wikipedia, 2014. p. 1. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Departamento\\_de\\_Ancash-Lima](http://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Ancash-Lima) [Consulta: 1º de agosto de 2014].
- Peruroutes.com. Departamento de Lima-Ancash: Provincia de Barranca-Bolognesi [Artículo de internet] Peruroutes, 2014. p. 1. Disponible en: [http://peruroutes.com/Ancash\\_datos.htm](http://peruroutes.com/Ancash_datos.htm) [Consulta: 15 de julio de 2017].
- Seace.gob.pe. Provincia de Barranca- Bolognesi): Distritos de Pativilca-Colquioc. [Artículo de internet] Seace.gob.pe. 2017. p. 1. Disponible en: [http://app.seace.gob.pe/mon/ProcesoReporteGrafPb.jsp?tipo\\_cons=2&dep\\_codigo=06&pro\\_codigo=01&tipo\\_cons\\_sub=B&anhoentidad=2010&anho\\_rep=](http://app.seace.gob.pe/mon/ProcesoReporteGrafPb.jsp?tipo_cons=2&dep_codigo=06&pro_codigo=01&tipo_cons_sub=B&anhoentidad=2010&anho_rep=) [Consulta: 06 de Julio de 2017].

## **ANEXOS**

<b>CANTERA HUARICANGA</b>		
<b>Ubicación</b>	Km 21 + 200 de carretera Pativilca -Huaraz - Huaricanga - Ancash	
<b>Acceso</b>	A la altura del Km 21 + 200, por una vía Carrozable (lado derecho de la vía Pativilca-Huaraz - Huaricanga), 0.950 km. que requiere mantenimiento (riego y nivelación) se llega a la cantera.	
<b>Propietario</b>	Propiedad Comunidad Centro poblado de Huaricanga de libre disponibilidad	
<b>Volumen Bruto Total</b>	177,378.00 m <sup>3</sup>	
<b>Volumen de cubierta</b>	51,214.24 m <sup>3</sup>	
<b>Volumen Aprovechable</b>	126,163.76 m <sup>3</sup>	
<b>Área Cantera</b>	51,340.65 m <sup>2</sup>	
<b>Periodo de Explotación</b>	Todo el año	
<b>Tipo de material</b>	Aluvial	
<b>Descripción</b>	Constituidos por una mezcla de gravas redondeadas limosas con arena, de color marrón claro; con tamaño máximo de 4" y un porcentaje promedio de partículas mayores a 3" de 8.0 %.	
<b>Explotación</b>	La extracción se realizará de la siguiente manera:  Se procederá a retirar el primer estrato de material no aprovechable (desechable) de un espesor promedio de 1.27 m. Luego se extraerá el material aprovechable en forma directa en un espesor promedio de 3.49 m, con cargador frontal, tractor de oruga y	
<b>USOS</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>
Terraplén (T)	Zarandeo (Z)	<b>90%</b>
Afirmado (A)	Zarandeo (Z), mezcla (M)	<b>76%</b>
<b>Observaciones</b>		
<p>. La cantera cumple los requerimientos exigidos en especificaciones técnicas para alturas menores de 3000 m.s.n.m</p> <p>. La extracción se efectuará en forma escalonada de arriba hacia abajo, para evitar accidentes.</p> <p>. Calculo de los rendimientos:</p> <p>T = Volumen Aprovechable - Material TM &gt; 3" - Desperdicio en maniobra = 100 % - 8 % - 2 % = 90 %</p> <p>A = Volumen Aprovechable - Material TM &gt; 2" - Desperdicio en maniobra = 100 % - 22 % - 2 % = 76 %</p> <p>. El cálculo de los rendimientos de los diferentes usos se realizó con el volumen aprovechable en el cual no se incluye el volumen de cubierta.</p>		

