

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS VIALES**



**INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL  
DETERIORO DEL AFIRMADO DE CARRETERAS DE LA  
PROVINCIA DE HUÁNUCO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERIA CIVIL**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN DISEÑO Y  
CONSTRUCCION DE OBRAS VIALES**

**TESISTA: ESPINOZA ORTEGA ALLAN HUGO**

**ASESOR: MG. ARQUIÑIGO TRUJILLO WILSON NESTOR**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**



## **DEDICATORIA**

A mi familia por su constante apoyo en los momentos más difíciles y su eterna creencia en mí que hacen posible lograr mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por su compañía y por rodearme de personas que me apoyaron en este arduo proceso.

A mi asesor, Mg. Wilson Nestor Arquíñigo Trujillo porque a través de sus conocimientos, me brindó el respaldo para llevar a cabo esta investigación y su amistad brindada en los momentos más difíciles surgidos durante todo el proceso de investigación.

A la unidad central de laboratorios de la UNHEVAL, Laboratorio de suelos, pavimentos y ensayo de materiales de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura por brindarme las facilidades en cuanto a las herramientas que se han utilizado en esta investigación.

A los docentes de la Maestría en Diseño y Construcción de Obras Viales, por sus conocimientos impartidos.

A Provias Descentralizado Unidad Zonal Huánuco, por brindarme las facilidades para acceder al camino donde se ejecutó la investigación y la cordialidad por la información proporcionada.



## RESUMEN

El deterioro del afirmado es una problemática que se viene presentando en los caminos de nuestro país; en el desarrollo de la investigación se conoce la composición puzolánica de la ceniza de bagazo de caña por la presencia de silíceos y aluminosilíceos de la misma. Es así que, esta investigación se centró en estudiar la influencia de la ceniza de bagazo de caña en el deterioro del afirmado en las carreteras de la provincia de Huánuco. Para ello, se determinó incrementos del IRI del afirmado respecto al tiempo, así como la capacidad de soporte y otras propiedades físico mecánicas, es por ello que se efectuaron los ensayos de laboratorio con afirmado sin adición y con la adición del 1% de ceniza de bagazo de caña. Por otro lado, se realizó el ensayo *in situ* de rugosidad con el equipo Merlín, tomando como muestra el camino vecinal Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao entre las Progresivas 0+015 y 0+076.60, habiendo realizado 200 lecturas mensuales en un periodo de 5 meses, con y sin ceniza de bagazo de caña. El tipo de investigación es aplicativo, de nivel experimental, así como el enfoque es cuantitativa y su diseño fue experimental. Los resultados obtenidos se muestran de la siguiente manera: en el afirmado como grupo de control presenta una densidad máxima de  $2.216 \text{ gr/cm}^3$  con un óptimo contenido de humedad del 6.1%, un CBR del 46.937%. Dentro de los valores IRI evaluados en un periodo de 5 meses en el afirmado, en el primer mes se obtuvo un incremento de IRI mensual de 0.13 m/km y en el último mes de 0.11 m/km ; mientras que los resultados de los ensayos con la adición de ceniza bagazo de caña (grupo experimental) durante el mismo periodo, se obtuvo un valor de densidad máxima seca del  $2.258 \text{ gr/cm}^3$  con una humedad optima del 7.0 %, un valor CBR del 51.204% y un incremento de IRI mensual de 0.07 m/km en el primer mes y en el último mes de 0.06 m/km, lo cual evidencia un incremento de IRI menor por mes con la adición de ceniza de bagazo de caña en comparación al afirmado del grupo de control. Por lo que se concluye que la adición de ceniza de bagazo de caña influye positivamente en el afirmado.

**Palabras claves:** ceniza de bagazo de caña, deterioro, afirmado.

## ***ABSTRACT***

The deterioration of the road is a problem that has been occurring on the roads of our country; In the development of the research, the pozzolanic composition of cane bagasse ash is known due to the presence of siliceous and aluminosiliceous compounds in it. Thus, this research focused on studying the influence of sugarcane bagasse ash on the deterioration of the pavement on the roads of the province of Huánuco. For this, increases in the IRI of the affirmed with respect to time, as well as the support capacity and other physical-mechanical properties, were determined, which is why laboratory tests were carried out with affirmed without addition and with the addition of 1% of ash. cane bagasse. On the other hand, the in situ roughness test was carried out with the Merlín equipment, taking as a sample the Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao local road between Progressives 0+015 and 0+076.60, having carried out 200 monthly readings in a period of 5 months, with and without sugarcane bagasse ash. The type of research is applicative, experimental level, as well as the approach is quantitative and its design was experimental. The results obtained are shown as follows: the control group has a maximum density of 2,216 gr/cm<sup>3</sup> with an optimal moisture content of 6.1%, a CBR of 46.937%. Within the IRI values evaluated in a period of 5 months in the stated one, in the first month an increase in monthly IRI of 0.13 m/km was obtained and in the last month of 0.11 m/km; while the results of the tests with the addition of cane bagasse ash (experimental group) during the same period, a maximum dry density value of 2,258 gr/cm<sup>3</sup> was obtained with an optimal humidity of 7.0%, a CBR value of 51,204 % and an increase in monthly IRI of 0.07 m/km in the first month and in the last month of 0.06 m/km, which shows a lower increase in IRI per month with the addition of sugarcane bagasse ash compared to the stated of the control group. Therefore, it is concluded that the addition of cane bagasse ash positively influences the affirmation.

**Keywords:** sugarcane bagasse ash, adeterioration, affirmed.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	ivv
RESUMEN.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
ÍNDICE .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	xv
<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	166
1.1    Fundamentación del problema .....	166
1.2    Justificación e importancia de la investigación .....	177
1.3    Viabilidad de la investigación .....	188
1.4    Formulación del problema.....	188
1.4.1    Problema general .....	188
1.4.2    Problemas específicos.....	199
1.5    Formulación de objetivos .....	199
1.5.1    Objetivo general.....	19
1.5.2    Objetivos específicos .....	19
<b>CAPÍTULO II. SISTEMAS DE HIPÓTESIS</b> .....	20
2.1    Formulación de las hipótesis .....	20

2.1.1	Hipótesis general.....	20
2.1.2	Hipótesis específicas.....	20
2.2	Operacionalización de variables.....	211
2.3	Definición operacional de variables .....	222
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO .....		233
3.1	Antecedentes de Investigación .....	233
3.2	Bases teóricas .....	266
3.3	Bases conceptuales .....	355
CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO .....		388
4.1	Ámbito.....	388
4.2	Tipo y nivel de investigación .....	388
4.3	Población y muestra .....	399
4.3.1	Descripción de la población.....	399
4.3.2	Muestra y método de muestreo .....	399
4.3.3	Criterios de inclusión y exclusión.....	399
4.4	Diseño de investigación.....	40
4.5	Técnicas e instrumentos .....	411
4.5.1	Técnicas .....	411
4.5.2	Instrumentos.....	422
4.5.2.1	Validación de los instrumentos para la recolección de datos.....	422

4.5.2.2	Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos .....	422
4.6	Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.....	433
4.7	Aspectos éticos .....	444
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		455
5.1	Análisis descriptivo de las propiedades físico-mecánicas de la capa de afirmado.....	455
5.2	Análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis .....	80
5.3	Discusión de resultados .....	822
5.4	Aporte científico de la investigación.....	844
CONCLUSIONES .....		855
SUGERENCIAS .....		866
REFERENCIAS.....		877
ANEXOS .....		922

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Coordenadas de ubicación del tramo de estudio .....	28
<b>Tabla 2</b> Composición química de la caña de azúcar .....	311
<b>Tabla 3</b> Composición Química de la ceniza de bagazo de la caña de azúcar .....	322
<b>Tabla 4</b> Especificaciones a cumplir del material de afirmado .....	333
<b>Tabla 5</b> Ensayos realizados y normativas .....	424
<b>Tabla 6</b> Resultados del contenido de Humedad sin ceniza de bagazo de caña. ....	455
<b>Tabla 7</b> Resultados del contenido de Humedad con Ceniza de bagazo de caña. ....	466
<b>Tabla 8</b> Ensayo de granulometría del afirmado natural sin adición de ceniza de bagazo de caña. ....	477
<b>Tabla 9</b> Ensayo de granulometría del afirmado con adición de ceniza de bagazo de caña. ....	499
<b>Tabla 10</b> Ensayos de límite de consistencia suelo de afirmado natural .....	51
<b>Tabla 11</b> Cálculo de Límites líquido, plástico e índice de plasticidad.....	522
<b>Tabla 12</b> Ensayos de límite de consistencia suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado. ....	522
<b>Tabla 13</b> Cálculo de Límites líquido, plástico e índice de plasticidad con adición de ceniza de bagazo de caña. ....	533
<b>Tabla 14</b> Ensayo de compactación - Proctor modificado para CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 suelo natural para afirmado.....	544

<b>Tabla 15</b> Ensayo de compactación - Proctor modificado para CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado. ....	555
<b>Tabla 16</b> Comparación densidades máximas secas y contenido de humedad optima .....	566
<b>Tabla 17</b> Ensayo de compactación - Proctor modificado para CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 suelo con adición de ceniza de bagazo de caña y cal para afirmado	577
<b>Tabla 18</b> Comparación densidades máximas secas y contenido de humedad optima. ....	588
<b>Tabla 19</b> Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 suelo natural para afirmado. ....	599
<b>Tabla 20</b> Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado. ....	61
<b>Tabla 21</b> Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 del suelo con adición de ceniza de bagazo de caña y cal para afirmado.....	633
<b>Tabla 22</b> Comparación CBR de los tres ensayos. ....	655
<b>Tabla 23</b> Ejemplo Ensayo N° 1 realizado con el rugosímetro de Merlín.....	666
<b>Tabla 24</b> Índice de rugosidad de un periodo de 6 meses.....	788
<b>Tabla 25</b> Incremento mensual de IRI. ....	799

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa de la Región de Huánuco.....	266
<b>Figura 2</b> Mapa de la Provincia de Huánuco.....	277
<b>Figura 3</b> Vista de elevación de la carretera a Villasol – Maraypampa .....	277
<b>Figura 4</b> Obtención de la ceniza de bagazo de caña de azúcar .....	30
<b>Figura 5</b> Comparación de resultados en ensayo de contenido de humedad.....	466
<b>Figura 6</b> Distribución Granulométrica Acumulativa afirmado natural sin adición de ceniza de bagazo de caña .....	488
<b>Figura 7</b> Distribución Granulométrica Acumulativa afirmado con adición de ceniza de bagazo de caña.....	50
<b>Figura 8</b> Límite líquido suelo de afirmado natural .....	511
<b>Figura 9</b> Límite líquido suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado. ....	533
<b>Figura 10</b> Comparación de Límites líquido, plástico e índice de plasticidad sin y con la adición de ceniza de bagazo de caña.....	544
<b>Figura 11</b> Figura relación Humedad – Densidad seca suelo para afirmado natural. ....	555
<b>Figura 12</b> Figura relación Humedad – Densidad seca suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado .....	566



<b>Figura 13</b> Figura relación Humedad – Densidad seca suelo con adición de ceniza de bagazo de caña y cal para afirmado. ....	577
<b>Figura 14</b> Comparación densidades máximas secas y contenido de humedad optima .....	588
<b>Figura 15</b> Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 suelo natural para afirmado. ....	60
<b>Figura 16</b> Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado. ....	622
<b>Figura 17</b> Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 del suelo con adición de ceniza de bagazo de caña y cal para afirmado. ....	644
<b>Figura 18</b> Comparación CBR de los tres ensayos en barras. ....	655
<b>Figura 19</b> Ejemplo Ensayo N° 1- Mes 1 .....	677
<b>Figura 20</b> Rango D del Ensayo N° 1 realizado con el rugosímetro de Merlín .....	677
<b>Figura 21</b> Ensayo N° 4 Mes 2 .....	699
<b>Figura 22</b> Ensayo N° 7 Mes 3 .....	70
<b>Figura 23</b> Ensayo N° 10 Mes 4. ....	70
<b>Figura 24</b> Ensayo N° 13 Mes 5. ....	71
<b>Figura 25</b> Ensayo N° 16 Mes 6 .....	711
<b>Figura 26</b> Ensayo N° 2 Mes 1. ....	722
<b>Figura 27</b> Ensayo N° 5 Mes 2 .....	722
<b>Figura 28</b> Ensayo N° 8 Mes 3 .....	733
<b>Figura 29</b> Ensayo N° 11 Mes 4 .....	733

<b>Figura 30</b> Ensayo N° 14 Mes 5.....	744
<b>Figura 31</b> Ensayo N° 17 Mes 6.....	744
<b>Figura 32</b> Ensayo N° 3 Mes 1.....	755
<b>Figura 33</b> Ensayo N° 6 Mes 2.....	755
<b>Figura 34</b> Ensayo N° 9 Mes 3.....	766
<b>Figura 35</b> Ensayo N° 12 Mes 4.....	766
<b>Figura 36</b> Ensayo N° 15 Mes 5.....	777
<b>Figura 37</b> Ensayo N° 18 Mes 6.....	777
<b>Figura 38</b> Comparación de los IRI.....	799
<b>Figura 39</b> Incremento mensual de IRI.....	80

## INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2021) en su anuario estadístico sectorial, nos menciona que al 2021 el Sistema Nacional de carreteras (SINAC) tiene una longitud de 179 809.4 km del cual el 96.2% es red vial existente, del mismo el 82.6% son consideradas carreteras no pavimentadas, la red vial vecinal representa el 68.2% según la jerarquía de la red vial existente, las cuales tienen un bajo volumen de tránsito (IMDA < 200 veh/día), indicador, de inviabilidad para una pavimentación con concreto hidráulico o asfaltado. (p. 28-29)

El afirmado constituye una capa de revestimiento de material de cantera, compuesto por tres tipos de material: piedras, arena y finos o arcilla, especialmente clasificado para soportar directamente las cargas y el esfuerzo del tráfico.

Sin embargo, el afirmado está expuesto a diferentes factores que contribuyen a su deterioro. Uno de los principales problemas que afecta a esta capa es la presencia de humedad, ya que produce un reblandecimiento del material y debilita su estructura. Además, las cargas repetidas de los vehículos generan deformaciones en la capa, lo que conduce a la aparición de baches, ondulaciones y ahuellamiento.

En este contexto, la ceniza de bagazo de caña influye positivamente en el deterioro del afirmado. Este subproducto de la industria de la caña tiene propiedades puzolánicas debido a su alto contenido de compuestos silicosos y alumínicos. Estas propiedades permiten que la ceniza de bagazo de caña refuerce el papel de los finos cohesivos aglutinando las partículas del afirmado mediante su función aglomerante.

La ceniza de bagazo de caña es un subproducto de la industria azucarera que ha demostrado tener propiedades beneficiosas para la estabilización de suelos en las capas de base y subrasante.

Por lo descrito, en esta investigación analizaremos la influencia de la ceniza de bagazo de caña en el deterioro del afirmado en las carreteras de la provincia de Huánuco.

## **CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Fundamentación del problema**

Uno de los grandes problemas en el Perú, es el gran nivel de deterioro, que presentan la red vial vecinal o rural (en su mayoría vías a nivel de afirmado), por múltiples causales (materiales y factores climatológicos) que generan condiciones impropias de tránsito, provocando de esta manera el no cumplimiento del objetivo principal de las vías mencionadas, que es la de brindar una capa de rodamiento optima al conductor; por consecuencia acarreando problemas a la población usuaria, por la incomodidad y mayores gastos de operación y mantenimiento vehicular, de esta manera conlleva pérdidas económicas a gran escala para el país.

Sumando a ello la poca atención e importancia que se le brinda a las actividades de mantenimiento, ocasionan su deterioro, demandando un mayor gasto para su Mantenimiento Periódico o Rehabilitación.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018) califica por su deterioro o fallas, las condiciones de las carreteras no pavimentadas, como deformación, erosión, baches (huecos), encalaminado, lodazal y cruce de agua, para lo cual es necesario realizar una serie de mediciones y procedimientos de datos con el fin de definir el valor del estado de las carreteras.

Respecto a la mecánica del comportamiento de los afirmados, podemos decir que los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las fracciones más gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tránsito), llegan a pulverizarse en condiciones secas, como material particulado en suspensión (polvo) y por la constante perdida de estos; las partículas gruesas quedan sueltas ante la acción del tránsito, conllevando a que la superficie de rodadura se desgaste. Así mismo el factor climatológico contribuye al deterioro del afirmado, acrecentándose en temporadas de lluvia.

La ceniza de bagazo de caña en la actualidad es utilizada en la agricultura; debido a su posible impacto positivo ambiental, el uso de esta, se ha venido implementado en el campo de la construcción, utilizándola como adición o reemplazo de suelos finos. Además, según la investigación de Izquierdo et al. (2019) la ceniza de bagazo de caña tiene una composición química de brindar características puzolánicas, las cuales, mejoran las propiedades físicas y mecánicas en la capa de afirmado.

Por lo descrito nuestra investigación tiene como propósito influenciar positivamente en el deterioro del afirmado, mediante la adición de ceniza de bagazo de caña, dichos deterioros se evidencian en su mayoría en los caminos vecinales. Con la aplicación se retarda el deterioro como se verá en la presente tesis.

## **1.2 Justificación e importancia de la investigación**

La presente investigación se justifica por medio de los siguientes aspectos.

### **1.2.1 Justificación por Conveniencia**

Este estudio es conveniente debido a que la ceniza de bagazo de caña posee un costo de aplicación más bajo en comparación al uso de aditivos tales como conaid, proes, terrasil y los mencionados en el manual de suelos y pavimentos del MTC que ayudan en el retardo del deterioro del afirmado, además que en la provincia de Huánuco existe el cultivo de la caña de azúcar y derivados.

### **1.2.2 Justificación de Impacto social**

La utilización de la ceniza de bagazo de caña en el deterioro del afirmado será muy beneficioso para la población usuaria de estos caminos a nivel de afirmado, debido a que estarán más tiempo conservados, permitiendo que los vehículos se desplacen con comodidad, y generando en ellos costos menores en sus mantenimientos.

### **1.2.3 Justificación Practica**

Esta investigación busca solucionar el deterioro del afirmado, un problema muy común en las carreteras de tercera clase, por lo que la adición de ceniza de

bagazo de caña, es una alternativa de solución para esta problemática en la superficie de rodamiento de las carreteras afirmadas.

#### **1.2.4 Justificación Teórica**

La investigación aporta en conocimiento, la influencia que genera la ceniza de bagazo de caña como aditivo, para contrarrestar el deterioro de vías afirmadas, lo cual sumaria, a considerar como otra alternativa de mejoramiento en las características físicas y mecánicas de la capa de afirmado.

