

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Evaluación de la sub rasante de la vía prolongación camino  
real tramo: Jr. Huánuco – Jr. Cajamarca, Chimbote-2020**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor**

Gil Ponte, Edwar Fabián

**Asesor**

Salazar Sánchez, Dante

Chimbote – Perú

2020

**PALABRAS CLAVE:**

---

Tema	Evaluación
------	------------

---

Especialidad	Pavimentos
--------------	------------

---

**KEY WORDS:**

---

Topic	Evaluation of the sub flush
-------	-----------------------------

---

Specialization	Pavement
----------------	----------

---

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

---

Línea de Investigación	Transportes
------------------------	-------------

---

OCDE	Ingeniería y tecnología
	Ingeniería Civil
	Ingeniería Civil

---

## **TÍTULO**

Evaluación de la Sub Rasante de la Vía Prolongación  
Camino Real Tramo: Jr. Huánuco -Jr. Cajamarca,  
Chimbote-2020

## **RESUMEN**

Este proyecto se realizó con el objetivo de calcular la condición existente de la sub rasante en el área de estudio se encontró una problemática en la superficie de la estructura que nos dio luz a que algo está pasando en el pavimento a nivel de sub rasante, por esto se llevó a cabo hacer calicatas para ver cómo se encontraba la estructura del pavimento a nivel de sub rasante para poder dar una propuesta de mejoramiento apoyado en la norma técnicas.

En este proyecto de investigación se obtuvo la clasificación del suelo por análisis granulométrico por tamiz según (ASTM D422), dando para clasificación AASHTO para calicata C1 Y C2 una clasificación A-3 y para calicata C-3 una clasificación A-2-4 y para clasificación S.U.C.S para las calicatas C-1,C-2,C-3 una clasificación SP-SM.

Se obtuvo el contenido de humedad de las muestras según (ASTM D-2216), para calicata C-1 se obtuvo 2.49%, para calicata C-2 se obtuvo 2.90% y para calicata C-3 se obtuvo 2.42%

Para los límites líquidos y los límites plásticos según (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90) dio como resultado para LL=0,00% para LP=0,00 y su registro de plasticidad según (ASTM D-438) dio como resultado IP=0,00%.

El resultado de la relación de soporte-CBR según (ASTM D-1883) dio como resultado para C-1=22,9 %, C-2=20,6 % y C-3=25,6 %.

## **ABSTRACT**

This project was carried out with the objective of calculating the existing condition of the sub-grade of the pavement in the extension of the royal road section: Jr. Huánuco -Jr. Cajamarca of the city of Chimbote. This inquiry is methodical and representative.

In the study area we found a problem on the surface of the structure that gave us light that something is happening on the pavement at sub-grade level, this is why it took place to make calicatas to see how the pavement structure was at sub flush level in order to give a proposal for improvement supported by the technical standard.

This research project obtained soil classification by sieve granulometric analysis according to (ASTM D422), giving AASHTO classification for calicata C1 and C2 an A-3 rating and for calicata C-3 an A-2-4 classification and for S.U.C.S classification for calicatas C-1, C-2, C-3 an SP-SM classification.

The moisture content of the samples was obtained according to (ASTM D-2216), for calicata C-1=2.49% was obtained, for calicata C-2 was obtained 2.90% and for calicata C-3 was obtained 2.42%.

For liquid limits and plastic limits according to (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 and MTC E-110, AASHTO T89, T90) resulted in LL=0, 00% for LP=0, 00 and its plasticity index according to (ASTM D-438) resulted in IP=0, 00%.

The result of the support-CBR ratio according to (ASTM D-1883) resulted in C-1=22, 9 %, C-2=20, 6 % and C-3=25, 6 %.

## ÍNDICE

PALABRAS CLAVE: .....	i
TÍTULO.....	ii
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA.....	20
III. RESULTADOS.....	24
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	33
V. CONCLUSIONES .....	35
VI. RECOMENDACIONES .....	36
VII. PROPUESTA DE MEJORA.....	37
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	38
IX. AGRADECIMIENTO.....	40
ANEXOS.....	41

## ÍNDICE FIGURAS

<b>FIGURAS.....</b>	<b>Pág.</b>
<b>FIGURA N° 01: Signos para perfil de calicatas-clasificación AASHTO.....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA N° 02: Signos para perfil de calicatas-clasificación SUCS.....</b>	<b>14</b>
<b>FIGURA N° 03: Variación horaria total.....</b>	<b>26</b>
<b>FIGURA N° 04: Humedad óptima (%) del Proctor modificado patrón.....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA N° 05: Densidad Seca Máxima (g/cm<sup>3</sup>) del Proctor modificado patrón.....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA N° 06: CBR al 95% de la M.D.S.....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA N°07: CBR al 100% de la M.D.S.....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA N°08: Clasificación vehicular IMD.....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA N°09: Variación diaria de vehículos.....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA N°10: Ubicación de la vía camino real.....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA N°11: Calicata C-1 para extracción de muestra.....</b>	<b>57</b>
<b>FIGURA N°12: Calicata C-2 para extracción de muestra.....</b>	<b>57</b>
<b>FIGURA N°13: Calicata C-3 para extracción de muestra.....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA N°14: Proceso de tamizado pasante por las mallas 3/4 ,3/8, N.4.....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA N°15: Proceso para pesado y recolección de la muestra de 6 kilos.....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA N°16: Porcentaje de agua en 3%,5%,7% agregado a muestra.....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA N°17: Proceso de Proctor modificado.....</b>	<b>60</b>
<b>FIGURA N°18: Peso de muestra húmeda.....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURA N°19: Peso de muestra en tara para horno.....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA N°20: Muestra seca después de 24 horas en horno.....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA N°21: Muestra de CBR en agua.....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA N°22: Lectura de dial de penetración estándar.....</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA N°23: Conteo vehicular de la vía camino real.....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b> .....	Pág.
<b>TABLA N° 01:</b> Valor relativo de soporte, CBR en Base Granular.....	7
<b>TABLA N° 02:</b> Valor relativo de soporte, CBR en Sub Base Granular.....	7
<b>TABLA N° 03:</b> Requerimiento de calidad según granulometría.....	9
<b>TABLA N° 04:</b> Categoría de sub rasante.....	11
<b>TABLA N° 05:</b> Análisis granulométrico según clasificación AASHTO.....	24
<b>TABLA N° 06:</b> Análisis granulométrico según clasificación SUCS.....	24
<b>TABLA N° 07:</b> Tráfico vehicular ambos sentidos.....	25
<b>TABLA N° 08:</b> Volumen de tráfico promedio diario.....	26

## I. INTRODUCCIÓN

Dada la necesidad de lograr que nuestras pistas en Chimbote sean de calidad y para poder saber el estado actual de las vías a lo largo de toda la ciudad, es necesario hacer una evaluación del estado actual de las construcción de la via en la actualidad de las calles ya pavimentadas e identificar qué factores afectan a su estructura y su capacidad de soporte a nivel de sub rasante con la finalidad de entender como es el comportamiento mecánico de la vía en la actualidad.

Esta investigación presenta una evaluación de la sub rasante de la vía prolongación camino real en el tramo: Jr. Huánuco -Jr. Cajamarca, con la finalidad de hacer una propuesta de solución apoyados en las normas técnicas del MTC y en los estudios de mecánica de suelo para poder saber su clasificación de suelo y su capacidad de soporte para poder tener los datos mecánicos de la vía y realizar una propuesta de mejoramiento.

Esta investigación es importante y de carácter social porque beneficia a todo Chimbote por ser una vía principal que sirve como descongestionamiento en horas pico de todo el tráfico vehicular del centro de Chimbote aliviando el tránsito en las principales vías de nuestra ciudad.

Para ello se estudió a varios investigadores en el ámbito local, nacional e internacional tales como el investigador Loarte ,A (2019).Con su investigación titulada: “Evaluación del estado actual de los pavimentos de concreto hidráulico de la ciudad de Yungay-Ancash”, realizó una investigación experimental,esta investigación sirve para el sostenimiento y restauración lo cual permite que el pavimento sostenga los requisitos de asistencia,es imprescindible desarrollar una estimación en los pavimentos de concreto de manera óptima, para tomar cifras y diagnosticar la circunstancia vigente en que se encuentra se realizó estudios por el método del PCI. Se concluyó que el aspecto del pavimento en habitual exhibe una intolerancia entre bajo y mitad, los defectos más reiterados son fisuras en bordes de severidad media (entre 3mm a 13mm) y diminutos deterioros en los daños de la marca de junta y en las fisuras modelo mapeo, la superficie de pavimento se encuentra en buenas condiciones de operación, presenta un buena práctica mecánica debido a su resistencia a la compresión de hormigón es de 348,83kg/cm<sup>2</sup>.

Salas, C (2018),” Evaluación de los pavimentos rígidos del distrito de Tarica-provincia de Huaraz - Ancash”, realizó una investigación experimental, esta investigación presenta una evaluación estructural y superficial de los pavimentos rígidos, de las fallas presentadas por diferentes factores en esta percepción este laburo se desarrolló aplicando el método PCI para calcular un valor (de 0 a 100),el cual indica su comportamiento. Se concluyó que las fallas identificadas en las muestras evaluadas corresponden a pulimiento de agregado, losa dividida(grietas),fisuras en bloques,parches pequeños el cual presenta un promedio de PCI de 46,considerandolo como regular y las otras fallas es ocasionado por intensidad de precipitación fluvial y mayor transitabilidad vehicular,las fallas determinadas en las muestras ensayadas corresponden a arena limosa con grava,la resistencia al corte es débil, en el experimento de fuerza a la compresión de testigos conperforadora diamantina dio  $f'c=295,05\text{kg/cm}^2$ .

Ccasani & Ferro (2017), “Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en diseño de pavimento”, realizó una investigación descriptiva, esta indagación incorpora la valoración externa por medio de la exposición de los diferentes prototipos de equivocaciones que muestra los pavimentos en aprendizaje y se coge como modelo varios de las primordiales calles que ya efectuaron con la etapa de vida apropiada, que muestran deficiencias en la construcción, superior capacidad de tránsito, mal movimiento de drenaje y desperfectos en el sostenimiento y de esta forma revelar el deterioro que presenta un pavimento. Se concluyó que en el estudio del pavimento flexible se descubrieron desperfectos como mayor continuidad: grietas en bloque y losas subdivididas resultado de la mezcla de grietas longitudinales y transversales, se analiza también un defecto en los instrumentos de sellos en las juntas las cuales aprueban una importante impregnación de H<sub>2</sub>O lo cual daña a la sub base de la armadura de pavimento.

Auccahuaqui & Corahua (2016).”Evaluación del sistema de pavimento flexible en la prolongación de la av. la cultura tramo (4to paradero de San Sebastián-grifo móvil de San Jerónimo)” ,siendo esta investigación experimental, evalúa el aspecto vigente del pavimento dúctil, en el cual se observa una gran masa de imperfecciones en su estructura, este carril es de suma importancia ya que es usada como entrada y salida de la ciudad, la cual ha sido pavimentada hace 4 años, donde se observa fallas en la estructura del pavimento, lo que no ha llevado a evaluar mediando los ensayos de CBR ,Marshall (fluidez y estabilidad), capacidad asfáltico y el cálculo de ESAL ,para diagnosticar la razón de sus distorsiones. Se concluyó que mediante el ensayo de CBR salió muy bajo para la base(promedio 30%) y sub base(promedio 7%) y comprobando por el Manual De Carreteras en la tabla N°58 y la tabla N°59 las cuales indica que para la base el CBR debe ser como mínimo 80% y para la sub base minimo 40%,llegando a la conclusión que son bajas para las circunstancias vigentes de servicio del carril, tambien concluye que por el espesor de la carpeta asfáltica tanto calculado y el que se presenta en tramo de estudio cumple para las cargas que tasmiten actualmente.

Pallasco, C. (2018) “Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsachilas”, realizó una investigación experimental apoyándose por el procedimiento de indagación manual ocular. Su investigación referenciándose con un inventario de equivocaciones que se presentan en un pavimento flexible, usando el método PAVER, el cual es un procedimiento elaborado por un laboratorio de indagación ingeniería de construcción del organismo de ingenieros de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos. Se concluyó que en la avenida Quevedo, la mayoría de sus secciones se encuentran en malas condiciones, por lo que, al parecer durante sus años de servicio, aproximadamente solo se han colocado capas de asfalto, es primordial y necesario la intervención del mantenimiento de la avenida de un pequeño tiempo, dado que el pavimento se ubica en el rango de la pendiente crítica de la curva del tiempo de vida de un pavimento.

Julio & Mauricio (2015) “Diagnóstico del estado actual de la vía que comunica el corregimiento de boquia a la entrada del municipio de salento en el departamento del Quindío”, realizó un trabajo experimental y descriptivo los distintos elementos que aceptan efectuar una estimación y evaluación del aspecto de algunos elementos de su infraestructura del carril, así como la estructura del pavimento flexible, trazos y bosquejo geométrico, obras de drenaje y señalización vial, justificados en el manual de supervisión ocular del instituto nacional de carriles (INVIAS). Se concluyó que los recubrimientos de la estructura del pavimento están conformadas por volúmenes cambiantes de 7-10 cm en la carpeta de rodadura, en el rango de 20-30cm de la base y sub base 20-40cm, y en otras secciones se percibe reemplazo del elemento de la sub rasante por elemento granular. Según los ensayos realizados, el CBR tiene variaciones, entre tramos, ya que el ensayo N°.1 da como resultado una pobre sub rasante y en el ensayo N°.7 la clasifica como buena, sirviendo para base o sub base.