<b>CANTERA CHIQUIHUANCA</b>		
<b>Ubicación</b>	Km 40 + 100 de carretera PATIVILCA -HUARAZ - Chiquiahuanca- Ancash	
<b>Acceso</b>	A la altura del Km 40 + 050, por una vía Carrozable (lado izquierdo de la vía Pativilca - Huaraz - Anta), 1.367 km. que requiere mantenimiento (riego y nivelación) se llega a la cantera.	
<b>Propietario</b>	Propiedad Comunidad Chiquiahuanca del centro poblado de Anta de libre disponibilidad (Ver Anexo G)	
<b>Volumen Bruto Total</b>	160, 450.00 m <sup>3</sup>	
<b>Volumen de cubierta</b>	42,214.00 m <sup>3</sup>	
<b>Volumen Aprovechable</b>	110,160.76 m <sup>3</sup>	
<b>Área Cantera</b>	41, 840.65 m <sup>2</sup>	
<b>Periodo de Explotación</b>	Todo el año	
<b>Tipo de material</b>	Aluvial	
<b>Descripción</b>	Constituidos por una mezcla de gravas redondeadas limosas con arena, de color marrón claro; con tamaño máximo de 4" y un porcentaje promedio de partículas mayores a 3" de 8.0 %.	
<b>Explotación</b>	La extracción se realizará de la siguiente manera:  Se procederá a retirar el primer estrato de material no aprovechable (desechable) de un espesor promedio de 1.27 m. Luego se extraerá el material aprovechable en forma directa en un espesor promedio de 3.49 m, con cargador frontal, tractor de oruga y	
<b>USOS</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>
Terraplén (T)	Zarandeo (Z)	<b>91%</b>
Afirmado (A)	Zarandeo (Z), mezcla (M)	<b>78%</b>
<b>Observaciones</b>		
<p>. La cantera cumple los requerimientos exigidos en especificaciones técnicas para alturas menores de 3000 m.s.n.m</p> <p>. La extracción se efectuará en forma escalonada de arriba hacia abajo, para evitar accidentes.</p> <p>. Calculo de los rendimientos:</p> <p>T = Volumen Aprovechable - Material TM &gt; 3" - Desperdicio en maniobra = 100 % - 8 % - 2 % = 90 %</p> <p>A = Volumen Aprovechable - Material TM &gt; 2" - Desperdicio en maniobra = 100 % - 22 % - 2 % = 76 %</p> <p>. El cálculo de los rendimientos de los diferentes usos se realizó con el volumen aprovechable en el cual no se incluye el volumen de cubierta.</p>		





Proyecto	TESIS ESTUDIO DE CANTERA PARA EL TERRAPIEN DE LA CARRETERA CERRO BLANCO - CHASQUITAMBOE (LIMA-ANCASH)
Ubicación	CANTERA HARRICANGA
Proyectistas	JHANS DIAZ RAMIREZ – ANTHONY CALDAS REYES
Responsable	ING. ROSARIO CHUMACERO CORCOVA

REGISTRO DE EXPLORACIÓN (Norma: ASTM - D 2488)

corte	C-1	Pro (m)	6.20	Fecha	04 de Julio del 2017
N.F. (m)	No	Operador	TSC Percy Távora S.	-	

Prof. (m.)	Espesor del Estrato	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCSMAS HTD	Simbología Geotécnica	Observación
		-	-	ARENAS AREGLOSAS DE PLASTICIDAD BAJA, CONSISTENCIA OLIVA, COLOR AMARILLENTO, CONTAMINADO CON RESTOS VEGETALES (RAÍCES, HOJAS)	-	-	MATERIAL NO APTO PARA RELENO EN ESTADO NATURAL POR PRESENTAR P > MAYOR A 11%
		M1	---	MATERIAL EN ESTADO COMPACTO, GRAN REDONDEZADA Y SUPERFONDEADA (CANTO REDONDEADO) DE PLASTICIDAD MEDIA, HÚMEDA, TAMAÑO MÁXIMO DE LA GRAVEDAD #1, COLOR MARCADO AMARILLENTO.	A-2-4 (0)		---



*Percy Távora Serrato*  
**Percy Távora Serrato**  
 Ing. de Civil

~~JUAN MARTÍN DE JESÚS LINGO  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 47474~~

*Rosario Chumacero Cordova*  
**Rosario Chumacero Cordova**  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 93290

Proyecto	TESIS ESTUDIO DE CANTERA PARA EL TERRAPIEN DE LA CARRETERA CERRO BLANCO - CHASQUITAMBOE (LIMA- ANCASH)
Ubicación	CANTERA HURKANKA
Proyectistas	JHANS DIAZ RAMIREZ – ANTHONY CALDAS REYES
Responsable	ING. ROSARIO CHUMACERO CORCOVA

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN (Norma: ASTM - D 2488)**

canta	C-1	Pro (m)	5.30	Fecha	04 de Julio del 2017
N.F. (m)	No	Operador	Téc. Percy Távora S.	-	

Prof. (m.)	Espeor del estrato	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCSMASHTD	Simboligh Granea	Observación
		-	-	ARENAS AREOLOSAS DE PLASTICIDAD ALTA, CONSISTENCIA OLIVA, COLOR AMARILLENTO. CONTAMINADO CON RESTOS VEGETALES (RAICES, HOJAS)	-	-	MATERIAL NO APTO PARA RELLENO EN ESTADO NATURAL POR PRESENTAR P > MAYOR A 11 %
		M1	---	MATERIAL EN ESTADO COMPACTO, GRANES REDONDEADAS Y SUREDONDEADAS (CANTORIDAD DE PLASTICIDAD MEDIA) HEMIDA, TAMAÑO MÁXIMO DE LA GRAVADIA 6", COLORACIÓN AMARILLENTO.	A-2-4 (0)		-



*Percy Távora Serrato*  
 Tec. de Soporte y Pavimentación

~~JUAN MARTÍN UBILLUS LIMO~~  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 47474

*Rosario Chumacero Cordova*  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 53999