### **1.3 Viabilidad de la investigación**

El deterioro del afirmado de los caminos vecinales de bajo volumen de tránsito, conlleva a la generación de investigación de nuevos materiales que aporten en las resistencias necesarias para minimizar los deterioros de la capa de afirmado, tales materiales sean de bajo costo en su producción, incorporación y mantenimiento de vías no pavimentadas.

La investigación empleó las cenizas de bagazo de caña de azúcar, cuya composición química genera actividad puzolánica. Este fenómeno contribuye a aumentar la resistencia físico-mecánica del material, lo que a su vez permite minimizar el deterioro en el afirmado de carreteras. Como resultado, se logra reducir los costos asociados al mantenimiento de las vías, al tiempo que se promueve un enfoque sostenible y sustentable en el tiempo.

Por lo descrito se determina que la investigación es viable y también es un aporte en la construcción de obras viales no pavimentadas.

### **1.4 Formulación del problema**

#### **1.4.1 Problema general**

¿En qué medida la ceniza de bagazo de caña influye en el deterioro del afirmado de las carreteras de la provincia de Huánuco?

### **1.4.2 Problemas específicos**

- a. ¿De qué manera influye la adición de ceniza de bagazo de caña en la integridad estructural del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco?
- b. ¿De qué manera influye la adición de ceniza de bagazo de caña en la rugosidad del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco?

## **1.5 Formulación de objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Experimentar la influencia de la ceniza de bagazo de caña en el deterioro del afirmado de las carreteras de la provincia de Huánuco.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- a. Demostrar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en la integridad estructural del afirmado de las carreteras de la provincia de Huánuco.
- b. Demostrar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en la rugosidad del afirmado de las carreteras de la provincia de Huánuco.

## **CAPÍTULO II. SISTEMAS DE HIPÓTESIS**

### **2.1 Formulación de las hipótesis**

#### **2.1.1 Hipótesis general**

La ceniza de bagazo de caña influye positivamente en el deterioro del afirmado de las carreteras de la provincia de Huánuco.

#### **2.1.2 Hipótesis específicas**

- a. La adición de ceniza de bagazo de caña mejora la integridad estructural del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco.
- b. La adición de ceniza de bagazo de caña retarda el incremento de la rugosidad del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco.



## 2.2 Operacionalización de variables

<i>Operacionalización de variables</i>				
<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Técnica e instrumento de recolección</b>
<b>Variable Independiente</b>				
<b>Ceniza de bagazo de caña</b>	Propiedades físicas	Peso	Kg	Balanzas
<b>Variable Dependiente</b>				
<b>Deterioro del afirmado</b>	Integridad estructural	CBR	%	Equipo CBR, Accesorios y formatos en el programa Excel 2021
	Rugosidad	IRI	m/km	Perfilómetro estático MERLIN y formatos en el programa Excel 2021

## **2.3 Definición operacional de variables**

### **2.3.1 Ceniza de bagazo de caña.**

Residuo agrícola de base inorgánica generado por la industria de la azúcar y el etanol, que presenta características puzolánicas que pueden modificar las propiedades físicas y mecánicas en la capa de afirmado.

### **2.3.2 Deterioro del afirmado.**

Según Vásquez y Peláez (2021) el deterioro es el desgaste que se produce por obra del tránsito de vehículos, de fenómenos climáticos, accidentes, hechos voluntarios, o del paso del tiempo que afecta tanto a las cosas animadas como inanimadas.

## CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

### 3.1 Antecedentes de Investigación

#### 3.1.1 A Nivel Internacional:

A nivel internacional encontramos investigaciones como la de Bonilla et al. (2020) esta investigación tiene como objetivo reutilizar los residuos agroindustriales como el bagazo de caña de azúcar para la estabilización del material de afirmado en las vías, por lo que realizaron ensayos de caracterización de los suelos afirmados con añadiduras del 25%, 50%, 75% de la ceniza de bagazo de caña. Esta investigación tiene como conclusión que es muy posible y beneficioso utilizar la ceniza de bagazo de caña mediante la adición del 75% debido que genera un aumento de densidad máxima de 2.010 a 2.051 gr/c además de que genera menores costos de utilización del producto.

Así mismo, Cortez y Rincón (2020) en la tesis titulado Análisis de la resistencia a la compresión inconfiada y CBR de un afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal de la cantera salitre blanco, ubicada en el municipio de utica a 10 km de la vía Tobia- Nimaima en Colombia. Para ello estudiaron la ceniza de bagazo de caña como material de soporte. El objetivo de esta investigación fue analizar el comportamiento del suelo afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña y cal en distintas proporciones; para ello, al suelo afirmado añadieron un 6%, 9%, y 12% de ceniza de bagazo de caña, obteniendo como resultados favorables en el indicador de suelo +12% CBCA. debido a que el CBR aumento de un 23% a 65%. Esta investigación concluye mencionando que el porcentaje óptimo para la estabilización con ceniza de bagazo de caña de azúcar más cal para el suelo afirmado es la mezcla suelo más 12% ceniza de bagazo de caña de azúcar y 5% cal (S+12CBCA+5C) en adición por peso, la cual cumple con los requisitos mínimos exigidos por la normativa correspondiente para suelos de afirmado, así como es la mezcla que obtuvo los mejores resultados en los ensayos de C.B.R., y compresión inconfiada. Otra conclusión que mencionan los autores es que la ceniza de bagazo de caña es una alternativa de construcción viable, de manera económica, técnica y principalmente en el contexto

ambiental por lo que se aprovecha un residuo agroindustrial cuyo almacenamiento genera problemas de contaminación.

También, encontramos la investigación Araujo y Rodríguez (2019) en donde evaluó la biomasa de ceniza de bagazo de caña como una alternativa sostenible para la estabilización de una base granular en el kilómetro 44 de la vía Ibagué – Alvarado en el departamento de Tolima - Colombia, este estudio tuvo como objetivo buscar lograr una mejora de las características físicas además de las propiedades mecánicas de los suelos granulares, por lo que mezcló los suelos granulares en porcentajes de 97%, 95% y 93% y la ceniza de bagazo de caña en un 3%, 5% y 7% , por lo que concluyo que la adición adecuada para el 97%, 95% y 93% de suelos y la adición el 1.5, 2.5 y 3.5 de ceniza de bagazo de caña, genera un aumento en la resistencia de 9 veces en comparación a la resistencia del suelo granular sin ceniza.

### **3.1.2 A nivel Nacional:**

Entre los antecedentes realizados en el Perú, tenemos la investigación de Castillo (2022) donde él planteó como objetivo determinar la estabilización mediante el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la base de la carretera Santiago de Cao en Huanchaco, para ello, utilizó los porcentajes de 1%, 2%, 3% de ceniza de bagazo como adición al material de base. El autor concluye mencionando que al adicionar el 3% de ceniza de bagazo de caña, genera un aumento del valor de soporte CBR en 102.40% por lo que la ceniza de bagazo de caña mejora las propiedades físico mecánicas del material de base de la carretera Santiago de Cao en Huanchaco.

También, tenemos la investigación de Aquino (2020) que en su investigación buscó determinar la influencia de la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de suelos a nivel de subrasante en el distrito de Laredo, por lo que realizó el mezclado de la ceniza de bagazo de caña en porcentajes de 5%, 10%, 15% en peso seco del suelo. Aquino concluye que al agregar el 15% de ceniza de bagazo de caña produce un aumento de hasta un 60% de CBR por lo que genera un aumento significativo en el valor de conservación este aditivo.

Así mismo Lujerio (2018) en su tesis titulada “Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz” llega a las siguientes conclusiones;

- Las cenizas del Bagazo de caña de azúcar (CBCA) tienen comportamientos puzolánicos porque en su composición química tiene presencia de Sílice, Aluminio y fierro (77.14%) superando el 70% que indica la Norma C618, esto favorece el comportamiento del suelo.
- El pH del CBCA es de 10.85, la combinación del suelo patrón con 4% de cemento es de 11.05% es extremadamente alcalino y la combinación del suelo patrón con 1% de CBCA es de 7.51 esto es calificada como ligeramente alcalino.
- La capacidad de soporte (CBR) del suelo patrón C-1 al 100% es 42.49, el experimental con cemento es 51.73% y el experimental con CBCA es 46.86%, notando un incremento de 21% y 10% respecto al suelo patrón.
- La capacidad de soporte (CBR) del suelo patrón C-1 al 95% es de 20 del suelo patrón, del experimental con cemento es 25 y el experimental con CBCA 22.83, notando un incremento de 25% y 14% respecto al patrón.
- Ambos resultados de CBR del suelo patrón fueron realizados de forma individual para cada material experimental: 4% de cemento Portland tipo I y 1% de CBCA, que cumplen con lo estipulado por el Manual de Suelos y Pavimentos que admite un  $CBR \geq 6\%$ . (p. 52-53)

Como se ve este es un buen antecedente de nuestro estudio, ya que concluye en el comportamiento puzolánico de la ceniza de bagazo de caña, que es el punto de partida de nuestro estudio, además determina el valor del CBR de un suelo patrón con la adición de la ceniza de bagazo de caña, indicando que mejora respecto al material sin ceniza de bagazo de caña, lo cual también apunta a los objetivos que se busca en este estudio, que va más allá de la determinación del CBR y otras propiedades físico mecánicas, si no hasta su influencia en el deterioro del afirmado.

### 3.1.3 A nivel Local

Dentro de la ciudad de Huánuco, al no contar con investigaciones referidas al deterioro del afirmado y la medición del IRI, se consideró la investigación de Matto (2019) quien utilizó el rugosímetro de Merlín para el estudio de la serviciabilidad del pavimento en la ciudad de Huánuco, con el fin de determinar los índices de rugosidad, esta investigación concluye que el Índice de Rugosidad (IRI), demuestra que la condición del pavimento en la ciudad de Huánuco, presenta un IRI mínimo 4.71 m/km y máximo es 7.66 m/km, por lo que la serviciabilidad ES MALA, quien recomienda realizar programas de rehabilitación y mejoramiento de las vías que presentan condiciones deficientes.

## 3.2 Bases teóricas

### 3.2.1 Ubicación del centro de estudio

Región: Huánuco

#### Figura 1

*Mapa de la Región de Huánuco*



Fuente: Provias Descentralizado (2017)

Provincia Huánuco

**Figura 2**

*Mapa de la Provincia de Huánuco*



Fuente: Provias Descentralizado (2017)

**Figura 3**

*Vista de elevación de la carretera a Villasol – Maraypampa*



Fuente: Provias Descentralizado (2017)

El tramo de la vía une los centros poblados de: Villasol (distrito de Chinchao), Maraypampa, Huanucalla y San Pablo de Pillao (distrito de San Pablo de Pillao).

**Tabla 1**

*Coordenadas de ubicación del tramo de estudio*

	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>ALTITUD</b>
Villasol km 0+000	8914378.6961	382810.8601	1929.308
Pillao 23+260	8917112.430	390212.404	2808.33

Fuente: Provias Descentralizado (2017)

## **Clima**

Según SENAMHI el clima en el distrito de Chinchao y de San Pablo de Pillao es tropical muy lluvioso, así como Semi Tropical, Templado Cálido, teniendo temperaturas desde 3° en épocas de invierno y temperaturas de 16° en temporadas de calor.

### **3.2.2 Ceniza de bagazo de caña**

#### **3.2.2.1 Origen de la caña de azúcar**

Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2010) La caña de azúcar fue Introducida en Perú por los conquistadores españoles, la caña de azúcar es natural de la India. Antes de 1990 fue considerada dentro de los principales productos que se exportaron, abarcando alrededor de 117 mil hectáreas. En la actualidad sólo representa el 3.6 % de valor bruto de producción (VBP), como exportaciones y empleo asciende al 2.4%. Es cultivada en nuestras tres regiones, pero es en la costa, donde se encuentran las mayores plantaciones, debido a las condiciones apropiadas del clima, que permiten que se coseche durante todo el año, con un rendimiento excepcional. Como industria azucarera es un “boom” en el Perú, responde a la producción de 90,000 hectáreas, por lo que las empresas azucareras agroindustriales son consideradas importantes. La caña de azúcar es empleada



mayormente para la producción de azúcar. Los 10 ingenios azucareros del Perú son dueños del 65 por ciento de las 90,000 hectáreas sembradas, mientras que el 35 % restante es de propiedad de sembradores privados.

### **3.2.2.2 Definición**

Según Jara y Palacios (2015) La ceniza de bagazo de caña de azúcar es:

Un subproducto industrial, que se genera del proceso de la elaboración de azúcar y sus derivados. Cuando se incinera de manera conveniente se obtiene un residuo mineral que es rico en sílice y alúmina, cuyas propiedades puzolánicas dependen de la temperatura de combustión, por lo que, la actividad puzolánica de un material es igual a su resistencia, combinada con su durabilidad. (p.31)

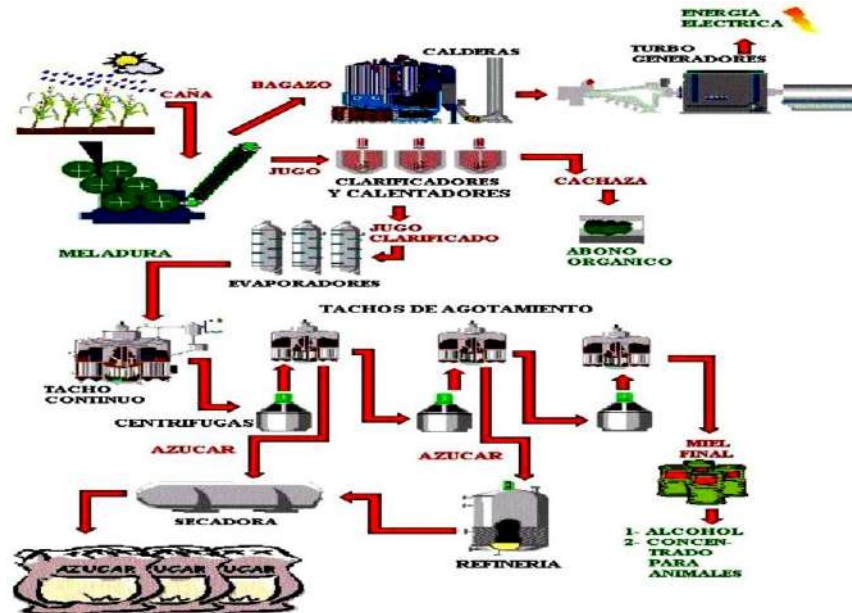
Por lo que, de acuerdo al concepto, se entiende que la composición química de la ceniza de bagazo de caña de azúcar se ira reflejando de acuerdo al contenido de óxidos principales, un comportamiento potencialmente puzolánico.

### **3.2.2.3 Proceso industrial de la obtención de la ceniza de bagazo de caña de azúcar CBCA**

El proceso se inicia con la llegada de la caña de azúcar al ingenio azucarero donde el jugo es extraído el cual es clarificado y luego cristalizado, para la separación del azúcar. Los tallos de la caña son exprimidos por cuatro enormes rodillos metálicos. Los residuos sólidos fibrosos son llamados bagazo y son empleados en la fabricación de papel y como combustible de las calderas, que alcanzan temperaturas de 1000 grados centígrados. La ceniza que se obtiene de las calderas, constituye un residuo que se almacena y que luego es empleado como abono en los campos de caña de azúcar.

**Figura 4**

*Obtención de la ceniza de bagazo de caña de azúcar*



Nota: La figura nos muestra el procedimiento desde la cosecha de caña de azúcar hasta la producción de distintos productos como el bagazo de caña Fuente: Hernández (2011)

### 3.2.2.4 Composición química

Composición química de la caña de azúcar

La caña de azúcar presenta una alta composición de sacarosa (azúcar soluble) además de lignina, celulosa y hemicelulosa (azúcares insolubles), detallados en la siguiente tabla;

**Tabla 2***Composición química de la caña de azúcar*

AGUA	74%
FIBRA (calulosa, pentosanas, araban, lignina, etc.)	10%
AZUCARES (sacarosa, glucosa, fructuosa)	14%
MINERALES (sílice, potasio, sodio, óxido de calcio, magnesio, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, hierro y cloro)	0.50%
COMPUESTOS NITROGENADOS (albuminas, asparagina, ácido aspártico, ácido nítrico)	0.40%
ACIDOS Y GRASAS (grasa, cera, pectina, gomas, ácidos libres y combinados)	0.60%

Fuente: Villarroel (2006)

**3.2.2.5 Composición química del bagazo de caña de azúcar**

Del Río (2018) menciona:

El bagazo es el residuo o remanente de los tallos de la caña de azúcar después que ésta ha sido sometida al proceso de extracción del jugo azucarado, saliendo del último molino con un 50% de humedad y un contenido residual de sacarosa de alrededor del 4 % (base seca). Es uno de los Subproductos de la Caña de Azúcar, además de la miel final y la cachaza, entre otros, y representa entre un 23 - 27 % del total (11-13 % base seca). Desde el punto de vista general de su estructura, el bagazo se caracteriza por su elevada heterogeneidad morfológica y está formado por dos fracciones bien diferenciadas, la fibra, de estructura cristalina, estable químicamente, que brinda rigidez a la planta, y el meollo o parénquima de estructura amorfa y de un alto poder de absorción. (p. 31)

Por otro lado, la investigación realizada por Vidal et al.(2014) menciona las composiciones químicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, tal como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Composición Química de la ceniza de bagazo de la caña de azúcar*

<b>Características</b>	<b>% Aprox.</b>
SiO <sub>2</sub>	58,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.8
CaO	3.0
MgO	2.2
K <sub>2</sub> O	2.0
Na <sub>2</sub> O	1.3
Pérdidas por ignición	10.0

Fuente: Vidal et al.(2014)

### **3.2.2.6 Fundos y haciendas donde se produce la ceniza de bagazo de caña de azúcar en Huánuco.**

- Fundo Chasqui, ubicado en la Provincia de Ambo, región Huánuco.
- Fundo Buena Vista, ubicado en Provincia de Ambo, región Huánuco.
- Hacienda Cachigaga, ubicado en el distrito de Tomaykichua, provincia de Ambo, región Huánuco.
- Fundo Pacan, ubicado en el distrito de Amarilis, provincia Huánuco, región Huánuco.
- Fundo kan-ka, ubicado el distrito de Santa María del Valle, provincia Huánuco, región Huánuco.
- Hacienda Yuncan, ubicado en el distrito de Churubamba, provincia Huánuco, región Huánuco.

Según entrevistas realizadas con los fundos, la producción de ceniza de bagazo de caña (CBC) es de aproximadamente 50 kg por semana, aunque

esta cifra puede variar. Durante las temporadas de cosecha, se observa un incremento significativo en la producción. Por lo tanto, se estima que la producción semanal podría ser alrededor de 350 kg, lo que equivaldría a un total aproximado de 4200 kg al año.