Como fundamentación científica se tiene

### **Tecnología de materiales:**

#### **Pavimento.**

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras se apoyan sobre la sub rasante de una vía obtenida por el movimiento de tierra en el proceso de explotación y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento (Fonseca, A, en su libro, Ingeniería de Pavimentos).

#### **Características que debe cumplir un pavimento.**

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- 1.-Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- 2.-Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- 3.-Presentar una textura superficial adaptadas a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial, además debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- 4.-Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permita una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- 5.-Debe ser durable.
- 6.-Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- 7.-El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario así como en el exterior, que influye en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.
- 8.-Debe ser económico.

9.-Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos y una adecuada seguridad de tránsito (Fonseca, A, en su libro, Ingeniería de Pavimentos).

### **Clasificación de los pavimentos:**

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

#### **A). Pavimento Flexible.**

Este tipo de pavimentos están formados por una capa bituminosa apoyada generalmente sobre las capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra (Fonseca, A, en su libro, Ingeniería de Pavimentos).

#### **Base.**

Un elemento granular para la superficie de la base granular tendrá que realizar las condiciones de la calidad establecida en el manual de carreteras: Definiciones técnicas frecuentes para construcción, presente. No obstante, se deben ejecutar las condiciones de equipos, requisito de construcción, dominio de calidad, aprobación de los trabajos y las contemplaciones de CBR nombradas en este compendio para el bosquejo del pavimento, y que según el caso tendrá que estar requerido en las definiciones del plan (Manual de carreteras. EG-2014, sección suelos y pavimentos).

**Tabla 01.** Valor relativo de soporte, CBR en Base Granular.

<b>Clase de carretera</b>	<b>CBR</b>
Para carreteras de segunda índole, tercera clase, bajo volumen de tránsito; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$ .	Mínima 80%
Para carreteras de primera índole, carreteras duales o multicarril, autopistas; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $> 10 \times 10^6$ .	Mínima 100%

**Fuente:** Manual de carreteras EG-2014.

### **Sub base.**

El elemento granular para la superficie de sub base deberá realizar las condiciones mínimas constituidos en el sector del compendio de carreteras: Definiciones técnicas frecuentes para construcción, presente. No obstante, se deben realizar las condiciones de equipos, requerimientos de construcción, dominio de cualidad, aprobación de los trabajos y las contemplaciones de CBR nombradas en este compendio para el bosquejo del pavimento, y que según el caso deberá estar requerido en las definiciones técnicas del plan (Manual de carreteras. EG-2014, sección suelos y pavimentos).

**Tabla 02.** Valor relativo de soporte, CBR en Sub Base Granular.

<b>Sub Base</b>	<b>CBR</b>
CBR en Sub Base granular	Mínima 40%

**Fuente:** Compendio de carreteras EG-2014.

## **Afirmados.**

Consta en la construcción de una o más superficies de afirmado (elemento granular escogido) como capa de rodadura de una carretera, que pueden ser conseguidos en aspecto natural o procesados, debidamente admitidos, con o sin suma de estabilizadores de suelos, que se sitúan sobre una capa elaborada. Los elementos admitidos son procedentes de canteras u otras fuentes. Incorpora el abastecimiento, transporte, colocación y compactación del elemento, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones mencionados en el Plan y calificados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo instaurado en el Plan de Manejo Ambiental.

Habitualmente el afirmado que se determina en esta sección se usara como capas de rodadura en carreteras no pavimentadas (Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para la construcción, EG-2013).

## **Materiales.**

Para la obra de carreteras de afirmados, con o sin estabilizadores, se usarán elementos granulares naturales originario de restos de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, constituidas en el Expediente Técnico y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán proceder de la pulverización de rocas, gravas o estar establecidos por una combinación de productos de variados orígenes.

Las moléculas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exageración de moléculas llanas, blandas o desintegrarles y sin sustancia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias dañinas. Sus requisitos de limpieza acataran del uso que se vaya a dar a los elementos.

Para el transporte del elemento de afirmado al lugar de la obra, deberá mojarse y cubrirse con lona para prevenir dispersión de elemento molecular, que pudiera perjudicar a los trabajadores y poblaciones colindantes.

Las condiciones de calidad que deben cumplir los elementos, deberán adaptarse a cualquiera de los siguientes bordes granulométricos, según lo mencionado en la tabla (Manual de carreteras.Especificaciones técnicas generales para la construcción, EG-2013).

**Tabla 03.** *Requerimiento de calidad según granulometría.*

<b>% QUE PASA POR TAMIZ</b>						
<b>TAMIZ</b>	<b>A-1</b>	<b>A-2</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
50 mm (2")	100					
37,5 mm (1½")	100					
25 mm (1")	90--100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65--100	80--100				
9,5 mm (3/8")	45--80	65--100	50--85	60--100		
4,75 mm (Nº 4)	30--65	50--85	35--85	50--85	55--100	70--100
2,0 mm (Nº 10)	22--52	33--67	25--50	40--70	40--100	55--100
42,5 µm (Nº 40)	15--35	20--45	15--30	25--45	20--50	30--70
75 µm (Nº 200)	5--20	5--20	5--15	5--20	6--20	8--25

**Fuente:** AASHTO M-147.

Además, deberán satisfacer las siguientes condiciones de clase:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)
- CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0,1" (2,5 mm) (Manual de carreteras.Especificaciones técnicas generales para la construcción, EG-2013).

### **Elaboración de la superficie existente.**

El elemento de afirmado se depositará cuando se confirme que la plataforma sobre la cual se va a sostener tenga la viscosidad adecuada y las cotas mencionadas en los planos. Todas las desigualdades que superen las tolerancias permitidas en la

definición respectiva deberán ser subsanadas. (Manual de carreteras.DG-2018, diseño geométrico (Manual de carreteras.Especificaciones técnicas generales para la construcción, EG-2013).

### **Traslado y colocación del elemento.**

El Contratista deberá trasladar y colocar el material de modo, que no se cree segregación, previniendo el desbordamiento de material y por ende la infección de fuentes de H<sub>2</sub>O, suelos y flora aledaña al lugar, ni produzca percances a las poblaciones adyacentes

La colocación del elemento sobre la superficie subyacente se realizará en una longitud que no sea mayor a los 1.500 m del lugar de los trabajos de combinación, conformación y compactación del elemento. (Manual de carreteras.Especificaciones técnicas generales para la construcción, EG-2013).

### **Compactación.**

Cuando el elemento tenga la humedad adecuada, se compactará con el equipo admitido hasta alcanzar la viscosidad especificada. En áreas inalcanzables a los rodillos, se utilizarán apisonadores mecánicos hasta alcanzar la viscosidad exigida.

La compactación se ejecutará longitudinalmente, empezando por las orillas exteriores y progresando hacia el centro, trasladándose en cada trayecto, un ancho no bajo de un tercio del ancho de la maquina compactadora.

En las áreas peraltadas, la compactación se ejecutará de la orilla inferior al superior.

No se esparcirá ninguna superficie de elemento, mientras no se haya ejecutado los registros topográficos y de compactación admitidos por el supervisor en la superficie precedente.

En esta labor se tomará la atención requerida para prevenir esparcimiento de elemento que puedan infectar las fuentes de H<sub>2</sub>O, suelo y flora aledaña al sitio de compactación.

Los restos provocados por esta y las labores indicadas anteriormente, deben ser puestos en los recipientes de elementos sobrantes (Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para la construcción, EG-2013).

### **Sub rasante.**

Se considera como elementos calificados para las superficies de la sub rasante suelos con  $CBR \geq 6\%$ . En caso de ser bajo (sub rasante pobre o sub rasante inapropiada); se originará a la estabilización de los suelos, para lo cual se evaluará opciones de solución, en concordancia a la naturaleza del suelo, como el equilibrio mecánico, el relevo del suelo de cimentación, equilibrio química de suelos, equilibrio con geo sintéticos, subida de la rasante, alterar la línea vial, seleccionando la más apropiada técnica y económica.

Para poder designar la calidad de sub rasante mencionada en la tabla los suelos de la explanación inferior del nivel superior de la sub rasante, tendrá que tener un grosor mínimo de 0.60 m del elemento adecuado a la clase concedida, caso opuesto se concederá a la clase inmediata de calidad menor. (Manual de carreteras. EG-2014, sección suelos y pavimentos).

**Tabla 04.** *Categoría de sub rasante.*

<b>Categoría de sub rasante</b>	<b>CBR</b>
S <sub>0</sub> : Sub rasante inapropiada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante deficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante corriente	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante útil	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante muy útil	De CBR > 20% a CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante ecuanime	CBR ≥ 30%

**Fuente:** Manual de carreteras 2014.

### **Características de la sub rasante.**

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevará a cabo investigaciones mediante la ejecución de calicatas de 1.5 m de profundidad mínima.

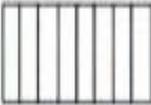
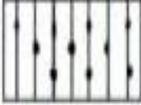
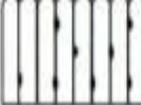
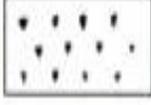
Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales, para luego si se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía (Manual de carreteras.EG-2014, sección suelos y pavimentos).

### **Registro de excavación.**

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata, número de muestra y profundidad y luego colocada en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Así mismo, durante la ejecución de las investigaciones de campo se tendrá un registro en el que se anotan los espesores de cada uno de los estratos del sub suelo, sus características de gradación y el estado de compactación de cada uno de los materiales (Manual de carreteras.EG-2014, sección suelos y pavimentos).

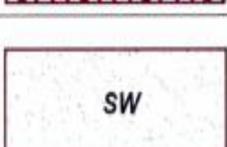
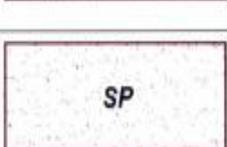
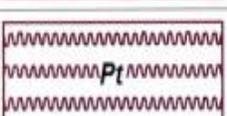
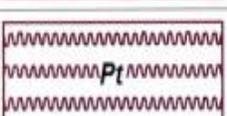
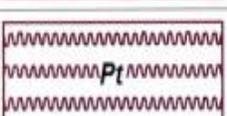
### **Descripción de los suelos.**

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a la metodología para construcción de vías, la clasificación se realizará obligatoriamente por AASHTO y SUCS (Manual de carreteras.EG-2014, sección suelos y pavimentos).

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		Materia Orgánica
	A-2-6		Roca Sana
	A-2-7		Roca Desintegrada
	A-4		

**Figura 01.** Signos para perfil de calicatas-clasificación AASHTO.

**Fuente:** Simbología AASHTO.

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variacion en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo						
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa						
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo organico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad						
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo organico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra						
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variacion en tamaños granulares y cantidades de particulas en tamaños intermedios		Limo organico y arcilla limosa organica, baja plasticidad						
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de particulas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td></td> <td>Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Turba, suelo considerablemente orgánico</td> </tr> </tbody> </table>					Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		Turba, suelo considerablemente orgánico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa								
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico								
	Turba, suelo considerablemente orgánico								

**Figura 02.** Signos para perfil de calicatas-clasificación SUCS.

**Fuente:** Manual de Ensayos de Materiales-Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos.

### **Índice medio diario anual (IMDA).**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.

Los valores del IMDA para tramos específicos de carreteras, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimientos. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos (Manual de carreteras. Diseño geométrico, DG-2018).

## **Justificación de la investigación**

Esta investigación es de carácter social ya que beneficia a la mayor parte de transportes que transitan por esta vía ya que tendrán una mejor carretera en esta zona para un mejor tránsito vehicular, este tipo de investigación son de vital importancia para nuestra ciudad ya que por tener una gran circulación vehicular los pavimentos se deterioran presentando problemas en su estructura, esto lleva a tener problemas en el libre tránsito de los diferentes medios de transportes, esta investigación sirve para mejorar la vía prolongación camino real ya que en horas punta de tráfico en las avenidas Pardo y Meiggs esta vía se convierte en una vía rápida y sirve para descongestionar el tránsito vehicular, esta zona de estudio por tener presencia de vegetación y ser zona pantanosa influyo mucho al deterioro del pavimento flexible pudiendo observar de manera visual el estado del pavimento, en esta investigación se hará una evaluación de la sub rasante para poder dar alternativas de solución ya que por ser esta vía de gran importancia es necesario mejorarla con propuesta con bases sólidas y científicas apoyadas con los aprendizajes de mecánica de suelos y el manual de carreteras.

Esta investigación es vital por el gran número de transportes liviano y pesado que transita por la vía prolongación camino real y de allí la necesidad de mejorar esta vía para tener una mejor circulación vehicular.

## **Problema**

Actualmente en nuestro país es evidente el deterioro de las pistas por consecuencia de clima, suelos y diseño, por el gran número de tráfico liviano y pesado que transitan por las vías, llevan al deterioro de los pavimentos por el modo en que se transfieren las cargas al pavimento, en su tiempo de vida se evidencian dilemas de fallas los cuales pueden ser asentamientos distintos, deformidad debido a la poca capacidad de soporte especialmente en la sub rasante.