### 3.2.3 Afirmado

#### 3.2.3.1 Definición conceptual

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014) define al afirmado como una capa compactada de suelo granular de forma natural o industrializada, que posee una gradación específica con el fin de soportar cargas y esfuerzo vehiculares, este material debe de poseer la cantidad adecuada de material fino cohesivo con el fin de aglutinar los suelos gruesos y finos.

Las características de gradación del afirmado se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Especificaciones a cumplir del material de afirmado*

PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	GRADACIÓN C	GRADACIÓN D	GRADACIÓN E	GRADACIÓN F
50 mm ( 2" )				
37.5 mm ( 1½" )				
25 mm ( 1" )	100	100	100	100
19 mm ( ¾" )				
12.5 mm ( ½" )				
9.5 mm ( 3/8" )	50 - 85	60 - 100		
4.75 mm ( N° 4 )	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.36 mm ( N° 8 )				
2.0 mm ( N° 10 )	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
4.25 um ( N° 40 )	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 um ( N° 200 )	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
Índice de Plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9	4 - 9
Límite Líquido	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm)]	Min. 40%	Min. 40%	Min. 40%	Min. 40%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

### **3.2.4 Deterioro de la capa de afirmado**

#### **3.2.4.1 Definición conceptual**

Podemos citar a Fingermann (2014) quien define que:

La palabra deterioro tiene su origen etimológico en el latín “deteriorare”, derivado del adjetivo “deterior” con el significado de peor. El deterioro es el desgaste que se produce por obra del uso, de fenómenos climáticos, accidentes, hechos voluntarios, o del paso del tiempo que afecta tanto a las cosas animadas como inanimadas. El deterioro es un concepto negativo que indica que la apariencia o la función de algo o alguien es menor con referencia a otro estado anterior.

Teniendo en cuenta este concepto el deterioro de la capa de afirmado viene a ser la pérdida de las condiciones físicas iniciales del afirmado como consecuencia de: Paso del tiempo, acción física externa del tránsito vehicular y exposición al medio ambiente.

Así mismo, el MTC (2018), en el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación vial menciona que “los deterioros o falla en la calzada son parámetros básicos para el diagnóstico de la condición de las mismas. Deben identificarse y calificarse según criterios lo más objetivos posibles” (p.73).

#### **3.2.4.2 Mecanismo del deterioro de afirmados**

Para comprender el mecanismo del deterioro de afirmado Cortés y Fernández (2015) menciona que:

El mecanismo de deterioro de un camino sin pavimentar a diferencia de las carreteras pavimentadas consiste en un proceso progresivo más acelerado. Los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las fracciones más gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tráfico) llegan a pulverizarse en condiciones secas. Estos finos pulverizados aparecen como material de partículas en suspensión (polvo) y por la constante pérdida de éstos es que los agregados gruesos están de manera suelta ante la acción del tráfico,

y es así que la superficie de rodadura comienza a desgastarse de manera progresiva dando lugar a la formación de las depresiones, baches, y ondulaciones. (p.20)

### 3.3 Bases conceptuales

**Aditivo:** “Producto químico o mineral (o mezcla de estos) que modifica una o más propiedades de un material” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.3).

**Afirmado:** “Capa compactada de material granular natural o procesado, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito” (MTC, 2018, p.3).

**Camino:** “Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas” (MTC, 2018, p.6).

**Cantera:** “Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras” (MTC, 2018, p.6).

**Compactación:** “Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento” Portland. (MTC, 2018, p.8).

**Deterioro:** “Este término tiene su origen etimológico en el latín “deteriorare”, derivado del adjetivo “deterior” con el significado de peor. La entropía, la segunda ley de la termodinámica nos dice que todas las cosas se deterioran. Esto quiere decir que todo estuvo alguna vez en mejor condición que ahora” Fingermann (2014).

**Estabilización de suelos:** “Mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en las superficies de rodadura o capas inferiores de la carretera, y son conocidas como suelo cemento, suelo cal y otros diversos” MTC (2018).

**IRI:** “Sigla que corresponde al Índice de Rugosidad Internacional” (MTC, 2018, p.14).

**Mantenimiento vial:** “Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario; puede ser de naturaleza rutinaria o periódica” (MTC, 2018, p.15).

**Puzolana.** - Son materiales sin capacidad de actividad hidráulica por si solos, por esto se deben de mezclar con cal y/u otros elementos que permitan, en presencia de agua, generar compuestos con propiedades aglomerantes, dando a lugar a cementantes hidráulicos. Tobón (2023)

Las puzolanas, según su origen, se clasifican en dos grandes grupos el de las naturales y el de las artificiales; las primeras se subdividen en, las provenientes de material volcánico y las obtenidas a partir de materias sedimentarias de origen animal o vegetal. El segundo grupo las artificiales obtienen de materias tratadas (tratamiento térmico 600 y 900°C), subproductos de fabricación industrial, cenizas volantes, humo de sílice, arcillas naturales, ceniza de cascarilla de arroz, entre otros. (Salazar A., 2002).

Estudios realizados con diferentes residuos agrícolas de la industria azucarera tales como: Cenizas de cascarilla de arroz, cenizas de paja de caña y cenizas de bagazo de caña (Martinera et al., 1998) demuestran su potencial uso por las propiedades puzolánicas que poseen originadas debido a la calcinación de las mismas, formándose así compuestos de óxidos ácidos, principalmente de dióxido de silicio (Payá, 2012) y que de acuerdo a su definición una vez divididas finamente y en presencia de agua reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio que aporta la hidratación del CP una vez adicionadas, para formar compuestos con propiedades cementantes (Quintana, 2005) siendo generalmente un silicato de calcio hidratado (C-S-H) de estequiometría no definida.

**Rugosidad:** “Parámetro que permite evaluar las deformaciones verticales de la capa de superficie de rodadura de un pavimento. Se expresa mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI)” (MTC, 2018, p.20).



**Vehículo:** “Todo medio capaz de desplazarse que sirve para transportar personas o mercancías y que se encuentra comprendido dentro de la clasificación vehicular del Anexo I del Reglamento Nacional de Vehículos” (MTC, 2018, p.22).

## **CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO**

### **4.1 Ámbito**

El ámbito está representado por el espacio geográfico del territorio de los centros poblados de: Villasol (distrito de Chinchao), Maraypampa, Huanucalla y San Pablo de Pillao (distrito de San Pablo de Pillao), provincia de Huánuco, región de Huánuco, el estudio se desarrolló en el último bimestre del año 2022 y el primer cuatrimestre del año 2023.

### **4.2 Tipo y nivel de investigación**

#### **4.2.1 Tipo de investigación**

En función al propósito de la investigación, ésta es del tipo Aplicada, en este tipo de investigación el énfasis del estudio está en la resolución práctica de problemas, se centra específicamente en cómo se llevó a cabo la práctica de las teorías generales, que en nuestro caso se trató de retardar el deterioro del afirmado de una carretera aplicando el conocimiento que la ceniza de bagazo de caña actúa como un material puzolánico aglomerante.

#### **4.2.2 Nivel de investigación**

El nivel del estudio fue experimental, como menciona Carrasco (2005), en este nivel se aplica un nuevo sistema, tratamiento, método o técnica para mejorar y corregir la situación problemática, que ha dado origen a la investigación. Respondiendo las preguntas ¿Qué cambios y modificaciones se han producido?, ¿qué mejoras se han logrado?, etc. Esta investigación se realiza luego de conocer las características del hecho que se investiga y las causas que han determinado que tenga tales y cuales características.

### **4.3 Población y muestra**

#### **4.3.1 Descripción de la población**

La población está conformada por los caminos vecinales de la provincia de Huánuco con características socioeconómicas similares a la zona de estudio.

#### **4.3.2 Muestra y método de muestreo**

La muestra es de tipo no probabilístico, es decir, direccional y de conveniencia, porque se escoge un tramo del camino vecinal: “Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao” entre la Progresiva 0+015 y Progresiva 0+0.076.60. Aprovechando la ejecución de la obra de mejoramiento de dicho camino vecinal a nivel de afirmado y su flexibilidad de gestión, en la implementación del uso de la ceniza de bagazo de caña para la capa de afirmado, Según el MTC (2022) beneficiando a 1,298 habitantes.

#### **4.3.3 Criterios de inclusión y exclusión**

##### **4.3.3.1 Criterios de inclusión**

- Para la investigación se incluye las fuentes de información como tesis relacionada al uso de ceniza para la estabilización de suelos, libros físicos y virtuales, artículos científicos relacionados a las composiciones químicas y terminología técnica de la influencia de la ceniza como aditivo de los suelos a nivel de afirmado.
- Accesibilidad al material de cantera para la capa de afirmado y ceniza de bagazo de caña.
- Contar con la logística disponible para los traslados de materiales a los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Universidad Hermilio Valdizan y al proyecto para su aplicación.
- Los laboratorios de la facultad de ingeniería civil y arquitectura de la Universidad Hermilio Valdizan cuentan con los equipos y herramientas necesarios para el desarrollo de los ensayos.
- Acceso al equipo Merlín, por parte del laboratorio de Geotecnia de la Facultad de Ingeniería civil y Arquitectura (FICA), Universidad Hermilio Valdizan, el cual fue habilitado y calibrado para el desarrollo de esta investigación.

#### **4.3.3.2 Criterios de exclusión**

Se excluye la información con procedencia no confiable, principalmente aquella que muestra un valor, así artículos con fechas mayores a 10 años, e información de páginas web anónimas.

#### **4.4 Diseño de investigación**

En el enfoque cuantitativo con el que se desarrolló nuestro estudio, considerando los problemas formulados, el alcance de la investigación y las hipótesis planteadas el diseño fue experimental, al respecto Hernández (2014) señala que:

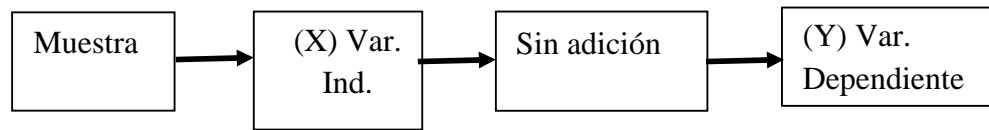
Se refiere a un estudio en el cual se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador. (p. 129)

La variable independiente se representó con el 1% de adición de ceniza de bagazo de caña, al material de afirmado del camino vecinal: “Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao” entre la Progresiva 0+015 y Progresiva 0+076.60, para luego medir sus efectos en el deterioro de la superficie del afirmado, una vez sometida al tránsito.

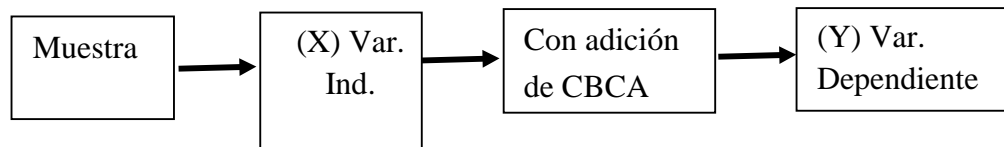
Al complementar el marco teórico durante el desarrollo de la investigación, habiendo encontrado que la CBC tiene un comportamiento puzolánico y estos se deben mezclar con cal para activar el comportamiento puzolánico, se decidió optar por un grupo experimental extra, a fin de verificar la información extraída de los antecedentes y marco teórico.

Para ello se tuvo en consideración un grupo de control el cual se esquematizó de la siguiente manera:

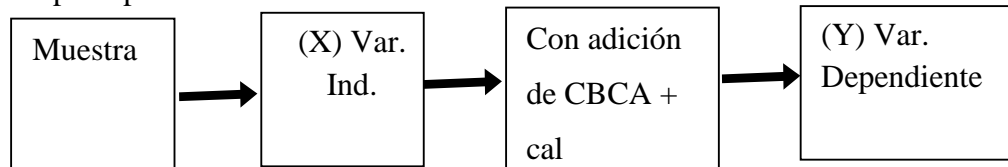
### Grupo de Control



### Primer grupo experimental



### Grupo experimental extra



## 4.5 Técnicas e instrumentos

### 4.5.1 Técnicas

Por el diseño de investigación experimental, se prefirió el uso de pruebas estandarizadas y propias de la ingeniería de suelos.

Las pruebas consistieron en el estudio de manipulación de variables independientes para obtener sus efectos sobre la variable dependiente. Por lo que todos los datos observados se deben plasmar en formatos de recolección de información, en el estudio sobre la influencia de la ceniza de bagazo de caña en el deterioro del afirmado. Borja S. (2016) “En la técnica de observación visualizamos los hechos o fenómenos de la realidad de los ensayos de laboratorio”. (p.33)

## 4.5.2 Instrumentos

Los instrumentos empleados en la presente investigación fueron las fichas de laboratorio y formatos de trabajo de campo, los cuales permitieron recolectar los datos obtenidos de los ensayos ejecutados según normativas nacionales e internacionales, facilitándonos la elaboración de conclusiones a partir de las hipótesis planteadas.

### 4.5.2.1 Validación de los instrumentos para la recolección de datos

Los ensayos realizados en laboratorio e ínsito y los instrumentos usados en los mismos, utilizaron fichas y formatos en base a la normativa nacional e internacional (estandarizados validados nacional e internacionalmente), lo cual se detalla en la tabla 5.

### 4.5.2.2 Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos

Los ensayos realizados en laboratorio e ínsito, utilizaron fichas y formatos en base a la normativa nacional e internacional, lo cual se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla 5**

*Ensayos realizados y normativas*

<b>Ensayos realizados</b>	<b>Normas vigentes</b>
En laboratorio: Contenido de Humedad, granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado, CBR.	Nacional: NTP 339.127, MTC E 108/NTP 339.128, MTC E 107/NTP 339.129, MTC E 110-111/NTP 339.141, MTC E 115/NTP 339.145, MTC E 132. Internacional: ASTM D-2216/ASTM D 422/ASTM D 4318-84/ASTM D-1557/ASTM D 1883-07.
Ínsito: Rugosidad (IRI)	Internacional: INV E 790-07/AASHTO PP 37-04/TRRL/ Manual del usuario MERLINER

#### 4.6 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

De acuerdo al diseño de la investigación se analizó en dos grupos, grupo experimental y grupo de control.

En el grupo experimental se adicionó ceniza de bagazo de caña en el material de afirmado y el grupo de control se consideró solo con afirmado de cantera. Ambos grupos fueron elaborados y analizados en la zona del mismo proyecto. Camino vecinal: Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao.

Para la elaboración de las muestras del grupo experimental se siguió el siguiente procedimiento;

- 1.- Se colocó y extendió el material de afirmado con la motoniveladora sobre la capa subyacente (subrasante).
- 2.- Se trazó secciones sobre la subrasante y el afirmado extendido anteriormente con la motoniveladora con yeso en polvo de  $4.725 \times 4.3 \text{ m}^2$  desde la Prg. 0+015.00 hasta la Prg. 0+040.80 equivalente a una distancia longitudinal de 25.8 m. En cada sección se esparció dos costales de ceniza de bagazo de caña de 32.64 kg cada uno, con el fin de colocar la proporción equivalente al 1 % del peso del afirmado en los 25.8 m de longitud considerando una  $MDS=2142 \text{ kg/m}^3$  al 95%.
- 3.- Se mezcló el material de afirmado con la ceniza de bagazo de caña y extendió en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor exigido (0.15m) con la motoniveladora.
- 4.- Se compactó longitudinalmente el material con el rodillo hasta lograr la densidad especificada, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio del ancho del rodillo compactador.

Al complementar el marco teórico y antecedentes durante el desarrollo de la investigación, habiendo encontrado que la CBCA tiene un comportamiento puzolánico y este comportamiento se activa con presencia de cal, se decidió optar por un grupo

experimental extra de la Prog. 0+076.60 hasta la Prog. 0+102.40 siguiendo el mismo procedimiento descrito del numeral 1.- al numeral 4.- con la salvedad que en lo descrito en el numeral 2.- se añadió una bolsa de cal de 32.64 kg equivalente al 0.5 % del peso del afirmado en los 25.8 m de longitud.

Para el análisis de las propiedades físico-mecánicas (indicadores de la variable independiente mencionadas en el cuadro de operacionalización de las variables) se llevó muestras del material de afirmado para ser analizadas en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Hermilio Valdizan.

La medición de los indicadores de la variable dependiente IRI se hizo en la misma carretera donde se realizó el proyecto. Camino vecinal: Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao, de la siguiente manera;

1.- Se midió el IRI con el instrumento que se indica en el cuadro de operacionalización de las variables (Rugosímetro de Merlín) en los 25.80 metros de largo de la muestra experimental y la muestra de control en un lapso de tiempo con intervalo de un mes, se realizó 6 mediciones.

Se procesó la información de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio e ínsito a través de hojas de cálculo, para su respectivo análisis de los indicadores determinados.

#### **4.7 Aspectos éticos**

En el desarrollo de este estudio no se presenta ningún conflicto ético.



## CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Análisis descriptivo de las propiedades físico-mecánicas de la capa de afirmado.

#### 5.1.1 Contenido de Humedad

**Tabla 6**

*Resultados del contenido de Humedad sin ceniza de bagazo de caña.*

N° ensayos	M- 01	M- 02	M- 03	M- 04
Peso húmedo (g)	172.4	187.0	171.5	169.4
Peso seco (g)	167.4	182.1	166.2	163.9
Peso del agua (g)	5.0	4.9	5.3	5.5
Contenido de humedad (%)	2.99 %	2.69 %	3.19 %	3.36 %

Nota: Esta tabla muestra los cálculos para la determinación del contenido de humedad del afirmado natural.

- Determinación de la media aritmética: Según Córdova (2003), se realizó el promedio de los cuatro contenidos de humedad con la siguiente formula.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = 3.06 \%$$

**Tabla 7**

*Resultados del contenido de Humedad con Ceniza de bagazo de caña.*

N° ensayos	M- 01	M- 02	M- 03	M- 04
Peso húmedo (g)	464.4	413.5	450.8	378.8
Peso seco (g)	447.4	402.5	436.8	369.8
Peso del agua (g)	17.0	11.0	14.0	9.0
Contenido de humedad (%)	3.80 %	2.73 %	3.21 %	2.43 %

Nota: Esta tabla muestra los cálculos para la determinación del contenido de humedad del afirmado con la adición de ceniza de bagazo de caña.

- Determinación de la media aritmética: Según Córdova (2003), se realizó el promedio de los cuatro contenidos de humedad con la siguiente formula.

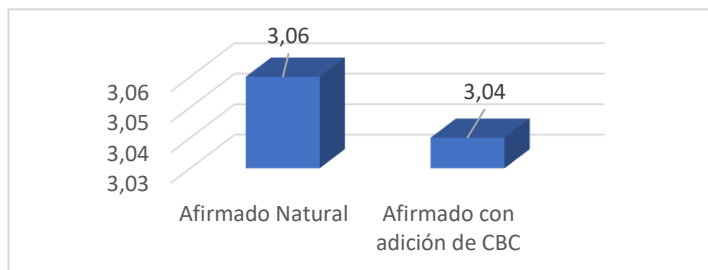
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = 3.04 \%$$

- Comparación gráfica de resultados

**Figura 5**

*Comparación de resultados en ensayo de contenido de humedad.*



Nota: La figura nos muestra la diferencia porcentual del contenido de humedad sin adición de CBCA y con adición de CBCA.

### 5.1.2 Granulometría

**Tabla 8**

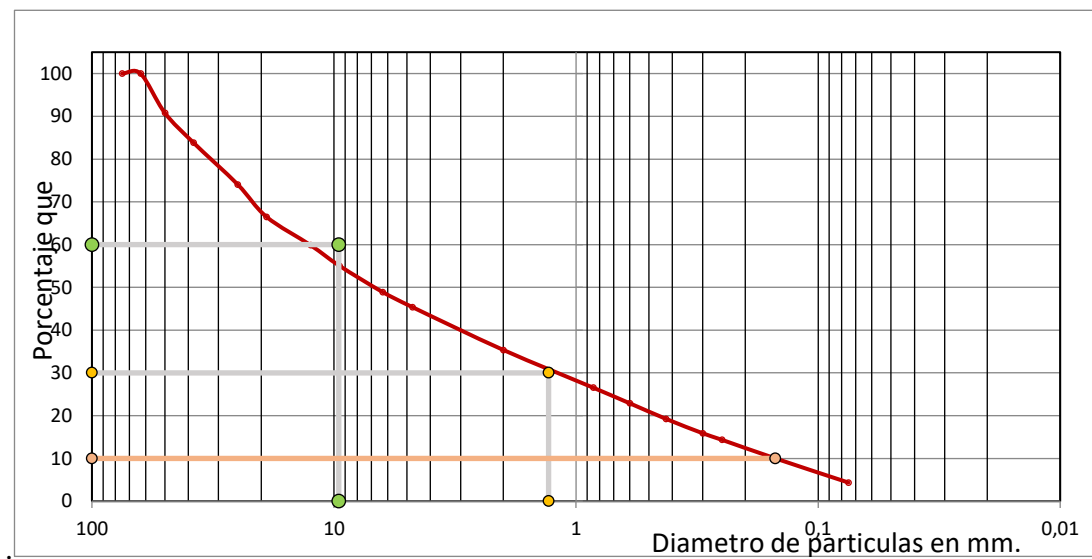
*Ensayo de granulometría del afirmado natural sin adición de ceniza de bagazo de caña.*

GRANULOMÉTRIA					
Cribas		Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
Pulg.	mm	(g.)			
3"	75.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %
2.1/2"	63.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %
2"	50.000	455.20	9.18 %	9.18 %	90.82 %
1.1/2"	38.100	345.10	6.96 %	16.14 %	83.86 %
1"	25.000	485.30	9.79 %	25.93 %	74.07 %
3/4"	19.000	375.40	7.57 %	33.50 %	66.50 %
1/2"	12.500	328.20	6.62 %	40.12 %	59.88 %
3/8"	9.500	239.10	4.82 %	44.94 %	55.06 %
1/4"	6.300	304.40	6.14 %	51.08 %	48.92 %
# 04	4.750	174.40	3.52 %	54.60 %	45.40 %
# 10	2.000	496.50	10.01 %	64.62 %	35.38 %
# 20	0.850	437.70	8.83 %	73.44 %	26.56 %
# 30	0.600	181.50	3.66 %	77.11 %	22.89 %
# 40	0.425	180.70	3.64 %	80.75 %	19.25 %
# 50	0.300	166.50	3.36 %	84.11 %	15.89 %
# 60	0.250	75.60	1.52 %	85.63 %	14.37 %
# 100	0.150	216.60	4.37 %	90.00 %	10.00 %
# 200	0.075	279.40	5.64 %	95.64 %	4.36 %
Cazoleta:		216.30	4.36 %	100.00 %	0.00 %
TOTAL:		4957.90	100.00		

Nota: La tabla muestra las retenciones y pasantes de material del suelo en una serie de tamices de 3" a la #200, los cálculos mostrados en la tabla sirvieron para graficar la curva de granulometría.

### Figura 6

*Distribución Granulométrica Acumulativa afirmado natural sin adición de ceniza de bagazo de caña*



Nota: La figura nos muestra una clasificación del suelo de afirmado según SUCS, como una grava bien graduada y según AASHTO, fragmentos de roca, grava y arena.

**Tabla 9**

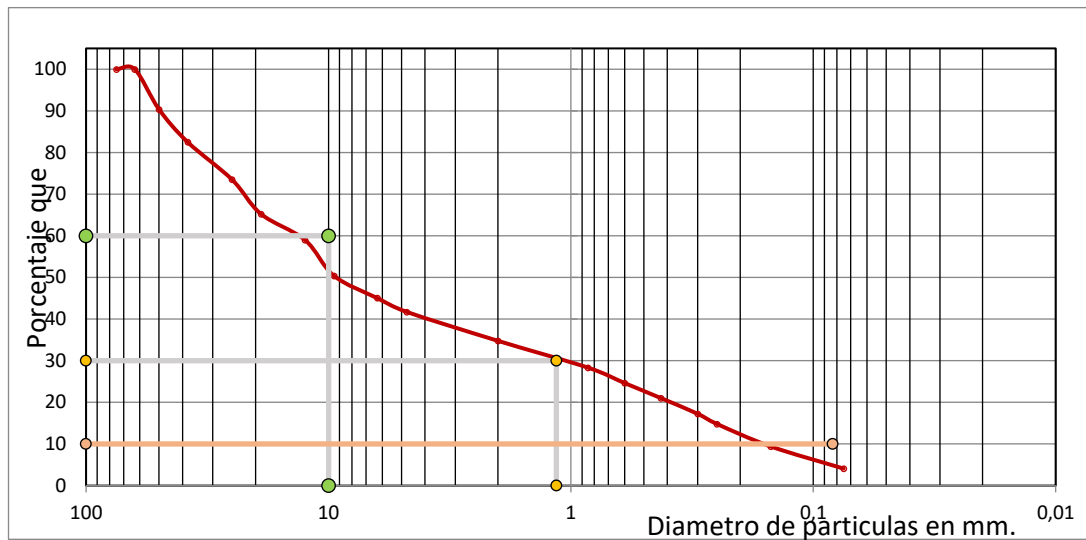
*Ensayo de granulometría del afirmado con adición de ceniza de bagazo de caña.*

GRANULOMETRÍA					
Cribas		Peso	% retenido	% retenido	% pasante
		retenido		acumulado	acumulado
Pulg.	mm	(g.)			
3"	75.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %
2.1/2"	63.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %
2"	50.000	536.50	9.65 %	9.65 %	90.35 %
1.1/2"	38.100	436.50	7.85 %	17.50 %	82.50 %
1"	25.000	500.60	9.00 %	26.50 %	73.50 %
3/4"	19.000	458.70	8.25 %	34.76 %	65.24 %
1/2"	12.500	347.00	6.24 %	41.00 %	59.00 %
3/8"	9.500	478.60	8.61 %	49.60 %	50.40 %
1/4"	6.300	297.60	5.35 %	54.96 %	45.04 %
# 04	4.750	185.60	3.34 %	58.30 %	41.70 %
# 10	2.000	385.60	6.94 %	65.23 %	34.77 %
# 20	0.850	357.80	6.44 %	71.67 %	28.33 %
# 30	0.600	206.50	3.71 %	75.38 %	24.62 %
# 40	0.425	200.80	3.61 %	78.99 %	21.01 %
# 50	0.300	209.00	3.76 %	82.75 %	17.25 %
# 60	0.250	135.00	2.43 %	85.18 %	14.82 %
# 100	0.150	300.80	5.41 %	90.59 %	9.41 %
# 200	0.075	295.80	5.32 %	95.91 %	4.09 %
Cazoleta:		227.35	4.09 %	100.00 %	0.00 %
TOTAL:		5559.75	100.00		

Nota: La tabla muestra las retenciones y pasantes de material del suelo con adición de ceniza de bagazo de caña en una serie de tamices de 3" a la #200, los cálculos mostrados en la tabla sirvieron para graficar la curva de granulometría.

**Figura 7**

*Distribución Granulométrica Acumulativa afirmado con adición de ceniza de bagazo de caña.*



Nota: La figura nos muestra que al añadir ceniza de bagazo de caña el tipo de suelo no cambia, debido a que el porcentaje añadido de CBCA, es mínima.

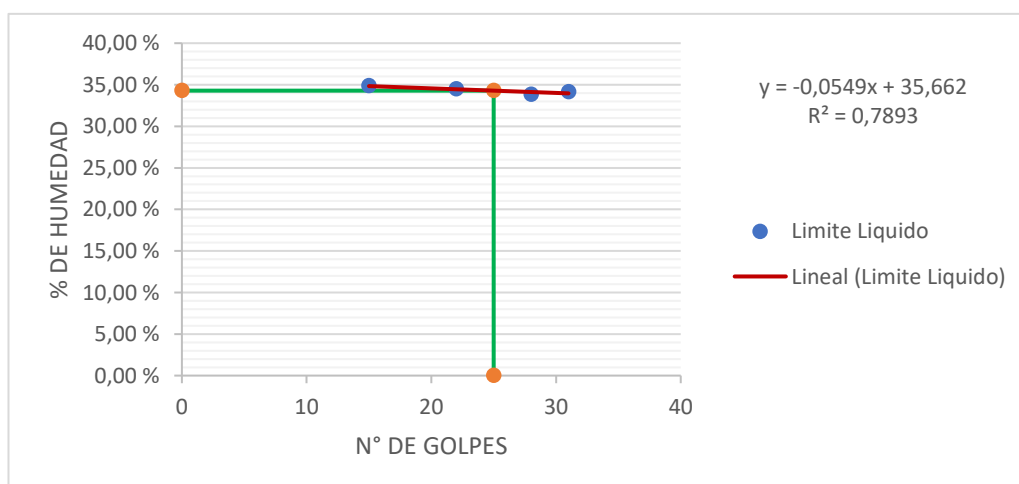
### 5.1.3 Límites de consistencia

Los límites son útiles para cuantificar la conducta del suelo para afirmado, se relaciona la dosis de agua contenida en el material y la facultad de absorción.

**Tabla 10***Ensayos de límite de consistencia suelo de afirmado natural*

Ensayo de Plasticidad	Limite Líquido				Limite Plástico			
	15	22	28	31	M-01	M-02	M-03	M-04
Numero de golpes	15	22	28	31	M-01	M-02	M-03	M-04
Peso muestra humedad + tara:	27.113	25.899	24.708	25.170	1.715	2.280	2.470	2.306
Peso muestra seca + tara:	21.997	21.205	20.248	20.540	1.610	2.074	2.191	2.079
Peso de tara:	7.323	7.600	7.072	6.988	1.215	1.233	1.189	1.214
Peso contenido de agua:	5.116	4.694	4.460	4.630	0.105	0.206	0.279	0.227
Peso suelos seco:	14.674	13.605	13.176	13.552	0.395	0.841	1.002	0.865
% de humedad:	34.86 %	34.50 %	33.85 %	34.16 %	26.58 %	24.49 %	27.84 %	26.24 %

Nota: La tabla nos muestra los cálculos de porcentaje de humedad en los ensayos de limite líquido y limite plástico, indicando LL esta entre el porcentaje de 33.85% al 34.86% y el LP entre 24.49% al 27.84%.

**Figura 8***Límite liquido suelo de afirmado natural*

Nota: La figura muestra los puntos obtenidos en los ensayos de laboratorio, para la generación de la ecuación de recta, determinando de esta manera el contenido de humedad óptimo a los 25 golpes.

**Tabla 11**

*Cálculo de Límites líquido, plástico e índice de plasticidad.*

Límite Líquido (LL):	34.29 %
Límite Plástico (LP):	26.30 %
Índice Plasticidad (IP):	7.99 %

Nota: La tabla nos muestra el cálculo porcentual de límite líquido óptimo a los 25 golpes, promedio de límite plástico e índice de plasticidad, dato que señala el tamaño distante entre los límites donde el suelo poseerá su solidez plástica, alcanzando un término medio de 7.99%.

**Tabla 12**

*Ensayos de límite de consistencia suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado.*

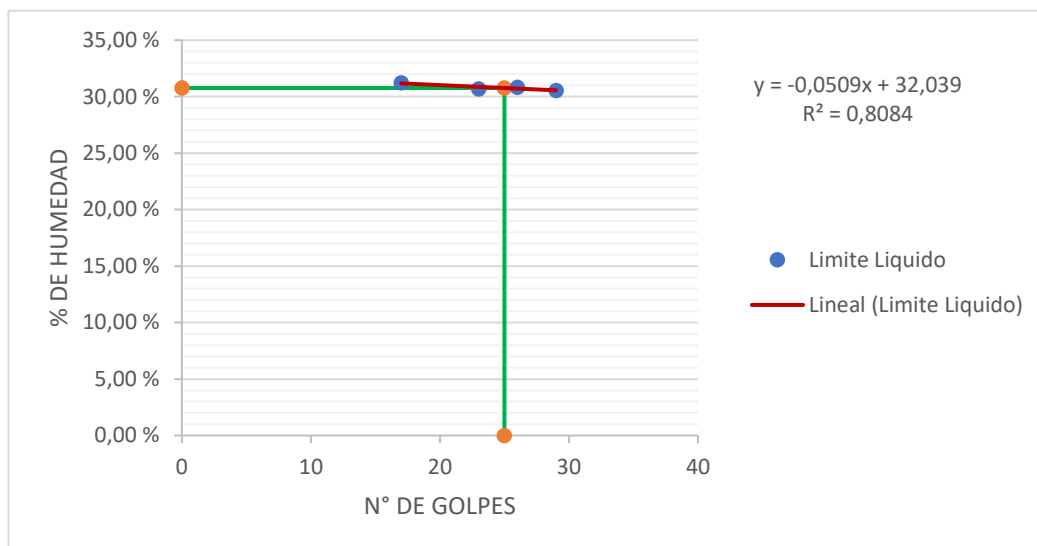
Ensayo de Plasticidad	Límite Líquido				Límite Plástico			
	17	23	26	29	M-01	M-02	M-03	M-04
Numero de golpes	17	23	26	29	M-01	M-02	M-03	M-04
Peso muestra humedad + tara:	28.200	31.900	26.200	30.600	2.507	2.035	3.940	3.991
Peso muestra seca + tara:	23.274	26.146	21.651	25.217	2.245	1.872	3.415	3.463
Peso de tara:	7.500	7.400	6.900	7.600	1.195	1.212	1.206	1.208
Peso contenido de agua:	4.926	5.754	4.549	5.383	0.262	0.163	0.525	0.528
Peso suelos secos:	15.774	18.746	14.751	17.617	1.050	0.660	2.209	2.255
% de humedad:	31.23 %	30.69 %	30.84 %	30.56 %	24.95 %	24.70 %	23.77 %	23.41 %

Nota: La tabla nos muestra los cálculos de porcentaje de humedad en los ensayos de límite líquido y límite plástico, indicando LL esta entre el porcentaje de 30.56% al 31.23% y el LP entre 23.41% al 24.95%.



**Figura 9**

*Límite líquido suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado.*



Nota: La figura muestra los puntos obtenidos en los ensayos de laboratorio, para la generación de la ecuación de recta, determinando de esta manera el contenido de humedad óptimo a los 25 golpes.

**Tabla 13**

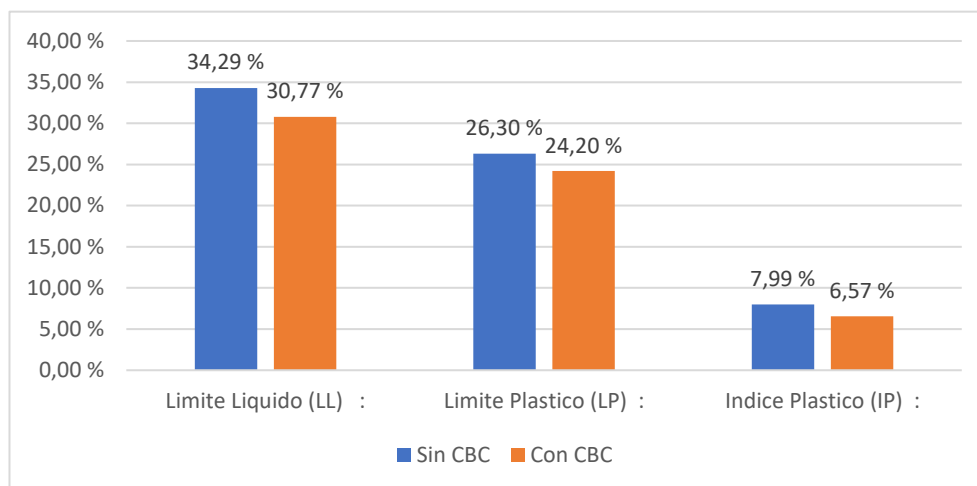
*Cálculo de Límites líquido, plástico e índice de plasticidad con adición de ceniza de bagazo de caña.*

Límite Líquido (LL):	30.77 %
Límite Plástico (LP):	24.20 %
Índice Plasticidad (IP):	6.57 %

Nota: La tabla nos muestra el cálculo porcentual de límite líquido óptimo a los 25 golpes, promedio de límite plástico e índice de plasticidad con la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar, alcanzando un término medio de 6.57%.

**Figura 10**

*Comparación de Límites líquido, plástico e índice de plasticidad sin y con la adición de ceniza de bagazo de caña.*



Nota: La figura muestra la diferencia porcentual de los valores de LL, LP e IP, sin y con la adición de ceniza de bagazo de caña.