Dado la necesidad de lograr que nuestras pistas en Chimbote sean de calidad, es necesario evaluar el estado de las construcciones actualmente de las calles ya pavimentadas e identificar el estado y capacidad de soporte a nivel de sub rasante que las afectan con la finalidad de proponer soluciones para un correcto mantenimiento.

¿Cuál es la situación actual de la sub rasante con fines de propuesta de mejoramiento de la vía prolongación Camino Real-Chimbote?

### Conceptuación y Operacionalización de las variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Evaluación de la sub rasante.	<p>La solución del suelo a nivel de sub rasante es el componente más significativo en la precisión de los grosores de diseño del pavimento.</p> <p>La solución de la sub rasante ante las cargas de transito se somete de los ejemplos de suelo que las componentes y la viscosidad y humedad de ellos, tanto en la construcción como en el período de utilidad de la vía.</p>	Se aplicará los parámetros de evaluación visual y condiciones de mecánicas de suelos de la estructura del pavimento del estado actual de la vía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación del suelo.</li> <li>• Grado de compactación.</li> <li>• Capacidad de soporte.</li> <li>• Índice de tránsito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granulometría, límites de atterberg.</li> <li>• Proctor modificado.</li> <li>• CRB.</li> <li>• Conteo vehicular.</li> </ul>

## **Hipótesis.**

Implícita.

## **Objetivo General**

Evaluar el estado actual de la sub rasante de la prolongación Camino Real tramo: Jr. Huánuco -J r. Cajamarca, Chimbote.

## **Objetivos Específicos**

- Determinar el tipo de suelo de la prolongación Camino Real.
- Determinar grado de compactación de la sub rasante.
- Determinar la capacidad de soporte de la sub rasante.
- Realizar la propuesta de mejoramiento de la sub rasante.

## II. METODOLOGÍA

### **Tipo y diseño de investigación.**

#### **Tipo de investigación.**

El modelo de indagación es descriptivo, por qué no existe utilización de las variables, estas se examinan y se explican tal como se manifiestan, pese a que puede útil de varios componentes cuantitativos y cualitativos.

#### **Diseño de investigación.**

Corresponde a un diseño de investigación no experimental, porque la indagación se centra en elaborar un aprendizaje donde el fenómeno se da de forma natural. De esta forma se investiga la condición más auténtica posible.

#### **Población y muestra.**

##### **Población.**

La población de esta investigación es la vía prolongación camino real Chimbote en el Tramo: Jr. Huánuco – Jr. Cajamarca.

##### **Muestra.**

La muestra de estudio es el pavimento flexible de la vía prolongación Camino Real tramo: Jr. Huánuco – Jr. Cajamarca, Chimbote.

Calles:

Jr. Cajamarca

Jr. Los Laureles

Jr. Callao

Jr. Amazonas

Jr. San Martín

Jr. Huánuco

### **Técnicas e instrumentos de investigación.**

Entre los métodos e instrumentos a usarse para el desarrollo de los objetivos de esta investigación tenemos los siguientes:

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

Para el caso de la variable dependiente se hizo uso de un formato de evaluación para pavimentos como instrumento de recolección de datos, el cual fue diseñado en base al formato de la norma MTC, con algunas modificaciones acorde a nuestra realidad de evaluación.

#### **Técnicas procesamiento de datos.**

Se hizo uso de hojas de cálculo elaboradas bajo los alineamientos que establece la norma MTC, asimismo el análisis del procesamiento se hizo empleado gráficos, tablas y otros que reflejan los resultados del análisis de los datos tomados en campo.

#### **Procesamiento y análisis de la información.**

Para el vigente plan de indagación el proceso de apuntes será siguiente a las pruebas respectivas sostenidas en una hoja de cálculo.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente:

-Los datos serán procesados en Excel y AutoCAD.

-El análisis se realizará con tablas y gráficos, considerando los rangos de calificación de la norma MTC.

Para ejecutar la valoración externa del pavimento de la vía escogida, se han precisado tres avances vitales a ejecutar en base a la escasez de reconocer las equivocaciones

del pavimento que serán razón de la estimación específica en vínculo a las cualidades físicas.

La estimación a ejecutar para consecuencias prácticas considera apunte de notas como el principio de la metodología primordial a progresar a partir de la supervisión visual de la sub rasante, debiendo hacer apuntes de lo visualizado mientras se conduce o circula sobre la vía en aprendizaje, en plantillas específicas elaboradas para tal fin, dentro de los componentes viales, preferentes a ser supervisados están:

Pasos para la evaluación del pavimento flexible:

Se describe de manera abreviada los pasos a continuar para realizar la estimación superficial del pavimento en materia de aprendizaje, mediante la supervisión visual de la vía.

Paso 1:

Supervisión visual de la vía: para tal efecto se realizará un trayecto de la vía a instruirse, con el propósito de lograr información organizada para lo cual será requerido escoger el tramo de aprendizaje.

En el uso de la información y lograr una imagen entera de la vía entre 2 puntos, las secciones eran divididas por medio de los carriles en el mismo punto, así es una trayectoria, la parte comienza en un punto distinto de otro, en la dirección, en este deberá incluso ser separado en dicho punto, aun estudiando que no se requiera ejecutarlo, estableciéndose en secciones adecuados a ser evaluados.

Paso 2:

Advertencia de fallas: determinará las circunstancias del pavimento se deberá observar la calicata echa y así poder ver la estructura del pavimento y poder evaluar la sub rasante de la vía en función a su severidad de deterioro.

Paso 3:

Apunte en planilla de estimación se deberá realizar apunte de toda lo señalado en la calicata efectuada para poder ver la evaluación visual, anotando las deficiencias, en las cantidades de medición convenientes que permiten diagnosticar los procedimientos de mantenimiento posible de adaptar, de tal modo se tendrá definido el requisito del pavimento de terminada vía que facilitará conceptuar la política de realización de los programas de defensa vial.

### III. RESULTADOS

➤ **Análisis granulométrico:**

**Tabla 5.** *Análisis granulométrico según clasificación AASHTO.*

<b>Calicatas</b>	<b>Clasificación AASHTO</b>
C-1	Arena fina
C-2	Arena fina
C-3	Grava y arena arcillosa

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta tabla 5 se muestra la clasificación AASHTO de las tres calicatas realizadas para poder saber las características granulométricas del suelo, dando según anexo N° 42, N° 43, N° 44 para calicata C-1 y C-2 una clasificación A-3(arena fina) y para C-3 una clasificación A-2-4 (grava y arena arcillosa o limosa).

**Tabla 6.** *Análisis granulométrico según clasificación SUCS.*

<b>Calicatas</b>	<b>Clasificación SUCS</b>
C-1	Arena mal graduada con limo
C-2	Arena mal graduada con limo
C-3	Arena mal graduada con limo

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta tabla 6 se observa la distribución SUCS de las tres calicatas realizadas para poder saber las características granulométricas del suelo, dando según anexo N° 42, N° 43, N° 44 para calicata C-1, C-2 y C-3 una distribución SP-SM (arena mal graduada con limo).

➤ **Evaluación de propuesta.**

Al hacer la evaluación de la sub rasante se encontró niveles freáticos altos ya que la vía de camino real colinda con zonas agrícolas por esto se propondrá una propuesta de mejora en las conclusiones y recomendaciones con el fin de mejorar la investigación.

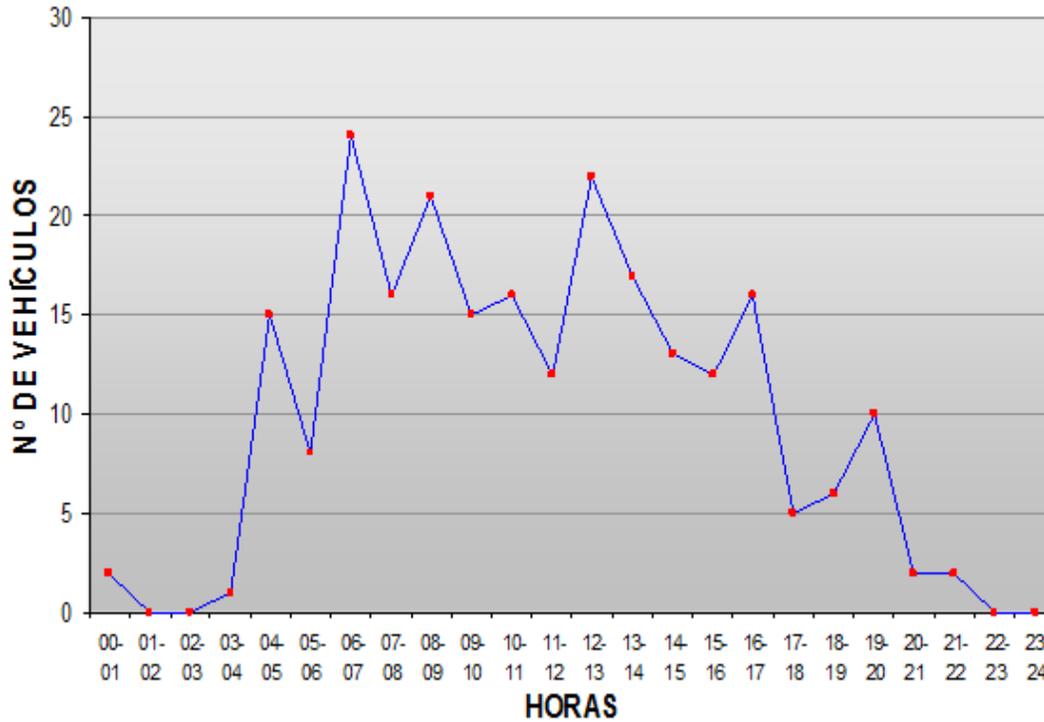
➤ **Índice medio diario anual (IMDA).**

**Tabla 7.** *Tráfico vehicular ambos sentidos.*

<b>Tráfico vehicular ambos sentidos por día</b>								
Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Semanal
Autos	10,445	10,445	10,445	10,730	10,160	10,370	7,571	70,166
Station Wagon	907	907	907	916	897	865	647	6,046
Camioneta Pick Up	843	843	843	909	777	762	448	5,425
Panel	414	414	414	397	431	335	250	2,655
Rural (Combi)	477	477	477	472	474	434	286	3,097
Micro	100	100	100	106	93	87	83	669
Ómnibus 2E y 3 E	282	282	282	280	110	124	344	1,704
Camión 2E	226	226	266	168	81	114	40	1,081
Camión 3E	96	96	96	89	103	89	108	677
Camión 4E	24	22	22	24	24	26	32	174
Semi Tráiler	40	40	40	42	44	124	152	482
Tráiler	320	322	322	330	336	226	240	2,096
<b>TOTAL, IMD</b>	<b>14,174</b>	<b>14,174</b>	<b>14,174</b>	<b>14,464</b>	<b>13,530</b>	<b>13,555</b>	<b>10,201</b>	<b>94,272</b>

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla 7 se puede apreciar el tráfico vehicular de los siete días de la semana con sus distintos ejemplos de vehículos que circulan por la vía de Camino Real, para poder calcular el índice medio diario anual.



**Figura 3.** Variación horaria total.

**Fuente:** Elaboración propia.

En este grafico se muestra la variación total de los vehículos que transitan por la vía de camino real en todas las horas en el transcurso del día.

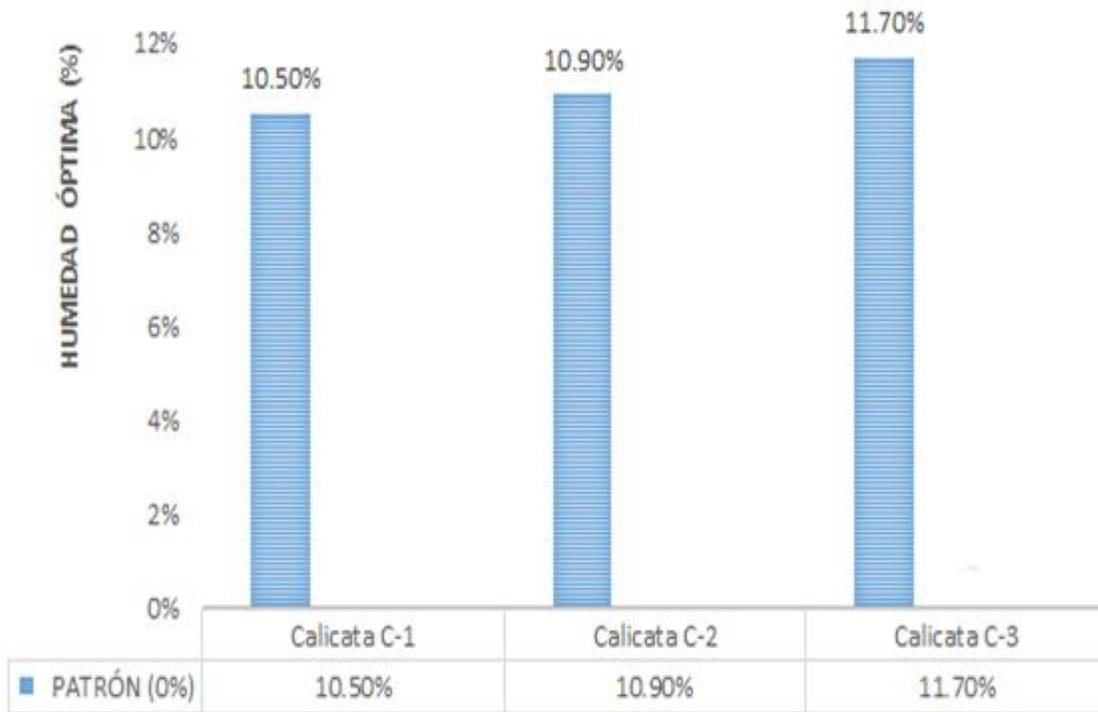
**Tabla 8.** Volumen de tráfico promedio diario.