#### 5.1.4 Proctor Modificado

**Tabla 14**

*Ensayo de compactación - Proctor modificado para CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 suelo natural para afirmado.*

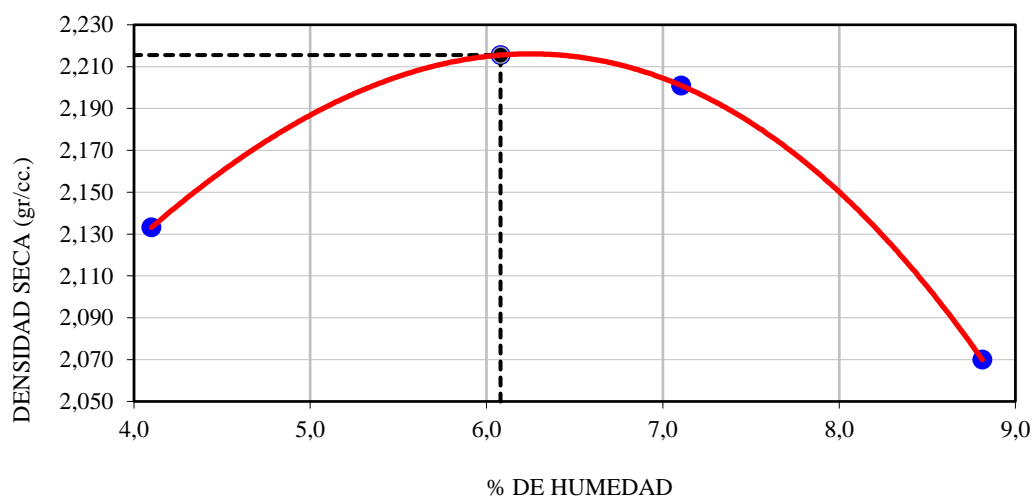
Numero de Ensayos		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,678	11,095	11,110	10,745
Peso Suelo Húmedo	gr.	4,674	4,947	4,962	4,741
Compactado					
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	2.221	2.350	2.357	2.252
Recipiente Numero		1	2	3	4
Peso de la Tara	gr.	68.6	56.7	54.3	64.2
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	401.3	595.9	582.0	465.5
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	388.2	565.0	547.0	433.0
Peso del agua	gr.	13.1	30.9	35.0	32.5
Peso del suelo seco	gr.	320	508	493	369
Contenido de agua	%	4.1	6.1	7.1	8.8

Densidad Seca	gr/cc	2.133	2.216	2.201	2.070
<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>2.216</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup>.</b>	<b>Contenido Humedad</b>	<b>6.1</b>	<b>%</b>
<b>Optima:</b>					

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos en laboratorio para determinar la relación Humedad-densidad seca.

### Figura 11

Figura relación Humedad – Densidad seca suelo para afirmado natural.



### Tabla 15

Ensayo de compactación - Proctor modificado para CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado.

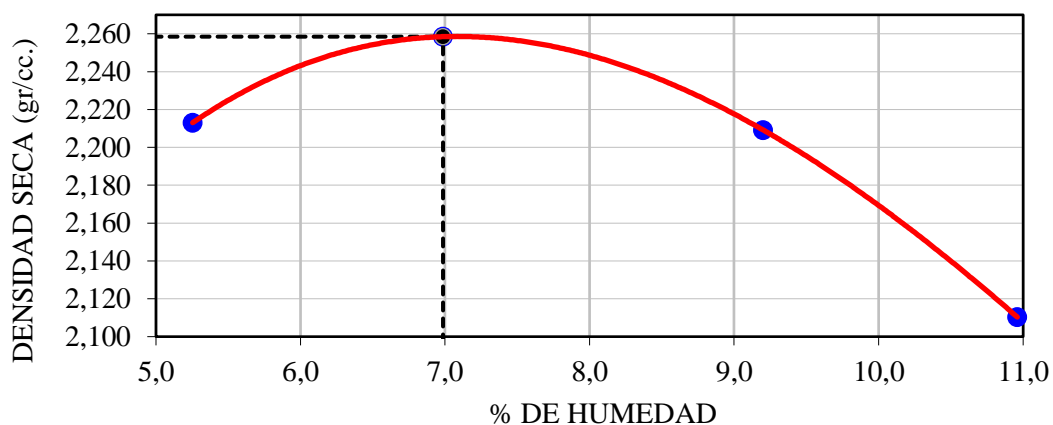
Número de ensayos		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,905	11,226	11,218	10,931
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	4,903	5,086	5,078	4,929
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	2.329	2.416	2.412	2.342
Recipiente Numero		1	2	3	4
Peso de la Tara	gr.	69.6	69.2	64.2	70.7
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	672.6	674.1	512.8	770.3
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	642.5	634.6	475.0	701.2
Peso del agua	gr.	30.1	39.5	37.8	69.1
Peso del suelo seco	gr.	573	565	411	631
Contenido de agua	%	5.3	7.0	9.2	11.0

Densidad Seca	gr/cc	2.213	2.258	2.209	2.110
<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>2.258</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup>.</b>	<b>Contenido Humedad</b>	<b>7.0%</b>	
			<b>Optima:</b>		

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos en laboratorio para determinar la relación Humedad-densidad seca con adición de ceniza de bagazo de caña.

### Figura 12

Figura relación Humedad – Densidad seca suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado



Comparación densidades máximas secas y contenido de humedad óptima.

### Tabla 16

Comparación densidades máximas secas y contenido de humedad óptima

	Densidad máxima seca	Contenido de humedad óptima
CBR P/ afirmado sin ceniza de bagazo de caña	2.216 gr/cm <sup>3</sup>	6.1%
CBR P/ afirmado con ceniza de bagazo de caña	2.258 gr/cm <sup>3</sup>	7.0%
Diferencia	0.042 gr/cm <sup>3</sup>	0.9%

Nota: La tabla nos muestra la diferencia en densidad máxima seca y contenido de humedad óptima en el afirmado con y sin la adición de ceniza de bagazo de caña.

**Tabla 17**

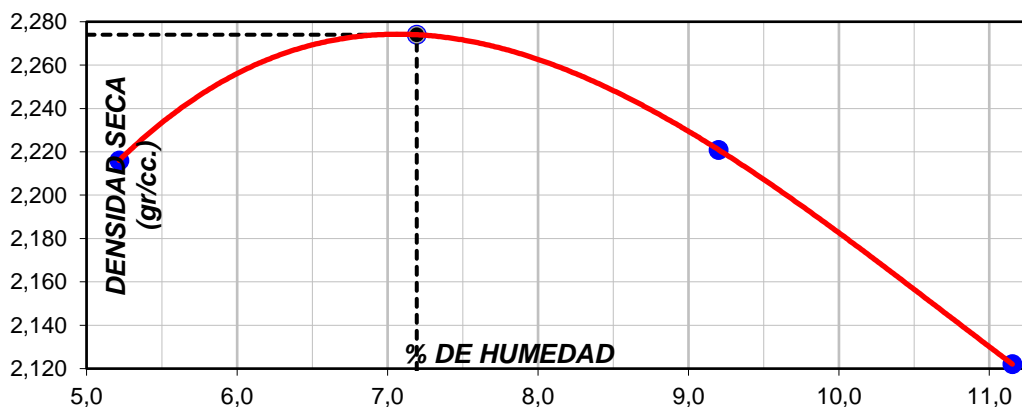
*Ensayo de compactación - Proctor modificado para CBR ASTM D1557 / ASTM D1883 suelo con adición de ceniza de bagazo de caña y cal para afirmado*

Numero de ensayos		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,910	11,271	11,245	10,967
Peso Suelo Húmedo	gr.	4,908	5,131	5,105	4,965
Compactado					
Peso Volumétrico húmedo	gr.	2.332	2.438	2.425	2.359
Recipiente Numero		1	2	3	4
Peso de la Tara	gr.	69.6	69.2	64.2	70.7
Peso Suelo húmedo + Tara	gr.	672.6	674.1	512.8	770.3
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	642.7	633.5	475.0	700.1
Peso del agua	gr.	29.9	40.6	37.8	70.2
Peso del suelo seco	gr.	573	564	411	629
Contenido de agua	%	5.2	7.2	9.2	11.2
Densidad Seca	gr/cc	2.216	2.274	2.221	2.122
<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>2.274</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup>.</b>	<b>Contenido Humedad</b>	<b>7.2 %</b>	<b>Optima:</b>

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos en laboratorio para determinar la relación Humedad-densidad seca con adición de ceniza de bagazo de caña y cal.

**Figura 13**

*Figura relación Humedad – Densidad seca suelo con adición de ceniza de bagazo de caña y cal para afirmado.*



**Tabla 18**

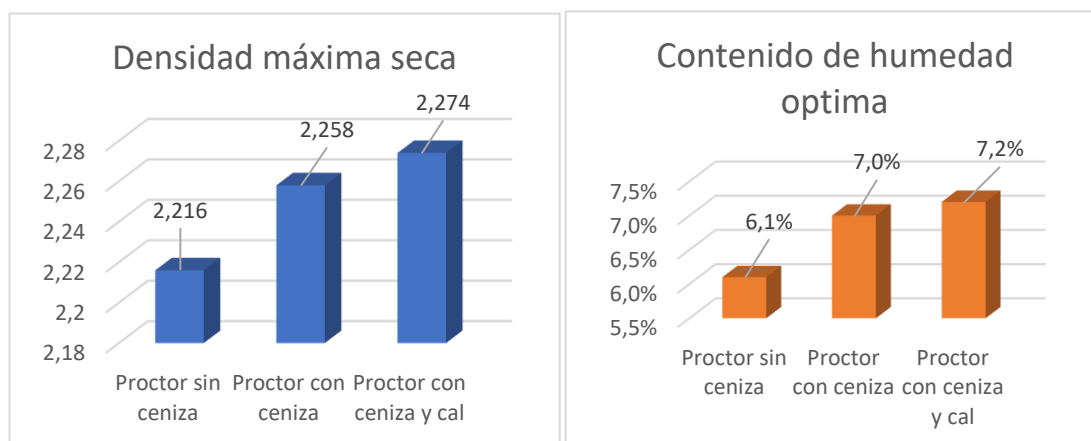
*Comparación densidades máximas secas y contenido de humedad óptima.*

	Densidad máxima seca	Contenido de humedad óptima
Afirmado sin ceniza de bagazo de caña	2.216 gr/cm <sup>3</sup>	6.1%
Afirmado con ceniza de bagazo de caña	2.258 gr/cm <sup>3</sup>	7.0%
Afirmado con ceniza de bagazo de caña y cal	2.274 gr/cm <sup>3</sup>	7.2%

Nota: La tabla nos muestra la diferencia en densidad máxima seca y contenido de humedad óptima en el afirmado con y sin la adición de ceniza de bagazo de caña.

**Figura 14**

*Comparación densidades máximas secas y contenido de humedad óptima*



Nota: Las figuras muestran la variación en los indicadores de densidad máxima seca y contenido de humedad óptima.

### 5.1.5 CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California)

**Tabla 19**

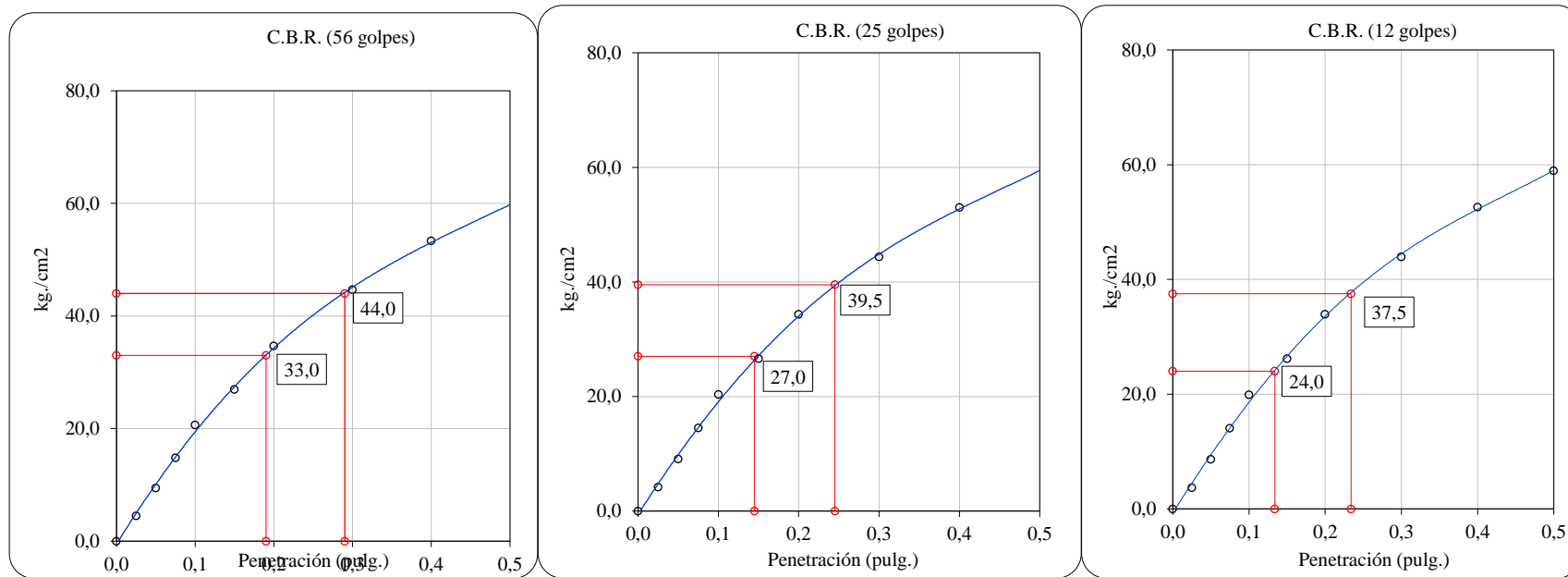
*Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 suelo natural para afirmado.*

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
<b>0.025</b>		91	4.5			84	4.2			75	3.7		
<b>0.050</b>		191	9.4			184	9.1			175	8.6		
<b>0.075</b>		299	14.8			293	14.5			283	14.0		
<b>0.100</b>	70.307	417	20.7	33.0	<b>46.9</b>	411	20.3	27.0	<b>38.4</b>	401	19.9	24.0	<b>34.1</b>
<b>0.150</b>		544	27.0			538	26.6			528	26.2		
<b>0.200</b>	105.460	701	34.7	44.0	<b>41.7</b>	694	34.4	39.5	<b>37.5</b>	685	33.9	37.5	<b>35.6</b>
<b>0.300</b>		902	44.6			896	44.4			887	43.9		
<b>0.400</b>		1078	53.4			1071	53.0			1062	52.6		
<b>0.500</b>		1206	59.7			1199	59.4			1190	58.9		

Nota: La tabla muestra los datos de penetración en el equipo CBR para determinar el índice de resistencia del suelo para afirmado.

**Figura 15**

*Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 suelo natural para afirmado.*



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 46.937 %

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 38.403 %

C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 34.136 %



**Tabla 20**

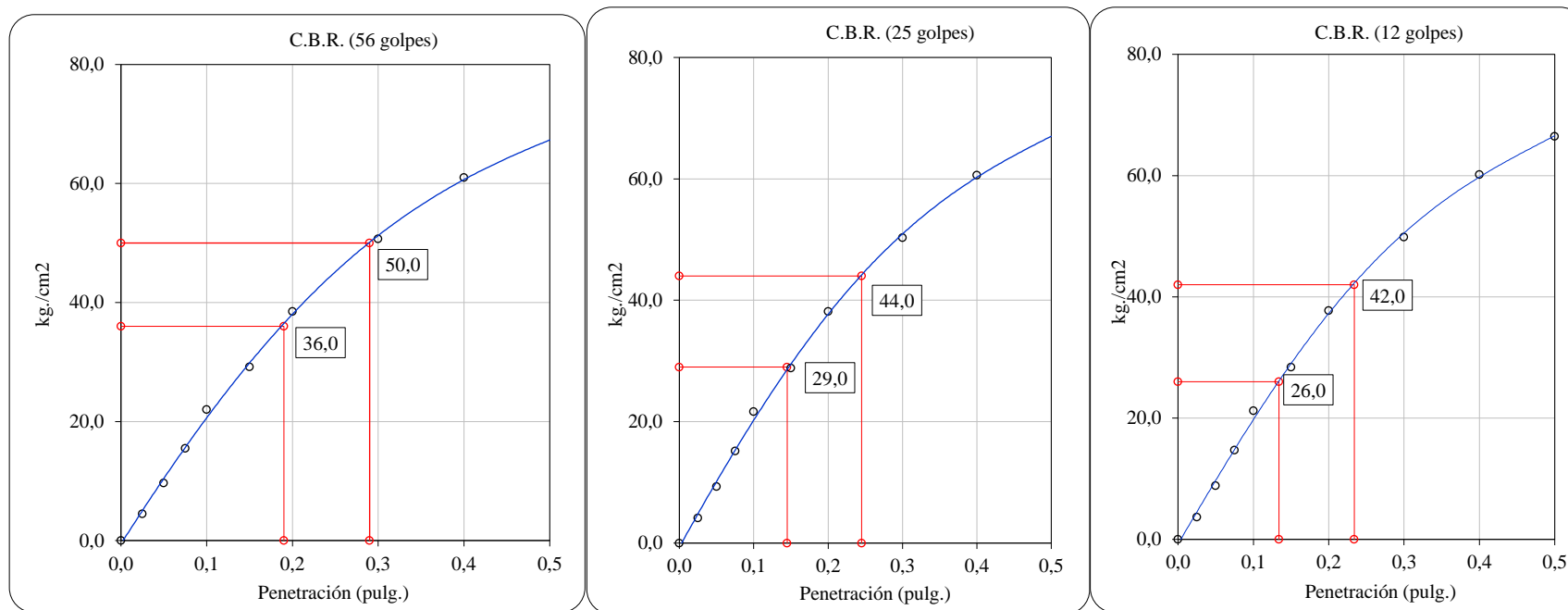
*Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado.*

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
<b>0.025</b>		90.72	4.49			83.91	4.2			74.84	3.7		
<b>0.050</b>		195.04	9.66			188.24	9.3			179.17	8.9		
<b>0.075</b>		312.98	15.50			306.17	15.2			297.10	14.7		
<b>0.100</b>	70.307	444.52	22.01	36.0	<b>51.20</b>	437.72	21.7	29.0	<b>41.20</b>	428.64	21.2	26.0	<b>37.00</b>
<b>0.150</b>		589.67	29.20			582.87	28.9			573.79	28.4		
<b>0.200</b>	105.460	777.91	38.52	50.0	<b>47.40</b>	771.11	38.2	44.0	<b>41.70</b>	762.03	37.7	42.0	<b>39.80</b>
<b>0.300</b>		1024.2	50.71			1016.05	50.3			1006.97	49.9		
		1											
<b>0.400</b>		1231.9	61.00			1224.70	60.6			1215.63	60.2		
		6											
<b>0.500</b>		1358.0	67.24			1351.70	66.9			1342.63	66.5		
		5											

Nota: La tabla muestra los datos de penetración en el equipo CBR para determinar el índice de resistencia del suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado.

**Figura 16**

*Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 suelo con adición de ceniza de bagazo de caña para afirmado.*



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 51.204 %

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 41.248 %

C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 36.981 %

**Tabla 21**

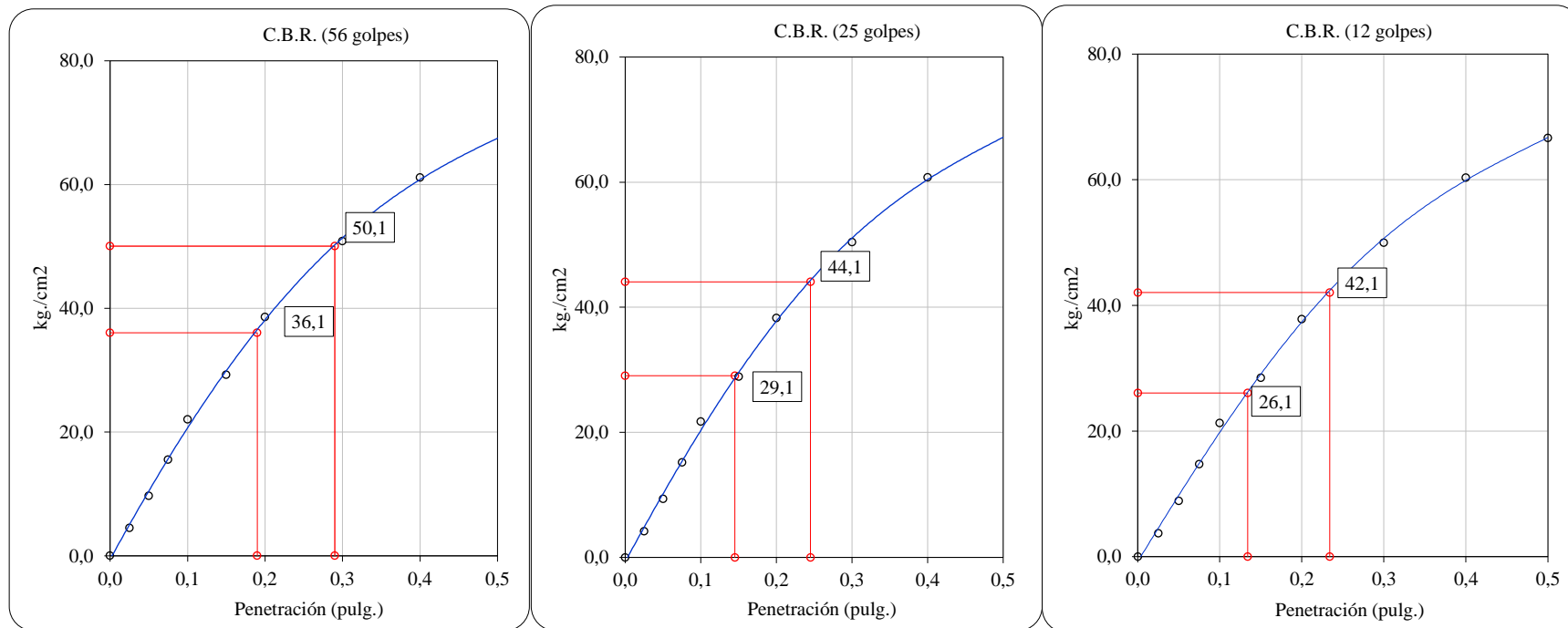
*Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 del suelo con adición de ceniza de bagazo de caña y cal para afirmado*

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
<b>0.025</b>		90.94	4.50			84.12	4.2			75.02	3.7		
<b>0.050</b>		195.51	9.68			188.69	9.3			179.60	8.9		
<b>0.075</b>		313.73	15.53			306.91	15.2			297.82	14.7		
<b>0.100</b>	70.307	445.59	22.06	36.1	<b>51.300</b>	438.77	21.7	29.1	<b>41.300</b>	429.67	21.3	26.1	<b>37.100</b>
<b>0.150</b>		591.09	29.27			584.27	28.9			575.17	28.5		
<b>0.200</b>	105.460	779.78	38.61	50.1	<b>47.500</b>	772.96	38.3	44.1	<b>41.800</b>	763.86	37.8	42.1	<b>39.900</b>
<b>0.300</b>		1026.67	50.83			1018.49	50.4			1009.39	50.0		
<b>0.400</b>		1234.91	61.14			1227.64	60.8			1218.55	60.3		
<b>0.500</b>		1361.31	67.40			1354.95	67.1			1345.86	66.6		

Nota: La tabla muestra los datos de penetración en el equipo CBR para determinar el índice de resistencia del suelo con adición de ceniza de bagazo de caña y cal para afirmado.

**Figura 17**

*Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 del suelo con adición de ceniza de bagazo de caña y cal para afirmado.*



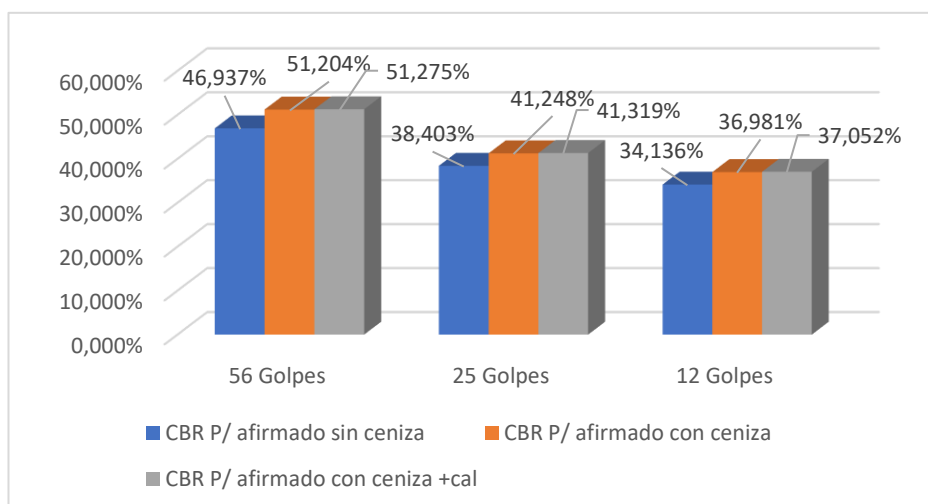
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 51.275 %

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 41.319 %

C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 37.052 %

**Tabla 22***Comparación CBR de los tres ensayos.*

N° Golpes	56 golpes	25 golpes	12 golpes
CBR P/ afirmado sin ceniza de bagazo de caña	46.937%	38.403%	34.136%
CBR P/ afirmado con ceniza de bagazo de caña	51.204%	41.248%	36.981%
CBR P/ afirmado con ceniza de bagazo de caña +cal	51.275%	41.319%	37.052%

**Figura 18***Comparación CBR de los tres ensayos en barras.*

Nota: La figura nos muestra la capacidad de soporte a distintos números de golpes.

La tabla y el gráfico nos muestra un incremento porcentual del 4.267% a la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y 4.338% a la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en 56 golpes de compactación, 2.845% y 2.916% de incremento al compactar en 25 y 12 golpes, lo que demuestra el aumento de resistencia al corte del afirmado al añadirle ceniza de bagazo de caña.

### 5.1.6 Índice de rugosidad internacional con el rugosímetro de Merlín

- Datos obtenidos con el Rugosímetro de Merlín

Para nuestro proyecto se realizó una medición mensual durante 5 meses, de tal manera podamos evaluar la variación de las rugosidades durante este periodo.

Para la determinación de los resultados y el procesamiento estadística tomaremos como ejemplo los datos obtenidos en el mes de noviembre del 2022, por lo que los cálculos de los meses posteriores, se encuentran en los anexos.

**Tabla 23**

*Ejemplo Ensayo N° 1 realizado con el rugosímetro de Merlín*

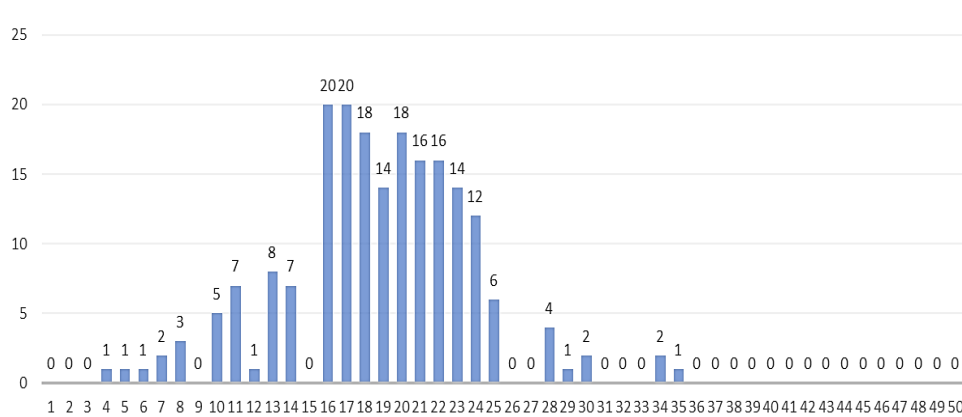
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	10	11	17	19	18	21	13	23	23	22
<b>2</b>	6	20	16	22	22	22	10	19	19	23
<b>3</b>	11	18	16	22	28	21	10	13	21	12
<b>4</b>	7	19	16	24	29	24	13	14	21	25
<b>5</b>	8	22	13	23	24	20	13	18	21	22
<b>6</b>	4	21	14	25	17	20	17	20	17	22
<b>7</b>	5	21	17	23	20	17	23	16	17	19
<b>8</b>	7	20	20	24	16	16	23	16	17	17
<b>9</b>	11	18	22	22	10	16	25	20	18	17
<b>10</b>	16	17	24	22	11	17	23	24	21	14
<b>11</b>	16	17	24	21	14	17	23	20	19	16
<b>12</b>	25	17	22	18	16	20	20	16	20	20
<b>13</b>	34	18	20	17	18	23	18	17	21	20
<b>14</b>	35	18	17	16	21	25	13	18	19	20
<b>15</b>	34	21	10	13	23	30	18	18	19	19
<b>16</b>	28	22	8	14	24	30	24	16	18	17
<b>17</b>	21	21	8	11	25	28	24	16	18	19
<b>18</b>	18	21	11	13	24	28	22	20	19	19
<b>19</b>	14	20	14	16	22	24	21	23	19	16
<b>20</b>	11	18	16	18	22	17	23	23	19	16

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+045.80 – 0+071.60.

- Elaboración de histograma de frecuencias de los datos obtenidos

**Figura 19**

*Ejemplo Ensayo N° 1- Lectura N° 1*

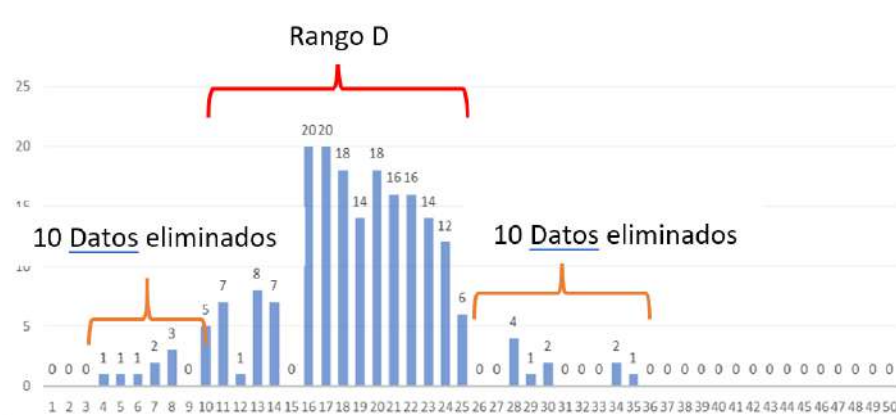


Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+045.80 – 0+071.60 (vía afirmada sin ceniza de bagazo de caña).

- Determinación del Rango D

**Figura 20**

*Rango D del Ensayo N° 1 realizado con el rugosímetro de Merlín*



Nota: La tabla nos muestra los datos a eliminar, así como los intervalos incluidos en el rango D.

De acuerdo al histograma de frecuencia, realizamos el cálculo del rango “D” tal como nos menciona Rodríguez et al., (2019) en donde en el eje “x” indicamos los intervalos de desviaciones y en el eje “y” se indica la frecuencia de los valores obtenidos con el rugosímetro de Merlín. El dato que presentó con mayor frecuencia son los valores de 16 y 17 con un total de 20 repeticiones. Asimismo, el valor con menor frecuencia son los valores de 4, 5, 6, 12, 29, 35 con 1 sola repetición.

Por otro lado, del gráfico mostrado se elimina 5% (10 datos) del extremo Derecho y 5% (10 datos) del extremo izquierdo, la eliminación de datos en el lado izquierdo se realiza del intervalo 1 hasta 9 y del intervalo 10 se eliminan 2 datos más, quedando una unidad fraccionaria igual a  $3/5 = 0.60$ ; lo mismo para el extremo derecho se elimina los intervalos 50-26. Se tiene en consecuencia un rango  $D = 0.60 + 14 + 0 = 14.6$  unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros de cada unidad por lo que

$$\text{Rango D} = 14.6 \times 5 \text{ mm} = 73\text{mm}$$

- Determinación del Rango D corregido

De acuerdo a Rodríguez et al.,(2019) para la determinación del rango D corregido se utilizara la siguientes formulas:

- Factor de corrección (F.C.)

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

Espesor de Pastilla (EP)=5mm

Lectura Inicial (LI)=25

Lectura Final (LF)=13

En donde nuestro factor de corrección es

$$F.C = 1$$

- Rango D corregido

$$\text{Rango D corregido} = \text{Rango D} \times FC \times RB$$

$$\text{Rango D} = 73 \text{ mm}$$



Factor de corrección = 1

Relación de Brazos = 1

**Por lo que el Rango D corregido es igual a 73 mm**

- Cálculo del Índice de Rugosidad (IRI)

Rodríguez et al., (2019) nos menciona que:

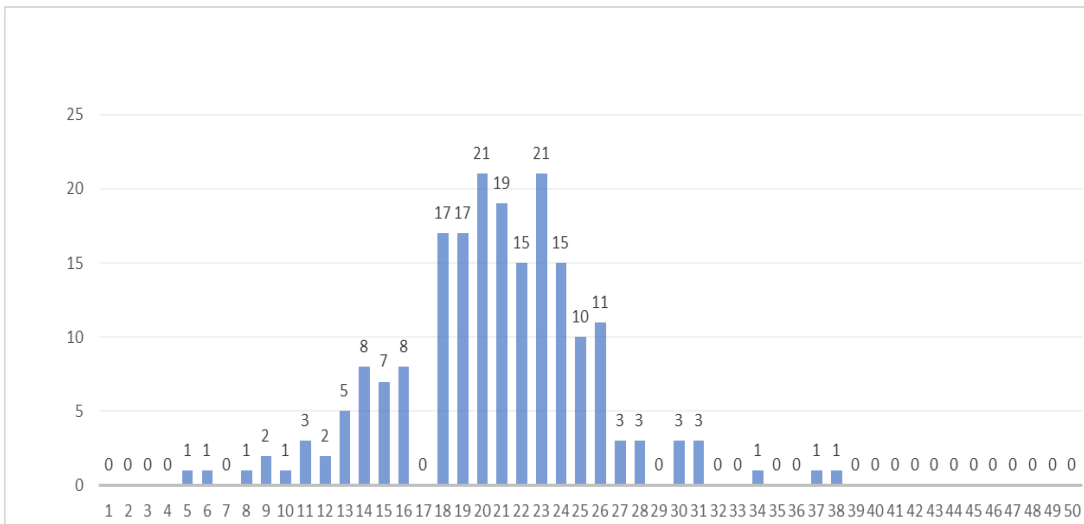
Para  $2.4 < IRI < 15.9$  entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 (D)$

**Por lo que el IRI para este tramo es de 4.03 m/km**

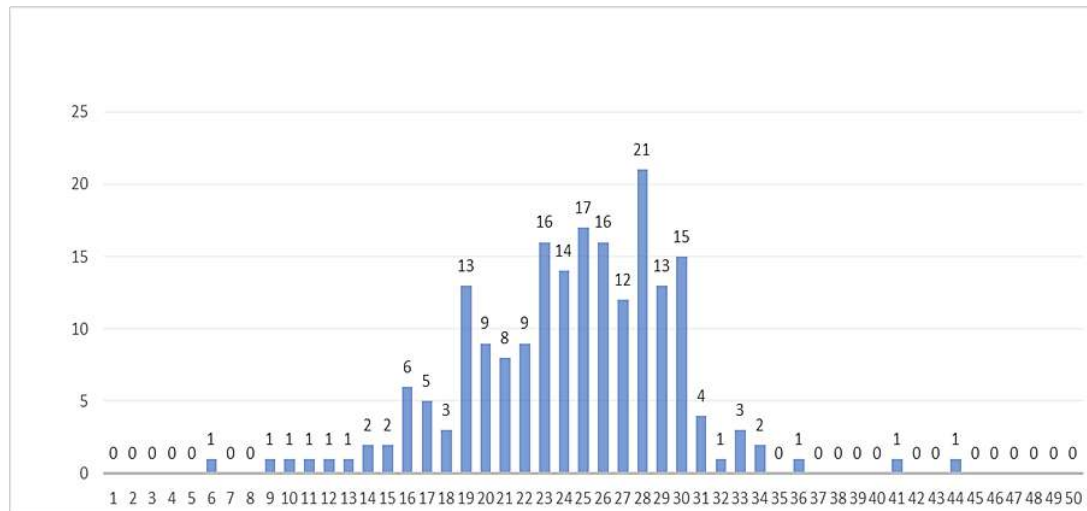
A continuación, se muestra el gráfico del diagrama de frecuencias de los ensayos realizados en la vía afirmada sin ceniza de bagazo de caña.