Tráfico vehicular ambas direcciones por día						
Ejem. de vehículo	Total Semanal	IMDs $\sum$ W/7	FC	IMDs x FC	IMDa	Distrib. %
Autos	70,166	10,024	1,02082800	10233	10,033	74,4%
Station Wagon	6,046	864	1,02082800	882	882	6,4%
Camioneta Pick Up	5,425	775	1,02082800	791	791	5,7%
Panel	2,655	379	1,02082800	387	387	2,8%
Rural (Combi)	3,097	442	1,02082800	451	451	3,3%
Micro	669	96	1,02082800	98	98	0,7%
Ómnibus 2E y 3 E	1,704	243	1,02082800	248	248	1,8%
Camión 2E	1,081	154	1,04525900	161	161	1,2%
Camión 3E	677	97	1,04525900	101	101	0,7%
Camión 4E	174	25	1,04525900	26	26	0,2%
Semi Tráiler	482	69	1,04525900	72	72	0,5%
Tráiler	2,096	299	1,04525900	313	313	2,3%
<b>TOTAL, IMD</b>	<b>94,272</b>	<b>13,467</b>		<b>13,763</b>	<b>13,763</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta tabla 8 se puede apreciar el conteo de todos los tipos de vehículos por día y divididos entre los siete días de la semana y multiplicado por un FC=1,02082800 (vehículos ligeros) y un FC=1,04525900 (vehículos pesados), nos da el índice medio diario anual siendo está clasificada según manual de carreteras  $IMD > 6000$  como Autopista de 1<sup>ra</sup> Clase.

➤ **Humedad óptima:**

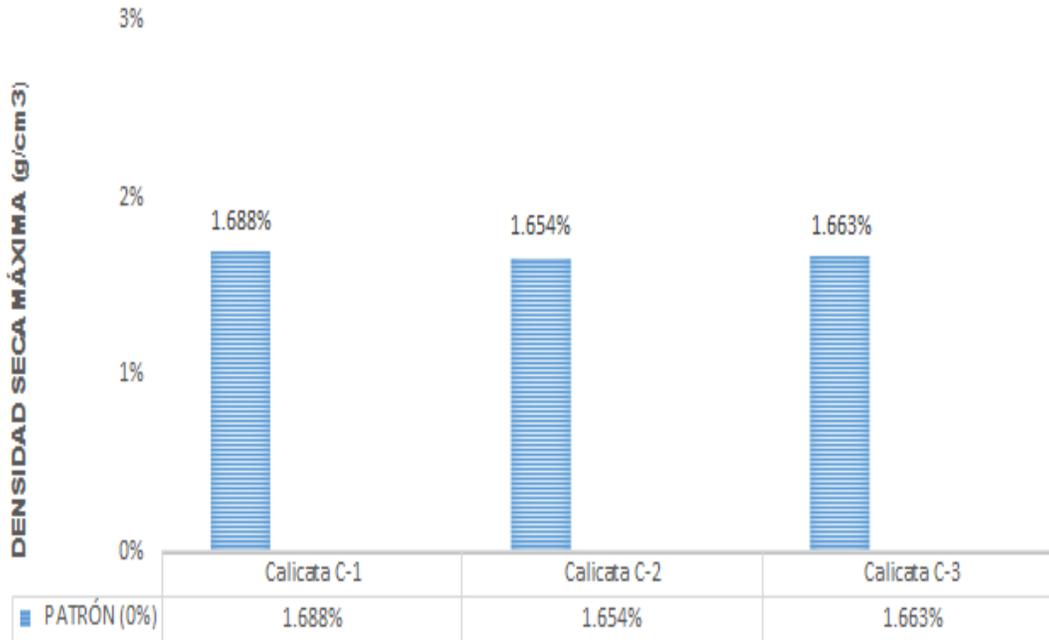


**Figura 4.** *Humedad Óptima (%) del Proctor modificado patrón.*

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta figura 1 se señala una confrontación de los productos de la humedad óptima en una escala porcentual para poder apreciar la variación de cada una de las calicatas con los resultados obtenidos según anexo N° 47, N° 50, N° 53, apreciando que la calicata C-3 presenta mayor contenido de humedad en relación a la calicata C-1 que presenta menor contenido de humedad.

➤ **Densidad seca máxima:**

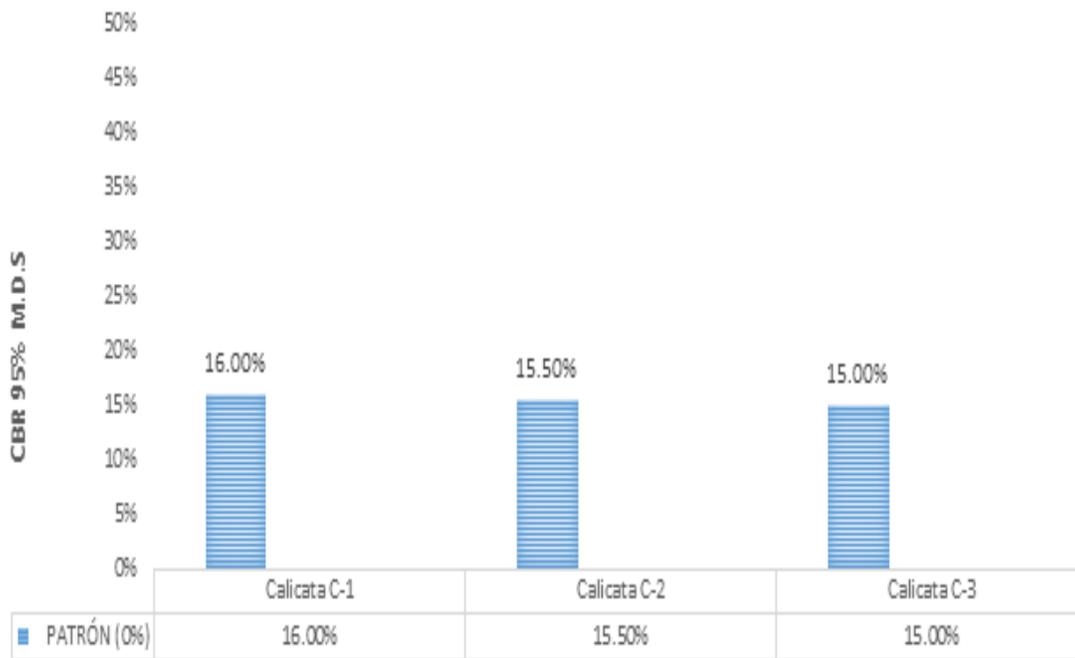


**Figura 5.** *Densidad Seca Máxima (g/cm<sup>3</sup>) del Proctor modificado patrón.*

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta figura 2 se señala una confrontación de los productos de la densidad seca máxima en una escala porcentual de 0% a 3% para poder apreciar la variación de cada una de las calicatas con los resultados obtenidos según anexo N° 47, N° 50, N° 53, apreciando que la calicata C-1 presenta mayor viscosidad seca en relación a la calicata C-2 que presenta baja densidad seca máxima.

➤ **CBR al 95%:**

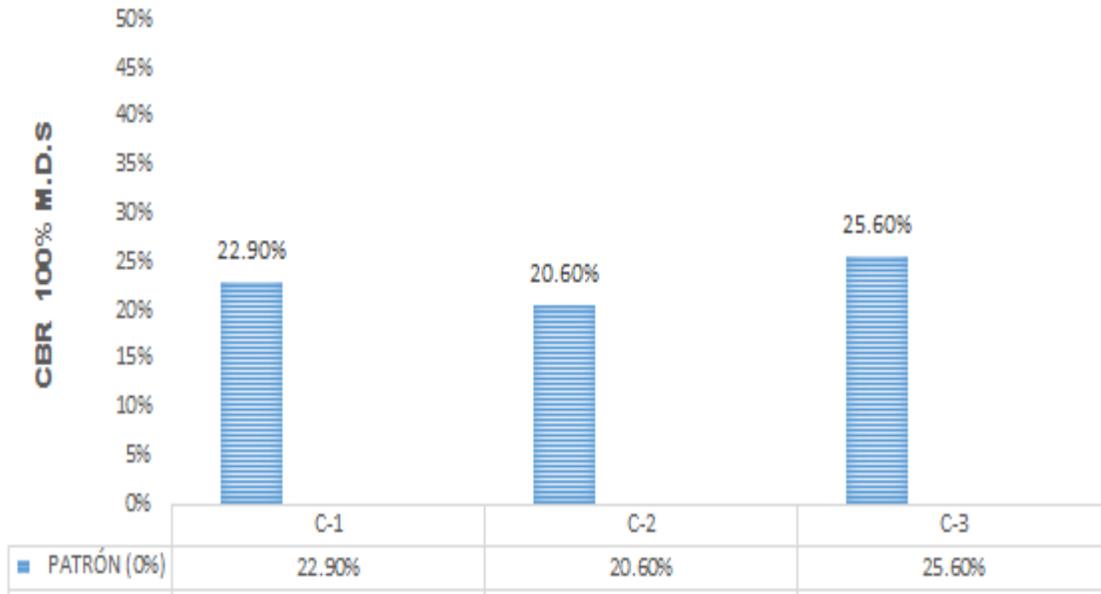


**Figura 6.** CBR al 95% de la máxima densidad seca.

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta figura 3 se muestra una comparación de los resultados del CBR al 95% en una escala porcentual de 0% a 50% para poder apreciar la variación de cada una de las calicatas con los resultados obtenidos según anexo N° 49, N° 52, N° 55, apreciando que la calicata C-1 presenta mayor CBR en relación a la calicata C-3 que presenta menor CBR, concluyendo que los resultados de las muestras de las tres calicatas son usados para diseño de carreteras.

➤ **CBR al 100%:**

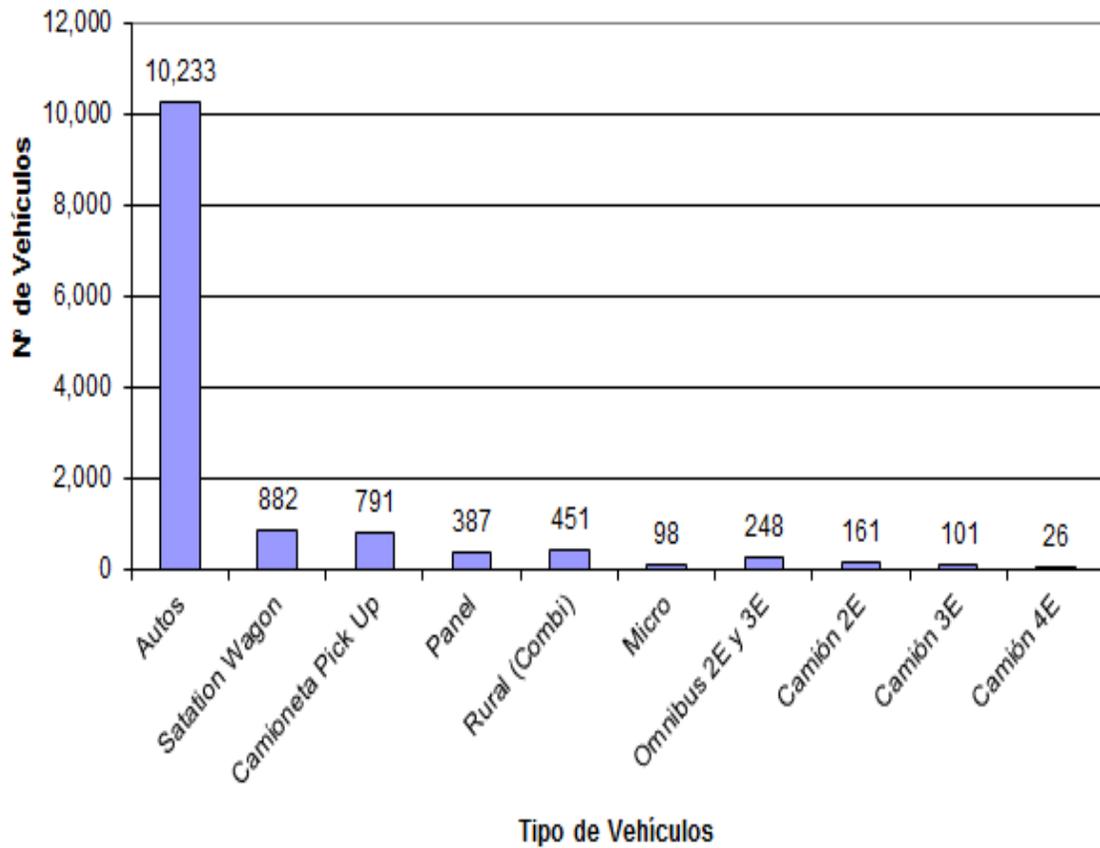


**Figura 7.** CBR al 100% de la máxima densidad seca.

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta figura 4 se muestra una comparación de los resultados del CBR en una escala porcentual de 0% a 50% para poder apreciar la variación de cada una de las calicatas con los resultados obtenidos según anexo N° 49, N° 52, N° 55, apreciando que la calicata C-3 presenta mayor CBR en relación a la calicata C-2 que presenta menor CBR, concluyendo que los resultados de las muestras de las tres calicatas son óptimos con clasificación de muy buenos según manual de carreteras 2014 para sub rasante.

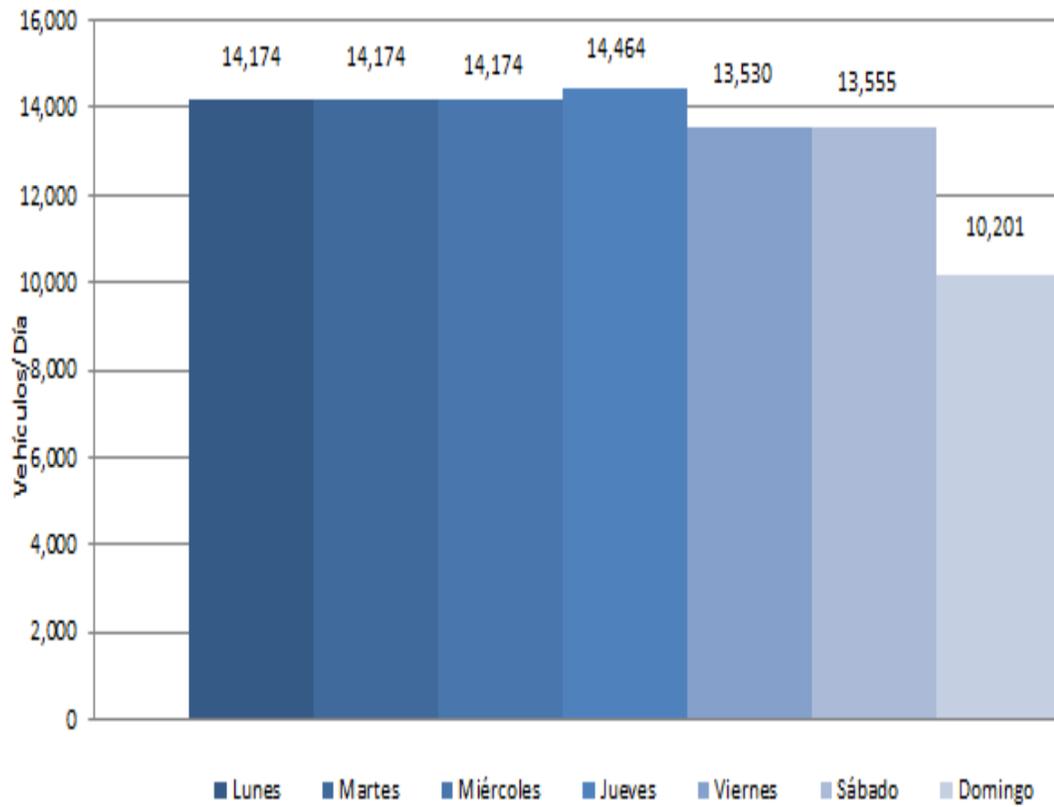
➤ **Clasificación IMDA.**



**Figura 8.** *Clasificación vehicular IMD.*

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta figura 5 se muestra el índice diario total dividido entre los siete días de la semana para poder apreciar el índice medio usual de cada ejemplo de vehículo que circula por la vía de Camino Real, así poder apreciar la diferencia y variación en relación al tránsito de la vía.



**Figura 9.** Variación diaria de vehículos.

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta figura 6 se muestra los índices medios diarios totales considerando todos los tipos de vehículos que transitaron en cada día consecutivamente en los siete días de la semana, para poder apreciar la variación según los resultados obtenidos día a día en la vía de Camino Real.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferentes tipos de factores estructurales del pavimento de la vía prolongación camino real en su estructura del pavimento conllevando a hacer una evaluación de la sub rasante para poder determinar la capacidad portante del terreno del tramo evaluado apoyándonos en los estudios de mecánica de suelos y el manual de carreteras.

La granulometría de las muestras obtenidas en campo según nos da el análisis en base a la clasificación AASHTO del tramo evaluado que la calicata 1 y 2 dieron como resultado una distribución A-3(arena fina) y la calicata 3 dio una clasificación A-2-4(grava y arena arcillosa o limosa), siendo los dos tipos de terreno buenos en comportamiento para sub rasante.

La norma CE.010 también nos da su clasificación S.U.C.S de la vía evaluada que las calicatas 1,2 y 3 realizadas en campo dieron una misma distribución SP-SM (Arena mal graduada con limo), con esta clasificación podemos darnos una idea de la textura y dimensión de las moléculas del suelo dándonos como resultado un suelo de partículas gruesas.

Estos resultados también difieren con las de autor Ccasani & Ferro (2017), que para su evaluación de la sub rasante de la muestra que obtuvo en campo de la calicata C-1 de 1.5 metros de profundidad, dio una clasificación AASHTO de A-1-b (fragmento de roca y arena) y para clasificación S.U.C.S de la vía dio una clasificación GM (Grava limosa con arena), con estas clasificaciones podemos tener una idea exacta de las características del terreno.

Estos resultados difieren con la del autor Julio & Mauricio (2015), que realizó una calicata de la vía de Salento de 1.20 m de profundidad para sacar las muestra del suelo dándole en base al análisis granulométrico una clasificación S.U.C.S de la vía evaluada GP (grava mal graduada con cantidades reducidas de partículas finas) y una

clasificación AASHTO de la vía A-1 (fragmento de piedra, grava y arena), dando un terreno de fundación de características de excelente a bueno.

El MTC-2014, indica que la sub rasante para pavimento flexible el CBR tiene que estar entre  $CBR \geq 20\%$  a  $CBR < 30\%$  para que tenga una clasificación de muy buena y teniendo los resultados de las calicatas 1,2y 3 sus CRB son 22.9%,20.6% y 25.6% entran en la clasificación de muy bueno para sub rasante natural del tramo evaluado.

Estos resultados difieren con las del autor Pallasco, C. (2018), que para su evaluación y propuesta de mantenimiento para sub rasante los datos ensayados del tramo para obtener los distintos valores de CBR en cada abscisa de la vía en estudio y que fueron tabulados para obtener la información idónea de la condición del suelo de fundación o sub rasante, sobre el cual irán las distintas capas, siendo el CBR obtenido para pavimento flexible 8.48% estando en el rango de  $CBR \geq 6\%$  a  $CBR < 10\%$  para que tenga una clasificación de evaluación la avenida Quevedo de regular.

Estos resultados también difieren con las de autor Ccasani & Ferro (2017), que para su evaluación y análisis para la capa de sub rasante para pavimento flexible es muy variable dependiendo de los materiales utilizados, la magnitud y el número de repeticiones de carga de tráfico, en la muestra analizada en el tramo de la Av. Venezuela con las Av. Perú se observó un deterioro del pavimento flexible del 75% del pavimento, en el ensayo para capacidad portante del suelo dio como resultado un CBR del 25% estando en el rango de  $CBR \geq 20\%$  a  $CBR < 30\%$  dando una clasificación de muy bueno a nivel de sub rasante natural.

Concluyendo la evaluación de la vía de camino real tramo: Jr. Huánuco -Jr. Cajamarca, Chimbote. Se llegó al análisis de todo el tramo que conforman siete cuadras llegando a la conclusión que por los resultados obtenidos aun la sub rasante puede soportar el tráfico de la vía en la actualidad

## V. CONCLUSIONES

Se concluye que al evaluar el tramo de la vía de Camino Real según los estudios de ejecutados dieron como resultado que el tipo de suelo es bueno y favorable de buen comportamiento mecánico para sub rasante.

Se concluye que llevar un control adecuado en campo del grado de compactación de la sub rasante es muy importante para aumentar las características de resistencia a las fuerzas cortantes y así se pueda aumentar la capacidad de carga del suelo.

Los CBR de las tres calicatas según MTC-2014, dan una clasificación de muy buenos, por estar en el rango de  $CBR \geq 20\%$  a  $CBR < 30\%$ , por lo que actualmente esa vía no necesita mejoramiento en el tramo evaluado y en la actualidad puede soportar aun las cargas de tránsito.

Se concluye que los estudios de mecánica de suelos son favorables para el tramo evaluado de la vía de Camino Real en relación a su granulometría y a su capacidad portante del suelo por lo que actualmente esta vía aún puede recibir tránsito liviano como tránsito pesado en lo que le queda de vida útil.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda usar afirmados de clase A, ya que son de clasificación de excelentes a buenos, porque este tipo de afirmados se comportan de manera ideal en suelos con presencia de humedad y el agua no lo afecta de manera significativa y no generan ninguna extensión en el cambio volumétrico de la estructura del afirmado.

Se recomienda verificar que los porcentajes de compactación sean adecuados con la finalidad de obtener un suelo que aumente la resistencia y reduzca los asentamientos de tal manera que tenga una conducta mecánica apropiada por todo el tiempo de vida de la vía.

Se recomienda que por los resultados obtenidos de la capacidad de soporte son favorables en el tramo evaluado se debe usar un mejoramiento para que el agua no lo afecte de manera significativa.

Se recomienda que a futuro se use piedra over para que no afecte al pavimento ya que este tipo mejoramiento drena el agua por su estructura y protege a la sub rasante y a todo el pavimento en su vida útil.

## **VII. PROPUESTA DE MEJORA**

Como la evaluación de la sub rasante de la vía de Camino Real en el tramo: Jr. Huánuco – Jr. Cajamarca, presenta a lo largo del tramo evaluado abundante vegetación y plantación por ser zona agrícola, con el constante riego de los sembríos la humedad afecta a la vía en ciertos momentos de mayor o menor riego ya que la vía de camino real se encuentra ubicado al costado de esta zona de riego.

Se propone hacer un mejoramiento parcial en el punto intermedio de la vía evaluada donde se ubica la zona agrícola y por ser un sector de riego permanente, para no levantar toda la estructura del pavimento con el fin de proteger la vía sin destruirla.

Se propone usar un dren con el objetivo de interceptar, conducir y/o desviar los flujos superficiales (subterráneos) que se encuentran en el suelo con esto se puede eliminar el agua desestabilizadora de las capas de fundación del pavimento preservando su vida útil.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Salas, C (2018), *Evaluación de los pavimentos rígidos del distrito de Tarica-provincia de Huaraz-Ancash* (Tesis para título profesional).Universidad San Pedro, Huaraz, Perú.
- Loarte, A. (2019), *Evaluación del estado actual de los pavimentos de concreto hidráulico de la ciudad de Yungay-Ancash* (Tesis para título profesional).Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.
- Fonseca,A,*en su libro,Ingenieria de Pavimentos* Obtenido de,  
[https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_pavimentos\\_Alfonso\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Fonseca)
- Manual De Carreteras.*Diseño Geometrico*, DG-2018,  
<https://es.scribd.com/document/371112803/1-Manual-de-Carreteras-DG-2018-pdf>
- Manual De Carreteras.*Especificaciones Tecnicas Generales Para Contruccion*, EG-2013.  
<https://es.scribd.com/doc/208278629/Manual-de-Carreteras-DG-2013>
- Manual De Carreteras.*EG-2014*, seccion suelos y pavimentos.  
<https://ingenieria-unc.blogspot.com/2016/06/manual-de-carreteras-diseño-geometrico>
- Norma Tecnica,*CE.010*,Pavimentos Urbanos.  
<https://ingcivilcesardiaz.files.wordpress.com/2011/norma-tecnica-ce-010-pavimentos.pdf>
- Pallasco, C. (2018), *Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en santo domingo de los tsachilas* (Tesis para título profesional).Pontifica Universidad Católica del Ecuador.
- Julio & Mauricio (2015), *Diagnostico del estado actual de la via que comunica el corregimiento de boquia a la entrada del municipio de salento en el departamento del Quindío* (Tesis para título profesional).Universidad Libre Seccional Pereira.

Ccasani & Ferro (2017), *Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa en diseño de pavimento* (Tesis para título profesional). Universidad Tecnológica de los Andes, Apurímac, Perú.

Auccahuaqui & Corahua (2016), *Evaluación del sistema de pavimento flexible en la prolongación de la av. la cultura tramo (4to paradero de San Sebastián-grifo móvil de San Jerónimo)* (Tesis para título profesional). Universidad Andina Del Cusco.

## **IX. AGRADECIMIENTO**

Principalmente, agradezco a Dios y a la Universidad San Pedro por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a las diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi Asesor Ing. Salazar Sánchez Dante por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

A mi abuela Luisa, que ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

Agradezco también a mi madre Elvy que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles. A mi padre Fabián, que siempre lo he sentido presente en mi vida, y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido.

En general a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de este reto para mí.