**Figura 21**

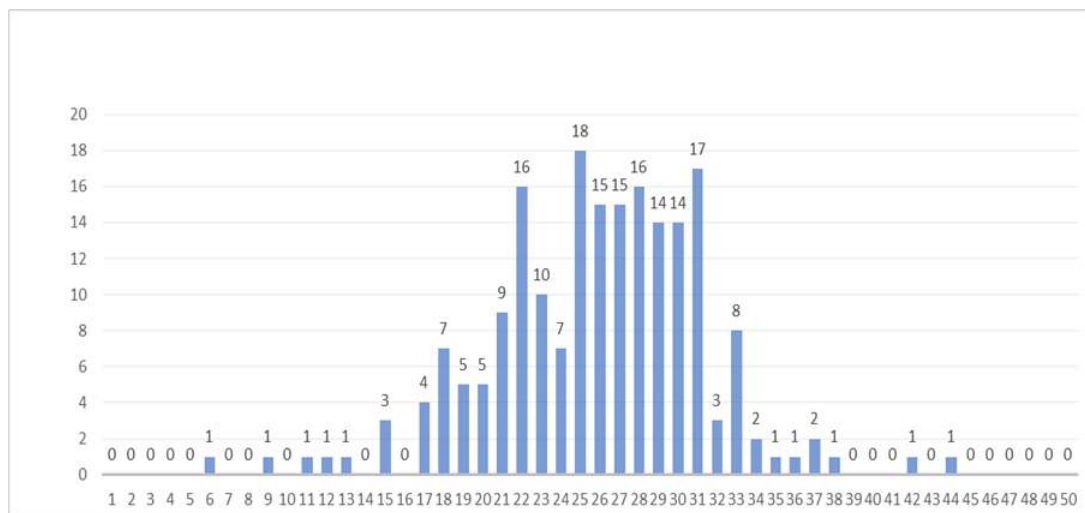
*Ensayo N° 4 Lectura N° 2*



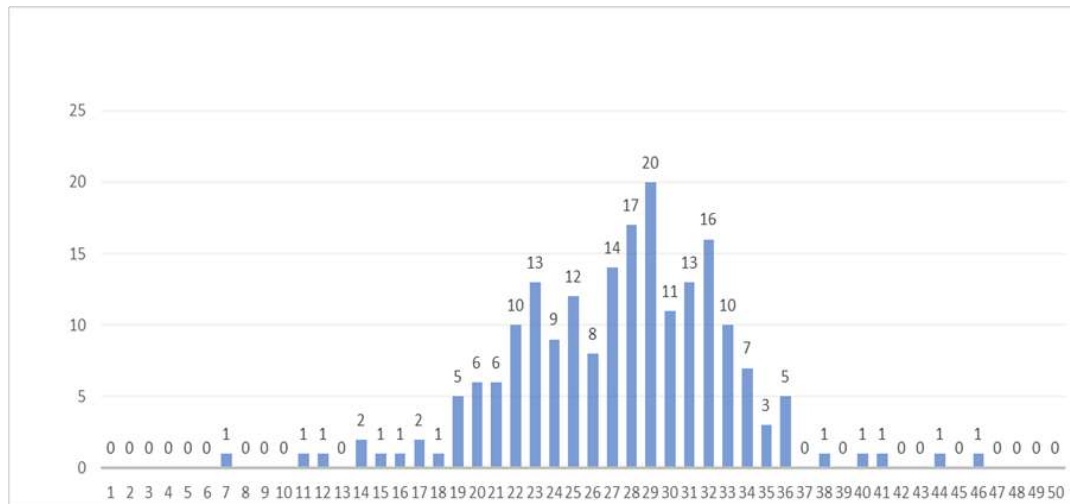
Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+045.80 – 0+071.60 (vía afirmada sin ceniza de bagazo de caña).

**Figura 22***Ensayo N° 7 Lectura N° 3*

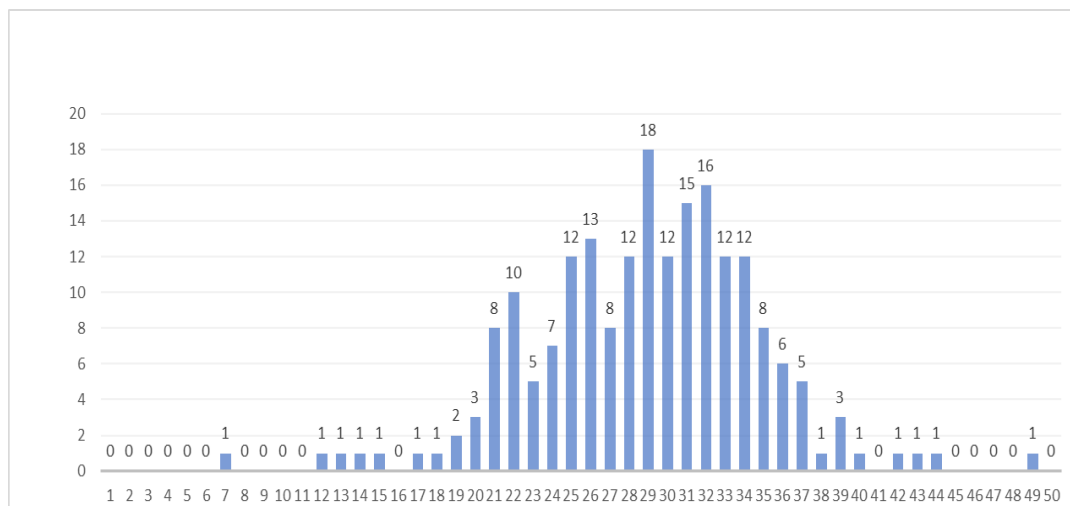
Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+045.80 – 0+071.60 (vía afirmada sin ceniza de bagazo de caña).

**Figura 23***Ensayo N° 10 Lectura N° 4.*

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+045.80 – 0+071.60 (vía afirmada sin ceniza de bagazo de caña).

**Figura 24***Ensayo N° 13 Lectura N° 5.*

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+045.80 – 0+071.60 (vía afirmada sin ceniza de bagazo de caña).

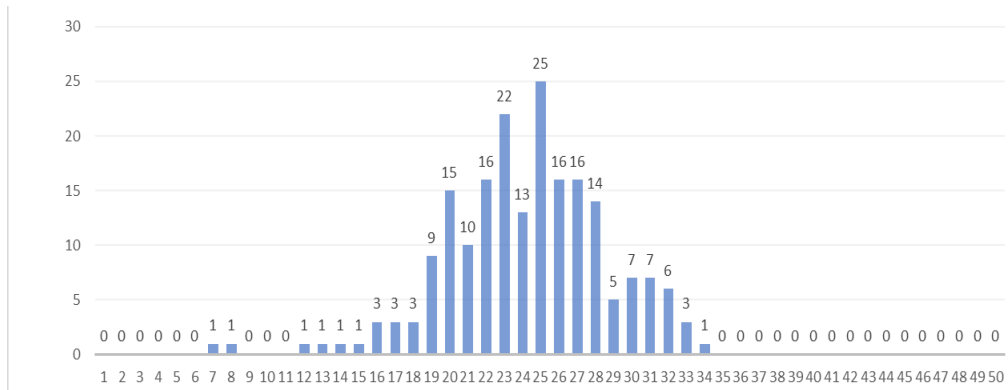
**Figura 25***Ensayo N° 16 Lectura N° 6*

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+045.80 – 0+071.60 (vía afirmada sin ceniza de bagazo de caña).

Del mismo modo, se observa el diagrama de frecuencias de los ensayos realizados en la vía afirmada con ceniza de bagazo de caña.

**Figura 26**

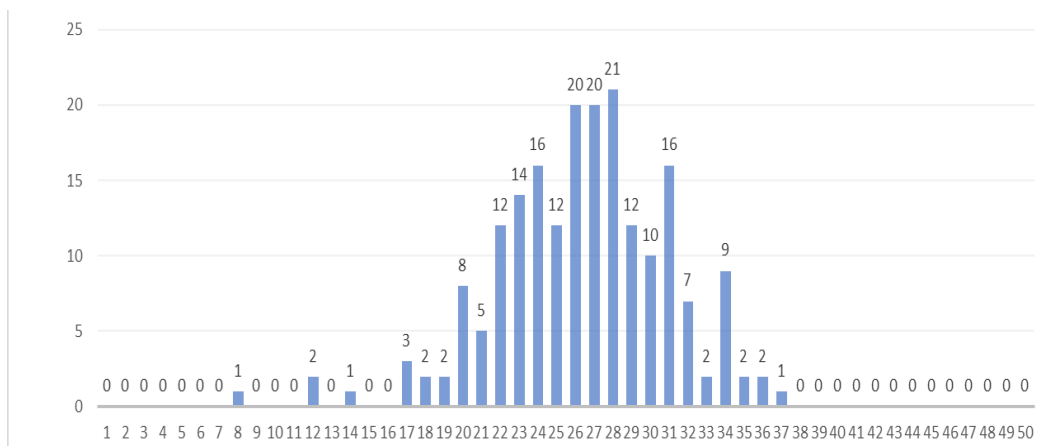
*Ensayo N° 2 Lectura N° 1.*



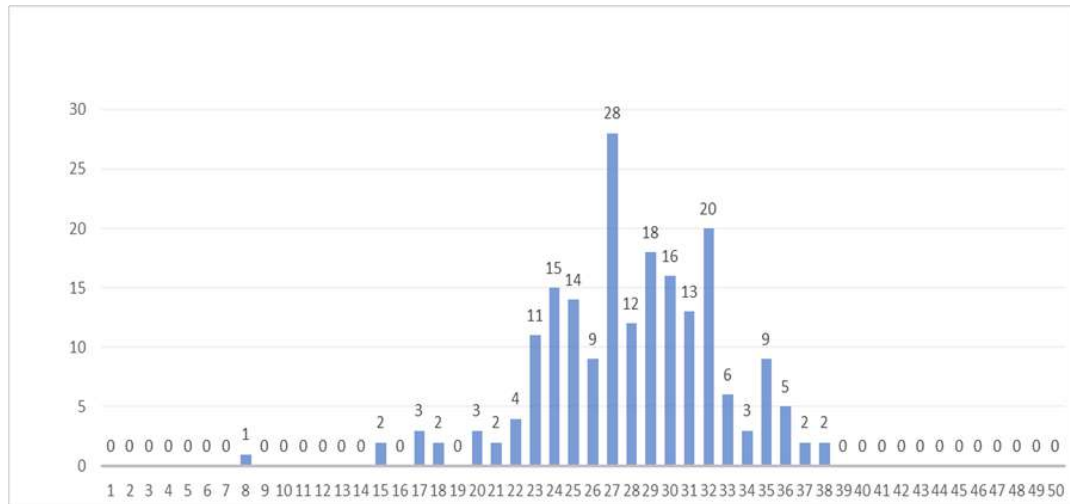
Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+015.00 – 0+040.80 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña).

**Figura 27**

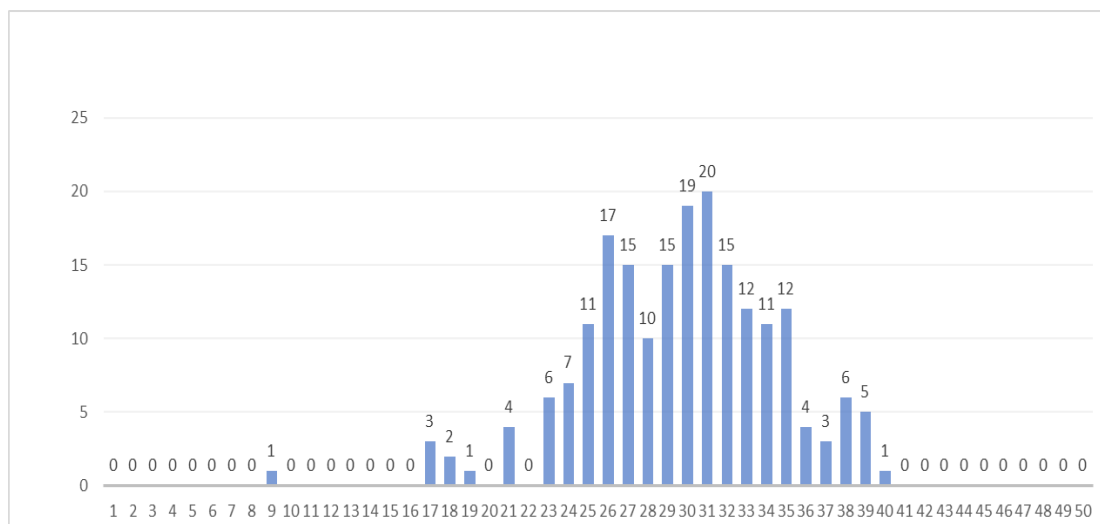
*Ensayo N° 5 Lectura N° 2*



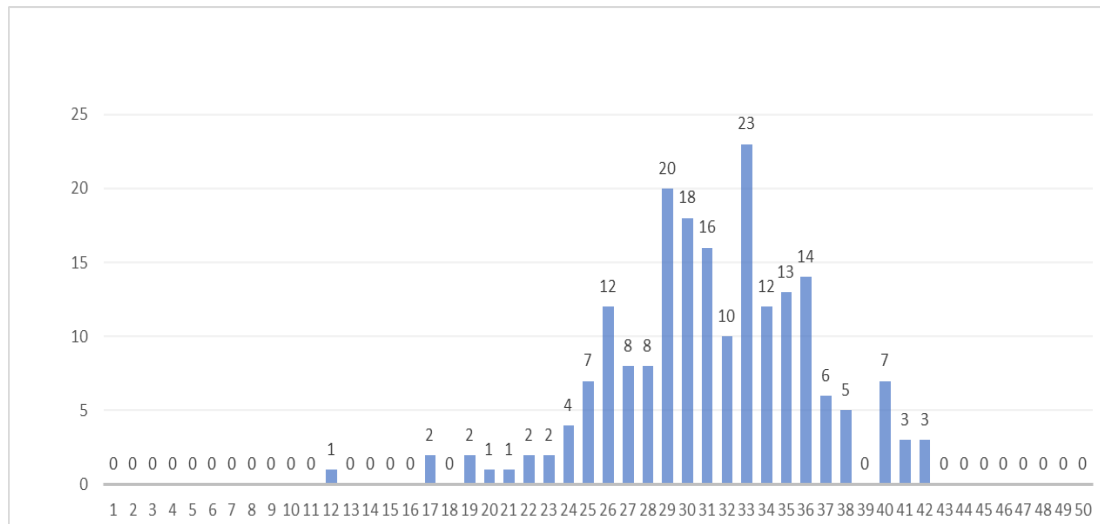
Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+015.00 – 0+040.80 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña).

**Figura 28***Ensayo N° 8 Lectura N° 3*

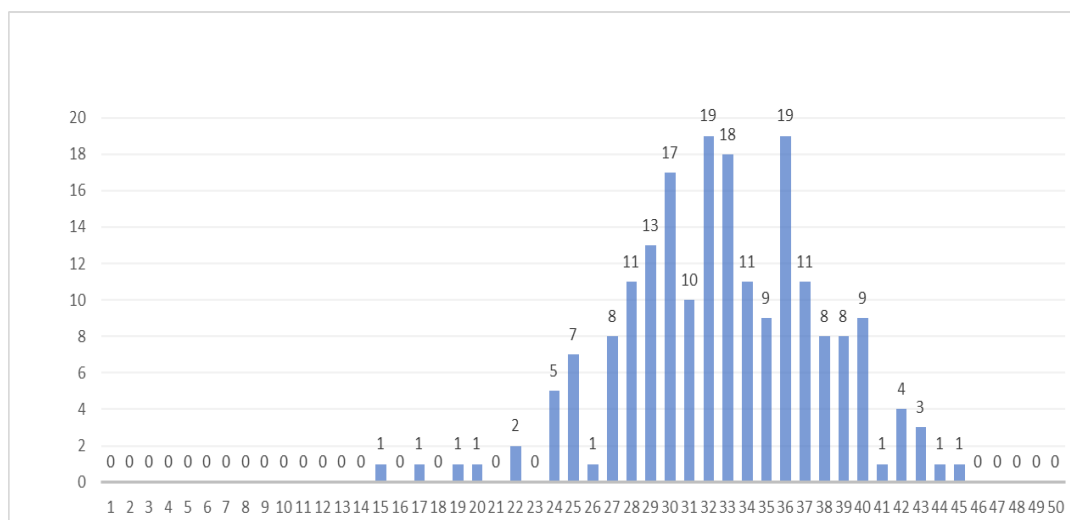
Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+015.00 – 0+040.80 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña).

**Figura 29***Ensayo N° 11 Lectura N° 4*

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+015.00 – 0+040.80 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña).

**Figura 30***Ensayo N° 14 Lectura N° 5.*

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+015.00 – 0+040.80 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña).

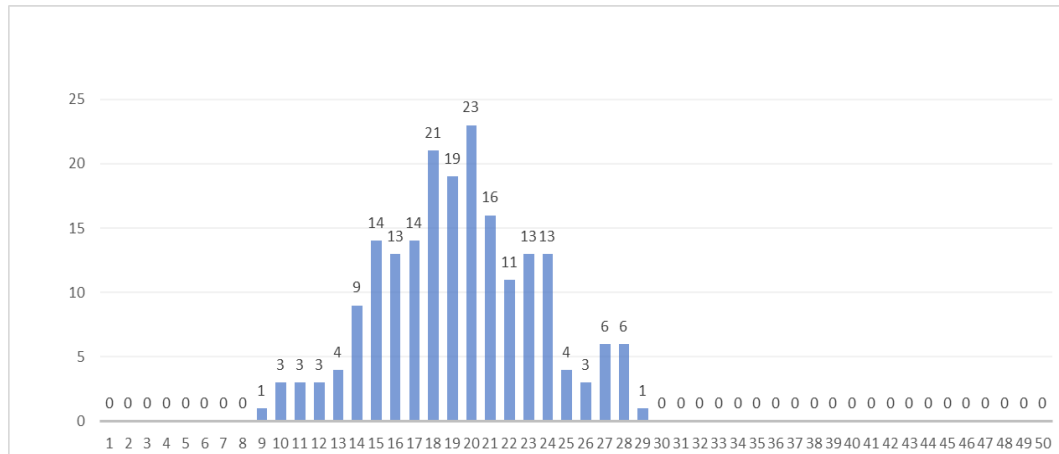
**Figura 31***Ensayo N° 17 Lectura N° 6*

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+015.00 – 0+040.80 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña).

- Del mismo modo, se observa el diagrama de frecuencias de los ensayos realizados en la vía afirmada con ceniza de bagazo de caña + cal.

### Figura 32

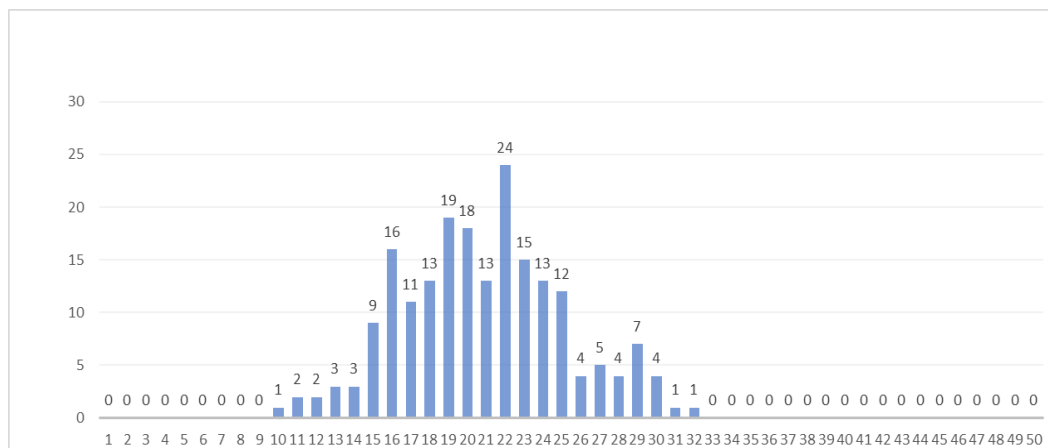
#### Ensayo N° 3 Lectura N° 1



Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+076.60 – 0+0102.40 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña+ cal.).