**ANEXOS**



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : BACH. GIL PONTE EDUAR FÁBIAN  
 TESIS : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN CAMINO REAL TRAMO:  
 JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
 LUGAR : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
 FECHA : 08/09/2020

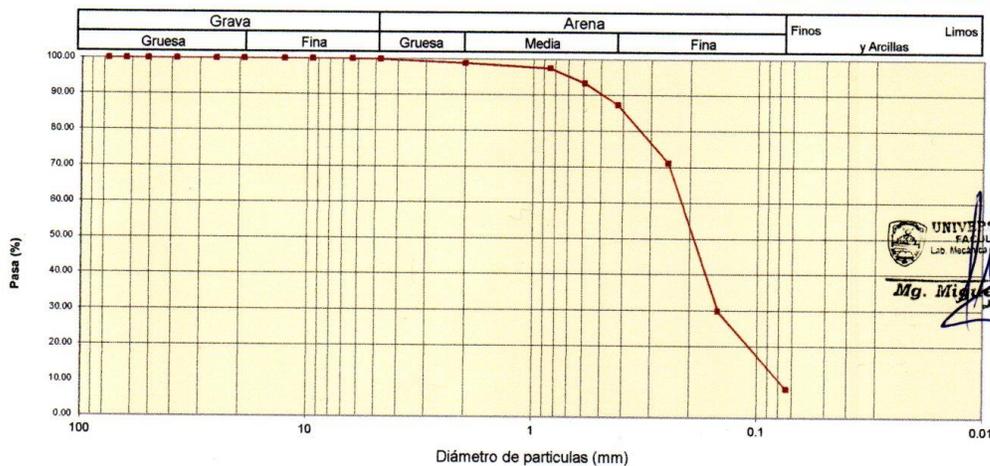
Peso Seco Inicial	506.2	gr.
Peso Seco Lavado	465.2	gr.
Peso perdido por lavado	41.0	gr.

MATERIAL : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)		Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG):
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
N° 4	4.75	0.5	0.1	0.1	99.9	Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
N° 10	2.00	5.3	1.0	1.1	98.9	Arena mal graduada con limo SP SM
N° 20	0.850	6.9	1.4	2.5	97.5	Pasa tamiz N° 4 (%) : 99.9
N° 30	0.600	20.7	4.1	6.6	93.4	Pasa tamiz N° 200 (%) : 8.1
N° 40	0.425	30.9	6.1	12.7	87.3	D60 (mm) : 0.22
N° 60	0.250	82.1	16.2	28.9	71.1	D30 (mm) : 0.140
N° 100	0.150	208.6	41.2	70.1	29.9	D10 (mm) : 0.085
N° 200	0.075	110.2	21.8	91.9	8.1	Cu : 2.6
< 200		41.0	8.1	100.0	0.0	Cc : 1.036
Total		506.2			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Mg. Miguel Solter Jara  
 JEFE





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : BACH. GIL PONTE EDUAR FÁBIAN  
 TESIS : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN CAMINO REAL TRAMO:  
 JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
 LUGAR : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
 FECHA : 08/09/2020

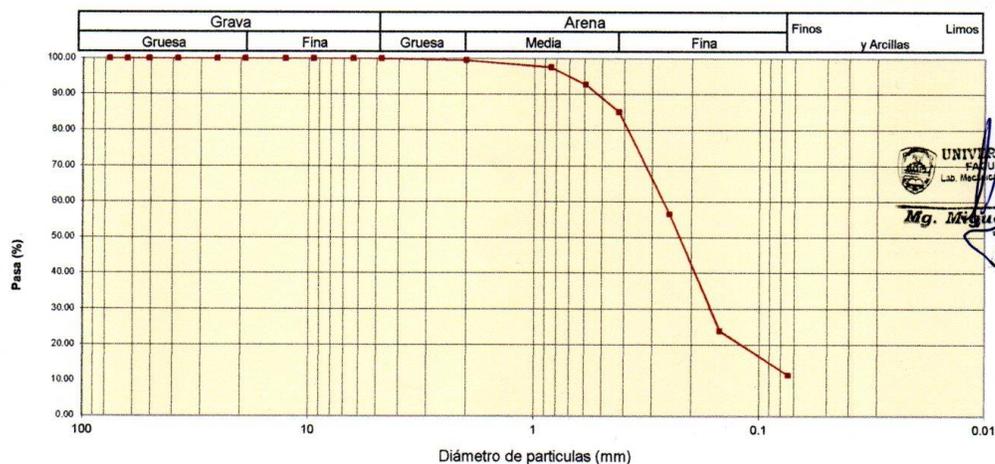
Peso Seco Inicial	520.5	gr.
Peso Seco Lavado	460.4	gr.
Peso perdido por lavado	60.1	gr.

MATERIAL : C - 3
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AAHSTO
N° 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	0.0	0.0	100.0	
N° 10	2.00	2.5	0.5	99.5	
N° 20	0.850	10.2	2.4	97.6	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 30	0.600	25.3	7.3	92.7	Pasa tamiz N° 200 (%) : 11.5
N° 40	0.425	39.6	14.9	85.1	D60 (mm) : 0.27
N° 60	0.250	148.5	43.4	56.6	D30 (mm) : 0.155
N° 100	0.150	169.8	76.1	23.9	D10 (mm) :
N° 200	0.075	64.5	12.4	88.5	Cu
< 200	60.1	11.5	100.0	0.0	Cc
Total	520.5			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Mg. *Immanuel Solar Jara*  
 JEFE



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH.GIL PONTE EDWAR FÁBIAN  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN CAMINO REAL TRAMO:  
JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
MATERIAL : C-1 - C-2 Y C-3  
LUGAR : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
FECHA : 08/09/2020

ENSAYO N°	C-1	C-2	C-3
Peso de tara + MH	589.50	648.70	500.00
Peso de tara + MS	575.20	630.40	488.20
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	14.30	18.30	11.80
MS	575.20	630.40	488.20
Contenido de humedad (%)	2.49	2.90	2.42

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

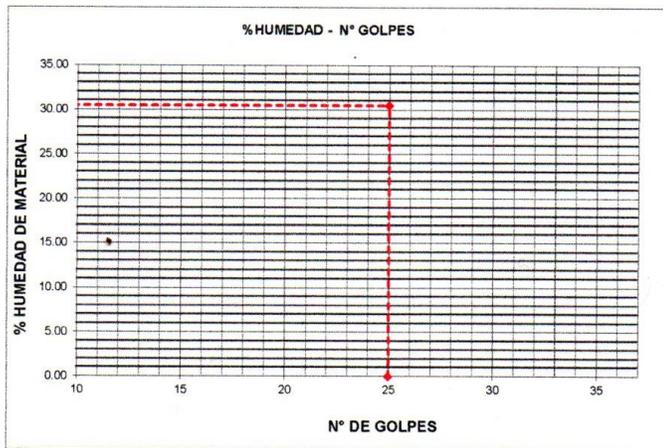
  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE



**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH.GIL PONTE EDWAR FÁBIAN  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN CAMINO REAL TRAMO:  
JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
LUGAR : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
FECHA : 08/09/2020  
CALICATA : C-1 C-2 Y C-3

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE LA TARA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO SUELO SECO (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nro. DE GOLPES	0	0	0	0.00		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	0.00 %

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	0.00

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	0.00 %

NOTA: La muestras de las calicatas NO PRESENTA LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

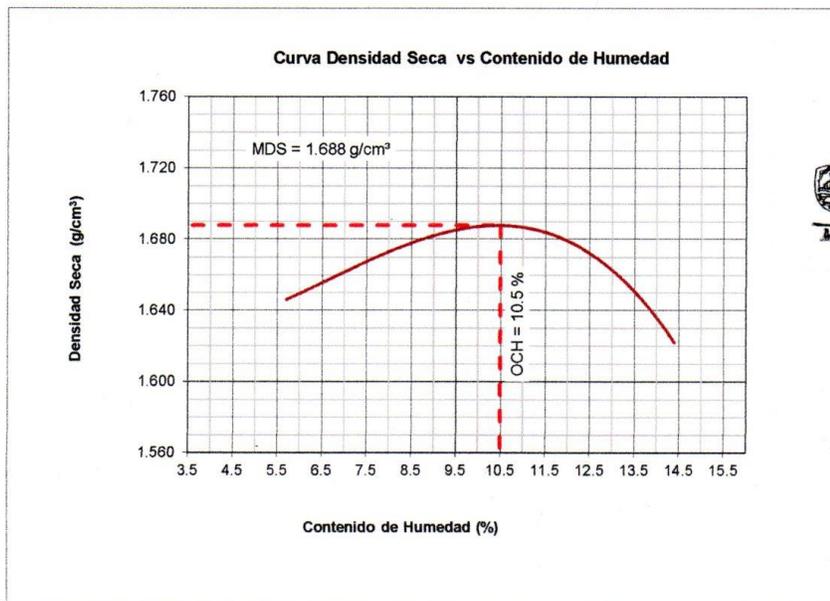
PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL  
**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**SOLICITA** : BACH.GIL PONTE EDWAR FÁBIAN  
**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN CAMINO REAL TRAMO:  
JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
**MATERIAL** : SUB RASANTE  
**LUGAR** : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
**FECHA** : 08/09/2020 **CALICATA** : 1

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3700	3781	3834	3816
02 - Peso del Molde (g)	1979.5	1979.5	1979.5	1981.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1720.5	1801.0	1854.0	1835.0
04 - Volumen del Molde (cm³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.740	1.821	1.875	1.855
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	593.0	551.5	495.0	502.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	574.0	524.1	466.0	469.0
09 - Peso del agua (g)	19.0	27.4	29.0	33.0
10 - Peso del tarro (g)	242.0	201.0	206.0	239.5
11 - Peso suelo seco (g)	332.0	323.1	260.0	229.5
12 - Contenido de Humedad (%)	5.7	8.5	11.2	14.4
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.646	1.678	1.686	1.622

Contenido Optimo Humedad **10.5 %** Densidad Seca Maxima, **1.688 g/cm³**



  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Sotol Jara**  
JEFE

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1883

**SOLICITA** : BACH.GIL PONTE EDWAR FABIAN  
**TESIS** : EVALUACION DE LA SUB RASANTE DE LA VIA PROLONGACION CAMINO REAL TRAMO:  
JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
**MATERIAL** : SUB RASANTE - C-1  
**LUGAR** : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
**FECHA** : 08/09/2020

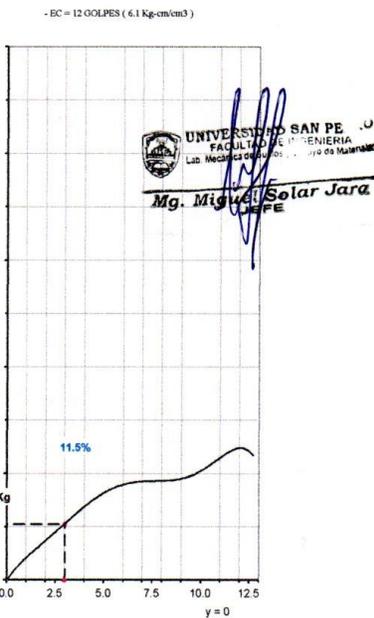
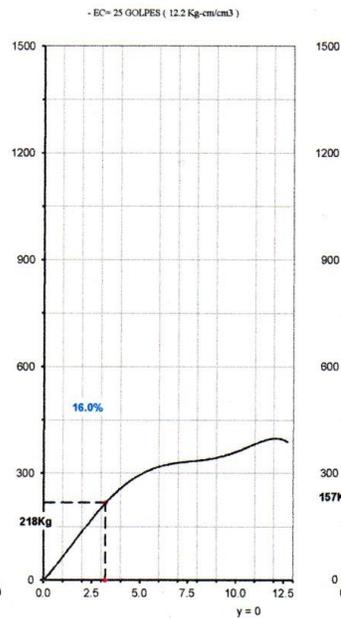
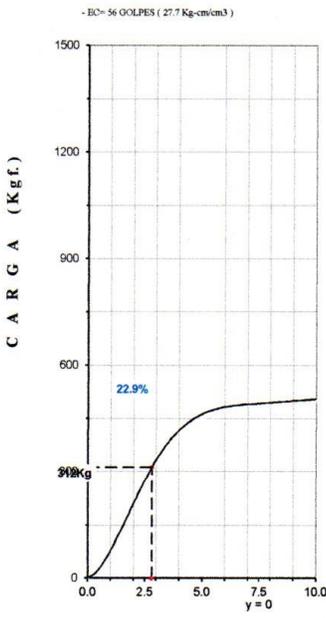
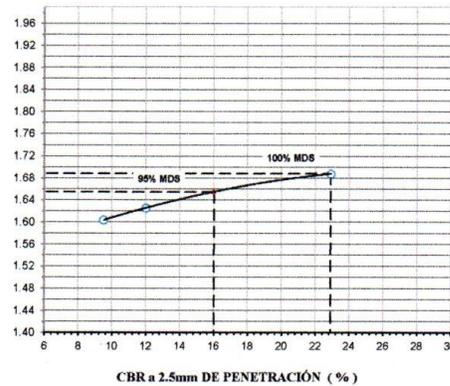
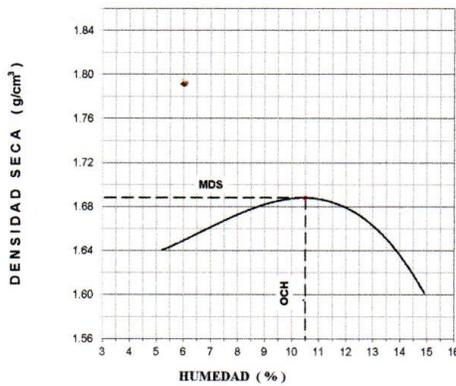
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE

Características						
Numero de Molde		1	2	3		
Numero de Capas		5	5	5		
Numero de Golpe		56	25	12		
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>		27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)		8,055.0	8,520.0	8,205.0		
02 - Peso del molde (g)		3,975.0	4,796.0	4,505.0		
03 - Peso suelo humedo (g)		4,080.0	3,724.0	3,700.0		
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>		2,205.000	2,104.000	2,121.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )		1.850	1.770	1.744		
06 - Tarro N°		0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)		510.7	526.0	473.1		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)		484.4	500.2	449.2		
09 - Peso del agua (g)		26.3	25.8	23.9		
10 - Peso del tarro (g)		210.7	209.0	177.1		
11 - Peso suelo seco (g)		273.7	291.2	272.1		
12 - Contenido de humedad (%)		9.6	8.9	8.8		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )		1.688	1.626	1.604		
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Oct-16	1.00PM	2.60	1.20	2.42	
Dia 02	18-Oct-16	1.00PM	2.40	1.60	2.34	
Dia 03	19-Oct-16	1.00PM	2.61	1.90	2.44	
Dia 04	20-Oct-16	1.00PM	2.80	1.70	3.00	
Expansión, %			0.2	0.4	0.5	
Absorción						
Numero de molde		1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)		4,080.0	3,724.0	3,700.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)		8,803.2	8,663.7	8,871.6		
03 - Peso del molde (g)		3,975.0	4,796.0	4,505.0		
04 - Peso suelo embebido (g)		4,828.2	3,867.7	4,366.6		
05 - Peso del agua absorvida (g)		748.2	143.7	666.6		
06 - Peso del suelo seco (g)		3,722.3	3,420.9	3,401.3		
07 - Absorción de agua (%)		19.0	19.4	20.9		
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	4.0	44.9	3.0	40.7	3.5	42.8
1.3	20.0	112.9	14.0	87.4	11.0	74.7
1.9	43.0	210.6	25.0	134.1	20.0	112.9
2.5	51.0	244.63	32.0	163.89	24.0	129.90
3.2	81.0	372.1	45.0	219.1	32.0	163.9
3.8	92.0	418.8	53.0	253.1	42.0	206.4
5.08	100.0	452.8	63.0	295.6	51.0	244.6
7.6	110.0	495.3	72.0	333.9	59.0	278.6
10.16	112.0	503.8	79.0	363.6	67.0	312.6
12.7	123.0	550.6	85.0	389.1	76.0	350.9
Carga [%]						



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

SOLICITA : BACH.GIL PONTE EDWAR FABIAN	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.688
CAMINO REAL TRAMO JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.5
	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	22.9
MATERIAL : SUB RASANTE - C-1	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	16.0
	EMBEBIDO : 4 DIAS	EXPANSIÓN : 0.2 %
FECHA : 08-Sep-2020	ABSORCIÓN : 19.0 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 29.5 %





**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**  
**PROCTOR MODIFICADO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

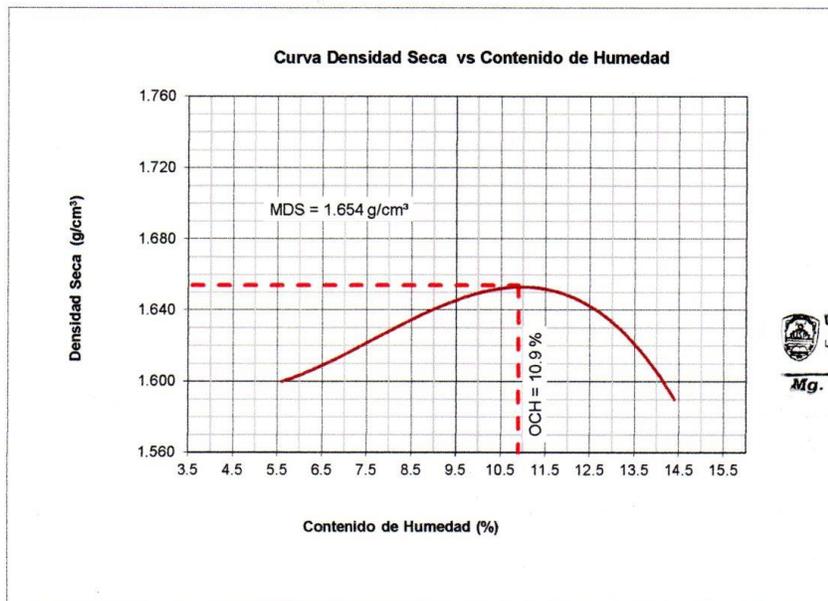
LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

**SOLICITA** : BACH.GIL PONTE EDWAR FÁBIAN  
**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN CAMINO REAL TRAMO:  
JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
**MATERIAL** : SUB RASANTE  
**LUGAR** : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
**FECHA** : 08/09/2020 **CALICATA** : 2

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3650	3728	3794	3780
02 - Peso del Molde (g)	1979.5	1979.5	1979.5	1981.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1670.5	1748.5	1814.8	1799.2
04 - Volumen del Molde (cm³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.689	1.768	1.835	1.819
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	721.0	509.5	527.2	483.5
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	693.8	485.9	490.9	443.3
09 - Peso del agua (g)	27.2	23.6	36.3	40.2
10 - Peso del tarro (g)	207.5	200.0	161.0	165.0
11 - Peso suelo seco (g)	486.3	285.9	329.9	278.3
12 - Contenido de Humedad (%)	5.6	8.3	11.0	14.4
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.600	1.632	1.653	1.590

Contenido Optimo Humedad **10.9 %** Densidad Seca Maxima, **1.654 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Mg. Miguel Solar Jara*  
UNIFE



**RELACION DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1883

**SOLICITA** : BACH.GIL PONTE EDWAR FABIAN  
**TESIS** : EVALUACION DE LA SUB RASANTE DE LA VIA PROLONGACION CAMINO REAL TRAMO:  
JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
**MATERIAL** : SUB RASANTE - C-2  
**LUGAR** : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
**FECHA** : 08/09/2020

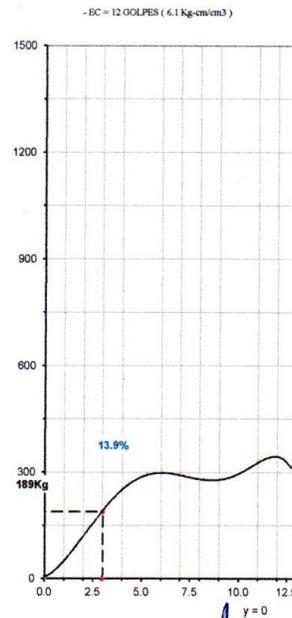
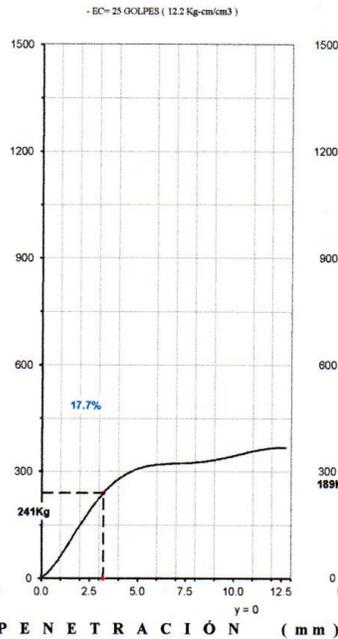
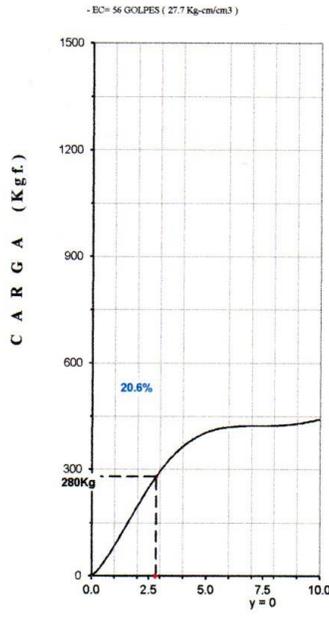
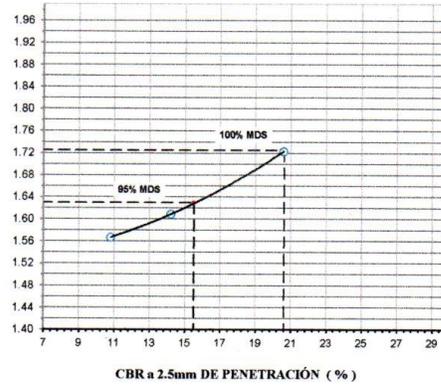
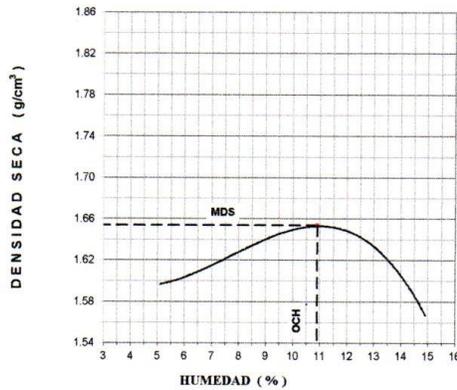
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Escuela de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
Mg. Miguel Solar Jara

<b>Características</b>						
Numero de Molde		1	2	3		
Numero de Capas		5	5	5		
Numero de Golpe		56	25	12		
Energia Compactacion [kg-cm]/cm³		27.7	12.2	6.1		
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)		8,832.0	8,520.0	8,206.5		
02 - Peso del molde (g)		4,816.0	4,796.0	4,526.0		
03 - Peso suelo humedo (g)		4,016.0	3,724.0	3,680.5		
04 - Volumen de molde, cm³		2,103.000	2,104.000	2,121.100		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)		1.910	1.770	1.735		
06 - Tarro N°		0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)		570.5	510.0	591.8		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)		538.5	482.8	558.3		
09 - Peso del agua (g)		32.0	27.2	33.5		
10 - Peso del tarro (g)		242.9	210.0	245.3		
11 - Peso suelo seco (g)		295.6	272.8	313.0		
12 - Contenido de humedad (%)		10.8	10.0	10.7		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)		1.723	1.609	1.567		
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Oct-16	1.00PM	3.00	2.50	1.47	
Dia 02	18-Oct-16	1.00PM	3.66	2.80	2.33	
Dia 03	19-Oct-16	1.00PM	3.51	2.97	2.25	
Dia 04	20-Oct-16	1.00PM	3.50	3.10	2.25	
Expansión, %			0.4	0.5	0.6	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde		1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)		4,016.0	3,724.0	3,680.5		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)		9,545.9	9,190.5	8,868.1		
03 - Peso del molde (g)		4,816.0	4,796.0	4,526.0		
04 - Peso suelo embebido (g)		4,729.9	4,394.5	4,342.1		
05 - Peso del agua absorvida (g)		713.9	670.5	661.6		
06 - Peso del suelo seco (g)		3,623.7	3,386.4	3,324.7		
07 - Absorción de agua (%)		19.7	19.8	19.9		
<b>Penetración</b>						
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	5.5	51.3	4.0	44.9	3.5	42.8
1.3	19.0	108.7	12.0	78.9	9.5	68.3
1.9	40.5	200.0	28.0	146.9	18.5	106.5
2.5	55.0	261.62	39.0	193.64	28.0	146.90
3.2	60.0	282.9	48.0	231.9	43.5	212.8
3.8	82.0	376.3	60.0	282.9	55.0	261.6
5.08	88.0	401.8	65.0	304.1	58.0	274.4
7.6	93.0	423.1	70.0	325.4	61.0	287.1
10.16	98.0	444.3	75.0	346.6	64.0	299.9
12.7	103.0	465.6	80.0	367.9	67.0	312.6
Carga [%]						



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

SOLICITA : BACH.GIL PONTE EDUAR FÁBIAN	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.654
CAMINO REAL TRAMO JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.9
	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	20.6
MATERIAL : SUB RASANTE - C-2	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	15.5
	EMBEBIDO : 4 DIAS	EXPANSIÓN : 0.4 %
FECHA : 08-Sep-2020	ABSORCIÓN : 19.7 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 30.6 %



**Mg. Miguel Solar Jara**

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos M<sup>2</sup> B<sup>2</sup> S/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

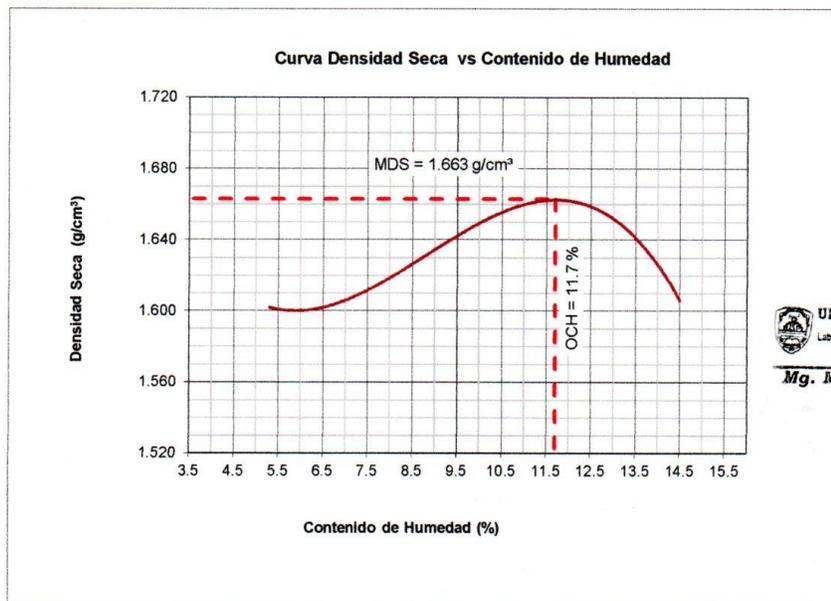
PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL  
**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**SOLICITA** : BACH.GIL PONTE EDWAR FÁBIAN  
**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN CAMINO REAL TRAMO:  
JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
**MATERIAL** : SUB RASANTE  
**LUGAR** : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
**FECHA** : 08/09/2020 **CALICATA** : 3

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3648	3728	3811	3800
02 - Peso del Molde (g)	1979.5	1979.5	1979.5	1981.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1668.5	1748.5	1831.5	1819.0
04 - Volumen del Molde (cm³)	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.687	1.768	1.852	1.839
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	551.5	470.0	559.0	529.5
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	533.6	445.8	522.8	470.8
09 - Peso del agua (g)	17.9	24.2	36.2	58.7
10 - Peso del tarro (g)	198.0	164.5	205.2	65.9
11 - Peso suelo seco (g)	335.6	281.3	317.6	404.9
12 - Contenido de Humedad (%)	5.3	8.6	11.4	14.5
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.602	1.628	1.662	1.606

Contenido Optimo Humedad **11.7 %** Densidad Seca Maxima, **1.663 g/cm³**



[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**RELACION DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1883

**SOLICITA** : BACH.GIL PONTE EDWAR FABIAN  
**TESIS** : EVALUACION DE LA SUB RASANTE DE LA VIA PROLONGACION CAMINO REAL TRAMO:  
 JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020  
**MATERIAL** : SUB RASANTE - C-3  
**LUGAR** : CAMINO REAL- CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
**FECHA** : 08/09/2020

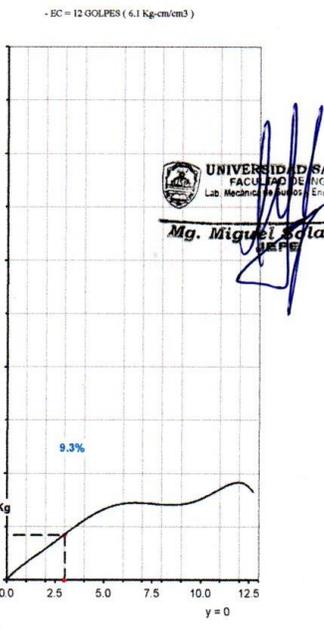
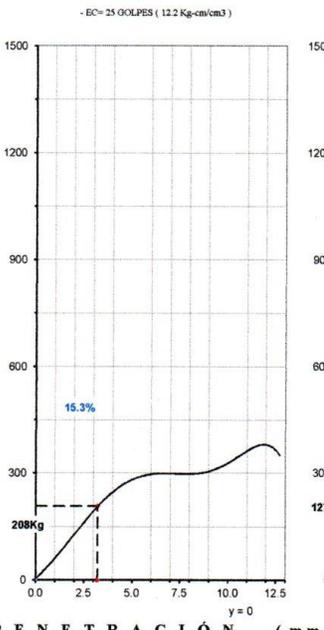
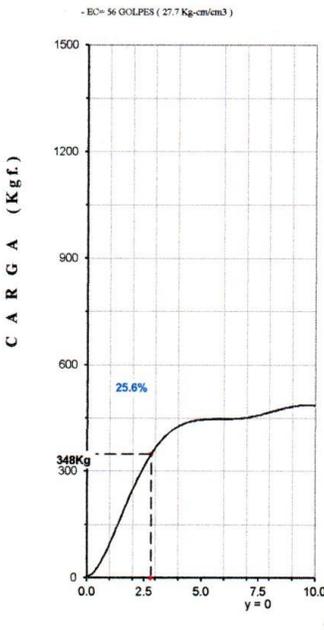
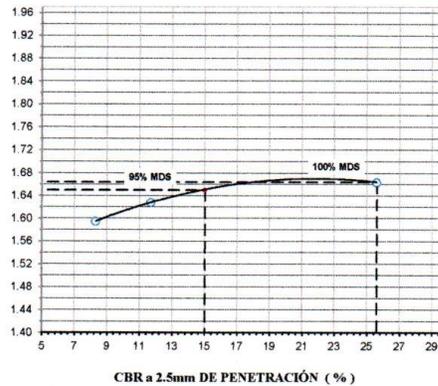
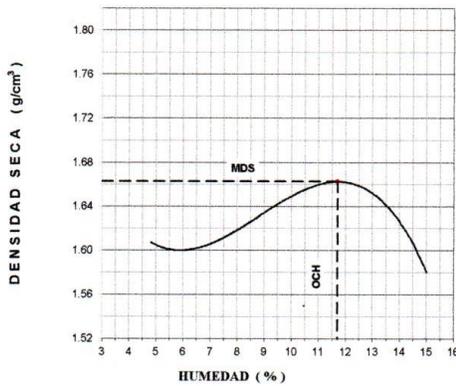
<b>Características</b>						
Numero de Molde			1	2	3	
Numero de Capas			5	5	5	
Numero de Golpe			56	25	12	
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>			27.7	12.2	6.1	
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)			8,100.0	8,605.0	7,600.0	
02 - Peso del molde (g)			4,116.0	4,796.0	3,983.0	
03 - Peso suelo humedo (g)			3,984.0	3,809.0	3,617.0	
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>			2,145.000	2,104.000	2,030.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )			1.857	1.810	1.782	
06 - Tarro N°			0.0	0.0	0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)			355.5	510.0	371.3	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)			336.1	479.8	349.7	
09 - Peso del agua (g)			19.4	30.2	21.6	
10 - Peso del tarro (g)			168.7	210.0	165.0	
11 - Peso suelo seco (g)			167.4	269.8	184.7	
12 - Contenido de humedad (%)			11.6	11.2	11.7	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )			1.664	1.628	1.595	
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Oct-16	1.00PM	0.65	0.92	1.93	
Dia 02	18-Oct-16	1.00PM	0.97	1.20	2.15	
Dia 03	19-Oct-16	1.00PM	1.25	1.40	2.22	
Dia 04	20-Oct-16	1.00PM	1.25	1.70	2.80	
Expansión, %			0.5	0.6	0.7	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde			1	2	3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)			3,984.0	3,809.0	3,617.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)			8,778.3	9,276.4	8,270.3	
03 - Peso del molde (g)			4,116.0	4,796.0	3,983.0	
04 - Peso suelo embebido (g)			4,662.3	4,480.4	4,287.3	
05 - Peso del agua absorbida (g)			678.3	671.4	670.3	
06 - Peso del suelo seco (g)			3,570.2	3,425.6	3,238.3	
07 - Absorción de agua (%)			19.0	19.6	20.7	
<b>Penetración</b>						
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	7.5	59.8	5.0	49.2	3.5	42.8
1.3	25.0	134.1	12.0	78.9	6.5	55.5
1.9	48.0	231.9	20.0	112.9	12.0	78.9
2.5	66.5	310.49	31.0	159.64	20.0	112.90
3.2	87.0	397.6	43.0	210.6	26.5	140.5
3.8	92.0	418.8	52.0	248.9	32.0	163.9
5.08	97.0	440.1	58.0	274.4	40.0	197.9
7.6	102.0	461.3	64.0	299.9	44.0	214.9
10.16	107.0	482.6	72.0	333.9	48.0	231.9
12.7	112.0	503.8	76.0	350.9	52.0	248.9
Carga [%]						

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

SOLICITA : BACH GIL PONTE EDUAR FABIAN	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS : EVALUACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA VÍA PROLONGACIÓN	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.663
CAMINO REAL TRAMO JR. HUÁNUCO-JR. CAJAMARCA, CHIMBOTE-2020	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.7
	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	25.6
MATERIAL : SUB RASANTE - C-3	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	15.0
	EMBEBIDO : 4 DIAS	EXPANSIÓN : 0.5 %
FECHA : 08-Set-2020	ABSORCIÓN : 19.0 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 30.7 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Mg. Miguel Solari Jara*  
INGENIERO

➤ **Ubicación de la vía.**

Nombre de la vía : CAMINO REAL  
Ubicación de la vía : CHIMBOTE  
Accesibilidad : Entre Jr. Huánuco con Jr. Cajamarca.  
Coordenadas :  $9^{\circ}04'154''\text{S}$  ,  $78^{\circ}34'11''\text{W}$



**FIGURA N°10:** Ubicación de la vía Camino Real.

➤ **Calicatas para obtención de muestra para ensayar.**

- **Calicata N° 01.**



**FIGURA N°11:** Calicata C-1 para extracción de muestra.

- **Calicata N° 02.**



**FIGURA N°12:** Calicata C-2 para extracción de muestra.

- **Calicata N° 03.**



**FIGURA N°13:** Calicata C-3 para extracción de muestra.

- **Ensayo de la muestra obtenida en campo.**



**FIGURA N°14:** Proceso de tamizado pasante por las mallas 3/4 ,3/8, N.4.

➤ **Pesado de muestra para ensayar.**



**FIGURA N°15:** Proceso para pesado y recolección de la muestra de 6 kilos.

➤ **Proctor modificado.**



**FIGUR A N°16:** Porcentaje de agua en 3%,5%,7% agregado a muestra.



**FIGURA N°17:** Proceso de proctor modificado.

➤ **Peso de muestra de proctor.**





**FIGURA N°18:** Peso de muestra húmeda.

➤ **Muestra de proctor para horno.**



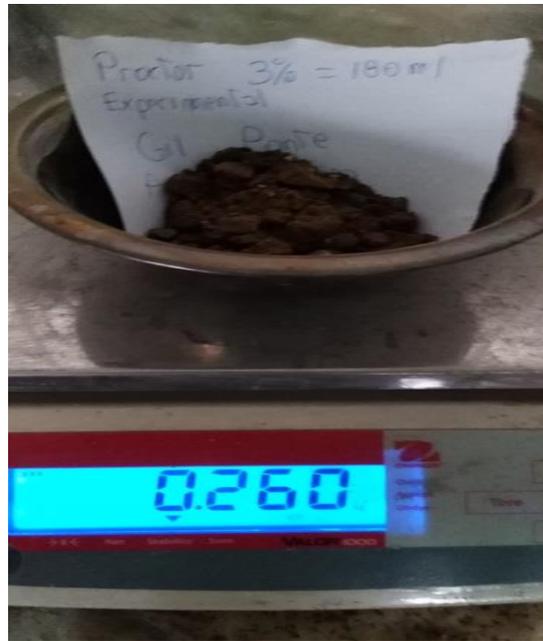
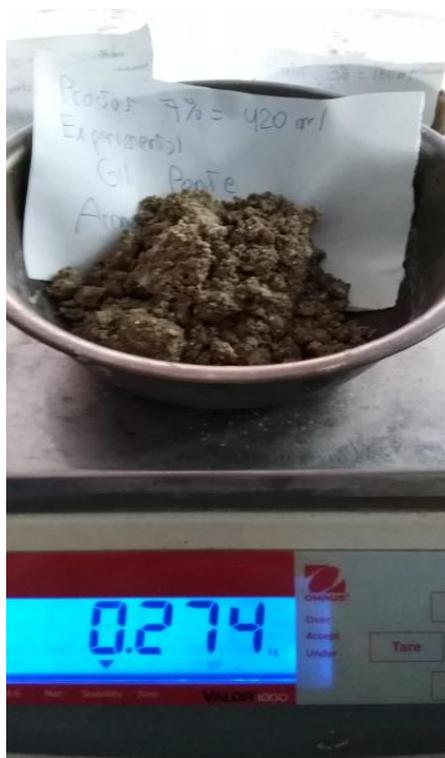
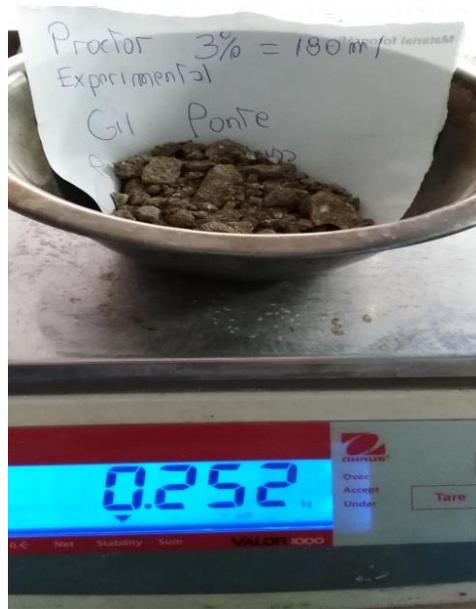


FIGURA N°19: Peso de muestra en tara para horno.

➤ Muestra después de 24 horas en horno.





**FIGURA N°20:** Muestra seca después de 24 horas en horno.

➤ **CBR.**



**FIGURA N°21:** Muestra de CBR en agua.

➤ **Penetración estándar.**



**FIGURA N°22:** Lectura de dial de penetración estándar.

➤ **Conteo vehicular para cálculo de IMD.**



**FIGURA N°23:** Conteo vehicular de la vía camino real.