### Figura 33

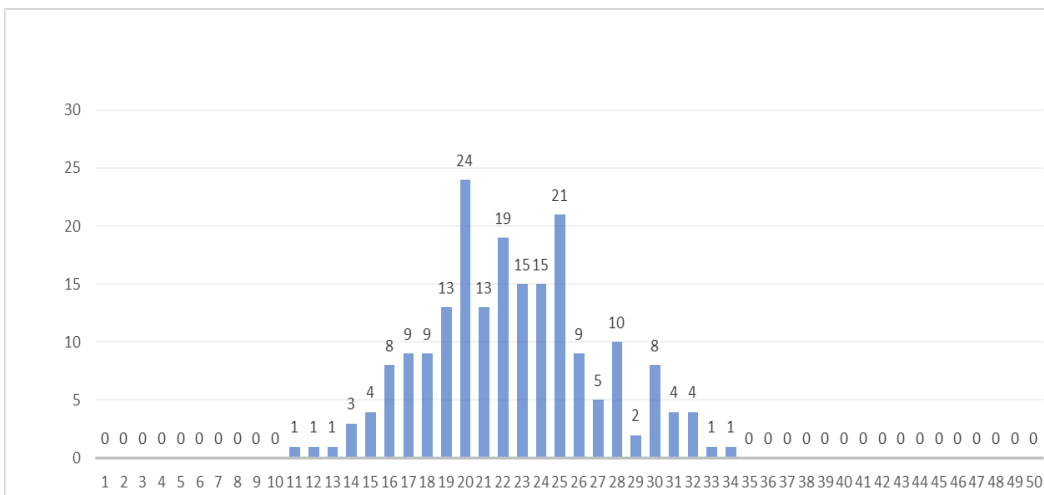
#### Ensayo N° 6 Lectura N° 2



Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+076.60 – 0+0102.40 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña +cal.).

**Figura 34**

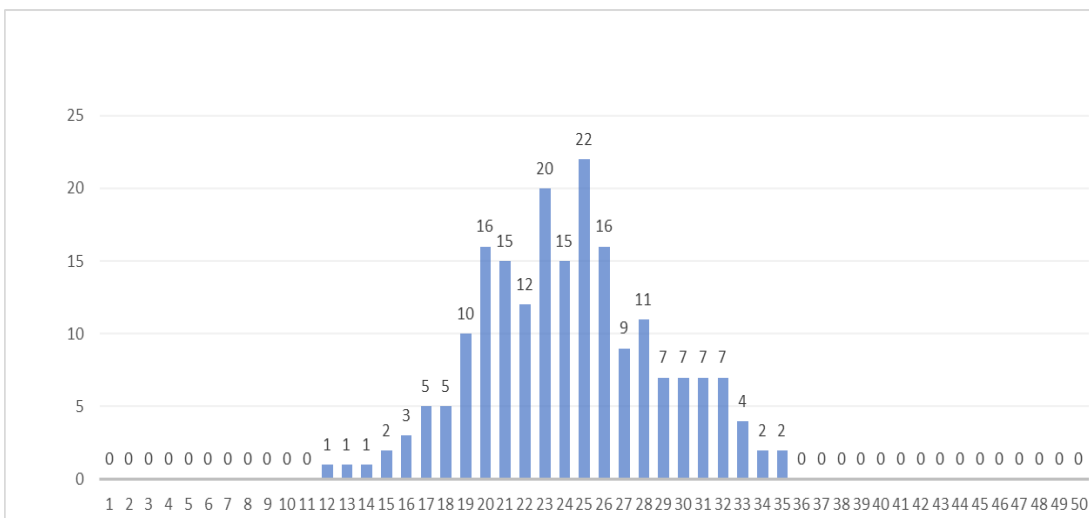
*Ensayo N° 9 Lectura N° 3*



Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+076.60 – 0+0102.40 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña+ cal.).

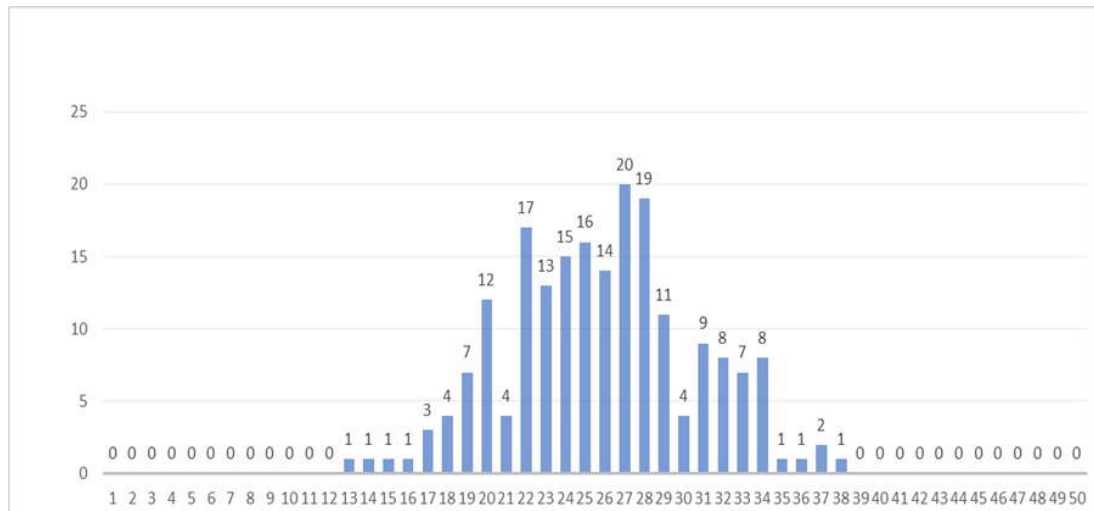
**Figura 35**

*Ensayo N° 12 Lectura N° 4.*

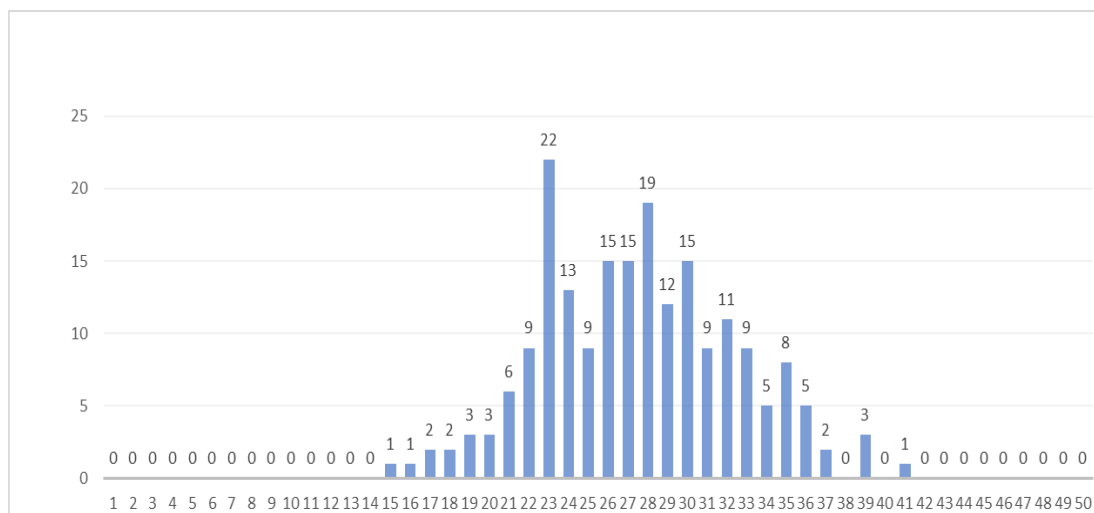


Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+076.60 – 0+0102.40 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña+ cal.).



**Figura 36***Ensayo N° 15 Lectura N° 5*

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+076.60 – 0+0102.40 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña+ cal.).

**Figura 37***Ensayo N° 18 Lectura N° 6*

Nota: La tabla nos muestra los datos obtenidos con el rugosímetro de Merlín en el km 0+076.60 – 0+0102.40 (vía afirmada con ceniza de bagazo de caña+ cal.).

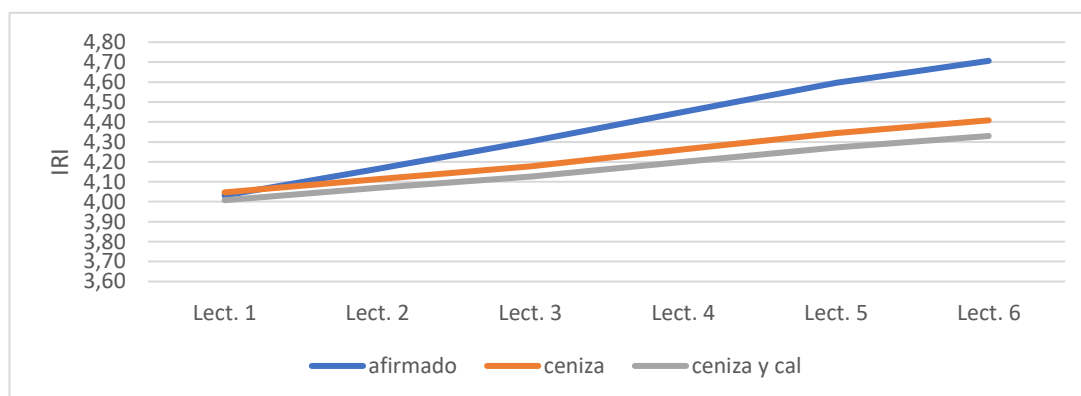
Luego de los histogramas mostrados, en el siguiente cuadro se muestra los valores del Índice de rugosidad determinados.

**Tabla 24**

*Índice de rugosidad de 6 lecturas en un periodo de 5 meses.*

<b>IRI</b>	<b>Tramo</b>	<b>Lect. 1</b>	<b>Lect. 2</b>	<b>Lect. 3</b>	<b>Lect. 4</b>	<b>Lect. 5</b>	<b>Lect. 6</b>
<b>Afirmado</b>	km	4.03	4.16	4.30	4.45	4.60	4.71
<b>(Natural)</b>	0+045.80						
	–						
	0+071.60						
<b>Afirmado +</b>	km	4.05	4.11	4.18	4.26	4.34	4.41
<b>ceniza de</b>	0+015.00						
<b>bagazo de</b>	–						
<b>caña</b>	0+040.80						
<b>Afirmado +</b>	Km	4.01	4.07	4.13	4.20	4.27	4.33
<b>ceniza de</b>	0+076.00						
<b>bagazo de</b>	-						
<b>caña + 0.5 cal</b>	0+102.40						

Nota: La tabla nos muestra los valores IRI de la vía afirmada en estado natural, con ceniza de bagazo de caña y con adición de CBC + cal.

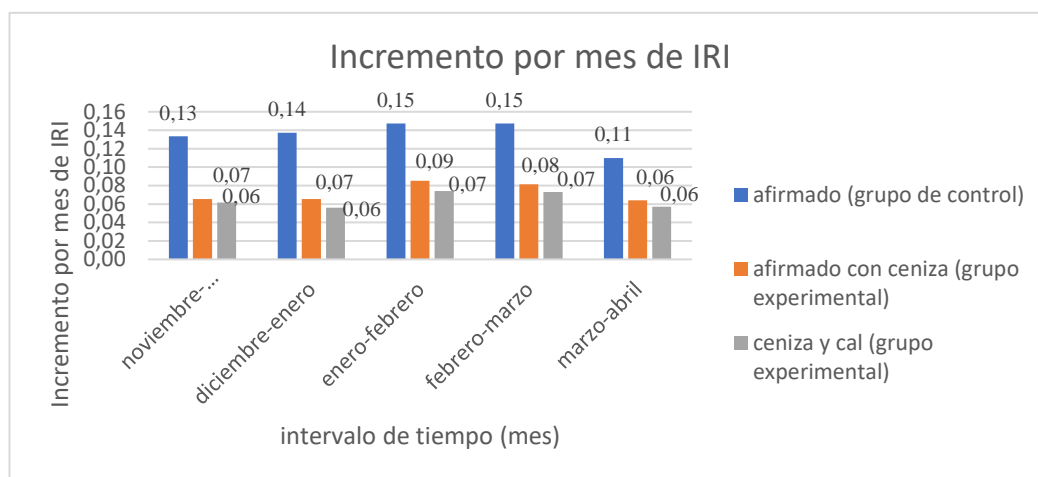
**Figura 38***Comparación de las lecturas de IRI*

Nota: En la figura se muestra los valores IRI de la vía afirmada con ceniza de bagazo de caña, ceniza de bagazo de caña + cal y sin ceniza de bagazo de caña durante un periodo de 5 meses.

**Tabla 25***Incremento mensual de IRI.*

	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5
Incremento por mes IRI afirmado + ceniza de bagazo de caña	0.07	0.07	0.09	0.08	0.06
Incremento por mes IRI afirmado	0.13	0.14	0.15	0.15	0.11
Incremento por mes IRI afirmado + ceniza de bagazo de caña + cal	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06

Nota: La tabla muestra el incremento mensual de los valores IRI de la vía afirmada con ceniza de bagazo de caña, ceniza de bagazo de caña +cal y sin ceniza de bagazo de caña.

**Figura 39***Incremento mensual de IRI*

Nota: La Figura muestra el incremento por mes del IRI de la vía afirmada con ceniza bagazo de caña, ceniza de bagazo de caña + cal y sin ceniza de bagazo de caña.

## 5.2 Análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis

### 5.2.1 Hipótesis general

- Hipótesis general planteada

La ceniza de bagazo de caña influye positivamente en el deterioro del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco.

- Prueba hipótesis general planteada

La evaluación en campo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en el afirmado, muestra un menor incremento mensual del IRI al añadir ceniza de bagazo de caña en comparación al grupo de control, como se muestra en la tabla estadística 25 y para una mejor visualización en la figura 39.

Por lo tanto, se produce una influencia positiva en el deterioro retardando el incremento de la rugosidad del afirmado, por lo que se puede validar la hipótesis general planteada.

### 5.2.2 Hipótesis específicas

- Primera hipótesis específica planteada.

La adición de ceniza de bagazo de caña mejora la integridad estructural del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco.

- Prueba de primera hipótesis específica planteada

Los ensayos de CBR en laboratorio, con la adición de ceniza de bagazo de caña muestran un índice de mejora aumentando la capacidad de resistencia al corte del afirmado, los cuales se muestran en la tabla 22 y figura 18. Por lo tanto, de acuerdo a estos dos parámetros esenciales, se puede validar la primera hipótesis específica planteada.

- Segunda hipótesis específica planteada

La adición de ceniza de bagazo de caña retarda el incremento de la rugosidad del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco.

Prueba de segunda hipótesis específica planteada

El índice de rugosidad del afirmado retarda su incremento con la adición de ceniza de bagazo de caña en comparación con el afirmado sin adición de ceniza de bagazo de caña, como se puede visualizar en la figura 38, donde se muestra la línea de color naranja del afirmado más la adición de ceniza de bagazo de caña el cual tiene un crecimiento más retardado en comparación a la línea de color azul del afirmado sin adición de ceniza de bagazo de caña en referencia a la unión de los valores IRI determinados. Por lo tanto, nuestra hipótesis planteada resulta ser válida.

### 5.3 Discusión de resultados

- Los resultados de los ensayos de granulometría mostrados en las tablas 8 y 9, sirvieron para conocer el tamaño de las partículas de suelo, para graficar las curvas de granulometría, vistas en las figuras 6 y 7, las cuales permiten realizar la clasificación del suelo de afirmado según SUCS, como una grava bien graduada (GW) y según AASHTO, fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a). Así podemos evidenciar que, al añadirle CBC, produce un aumento de finos, mas no altera en la clasificación del suelo, por la adición de un porcentaje mínimo de CBC. Cumpliendo a lo establecido en el MTC (2014), que el material de afirmado deberá cumplir con los requisitos mínimos establecidos en la Sección 301 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG - Vigente).
- Según los resultados del ensayo de límites de consistencia, mostrados en la figura 10, podemos evidenciar que, al añadirle ceniza de bagazo de caña, provoca una disminución mínima porcentual del 3.52 % en LL, 2.10 % en LP y 1.42% en IP. En consecuencia, analizando la tabla 2 del marco teórico de las especificaciones del material afirmado si se llegara a tener un IP. de 4 % el cual es el mínimo; al añadir la ceniza de bagazo de caña debido a la disminución del IP se estaría incumpliendo en las especificaciones. Por ello, esta investigación genera el aporte de que el Índice de plasticidad para un afirmado con ceniza de bagazo de caña, debe de ser mayor al 6%.
- Los ensayos de Proctor modificado nos muestran una variación al añadir ceniza de bagazo de caña, el afirmado aumenta en un 0.042 gr/cm<sup>3</sup> en la densidad máxima seca y 0.9 % en el contenido de humedad optima, evidenciando que al añadir CBC se produce una mayor densidad máxima seca. Así como lo menciona en su investigación Bonilla et al. (2020) que al añadir ceniza de bagazo de caña al suelo afirmado genera un aumento de densidad máxima de 2.010 a 2.051 gr/c.
- Según el ensayo CBR, nos muestra una variación porcentual del 4.267% a la adición de ceniza de bagazo de caña en 56 golpes de compactación, 2.845% de variación al compactar en 25 y 12 golpes, demostrando que, al añadir CBCA

al suelo para afirmado, aumenta su resistencia; tal como lo menciona Cortez & Rincon (2020) en su investigación donde obtuvo como resultado favorable el añadir CBCA al afirmado, provocando un aumento del CBR de 23% a 65%.

- De acuerdo al ensayo de rugosidad con el equipo Merlín, se observa una tendencia de separación de las líneas que unen las medidas de las lecturas progresivas del IRI que se hicieron por un periodo de cinco meses, entre la línea de color azul que grafica el afirmado y la línea de color naranja que grafica el afirmado más ceniza de bagazo de caña, las cuales tienen un crecimiento conforme va pasando el tiempo, mostrados en la tabla 24 y figura 38, siendo la línea de color naranja la de menor pendiente, por lo que, se evidencia el retardo del deterioro del afirmado, proyectando un periodo de vida útil mayor para las carreteras no pavimentadas de provincia de Huánuco.
- Por otro lado, de acuerdo a las recomendaciones bibliográficas, en el cual menciona que, para tener un comportamiento y reacción puzolánica mayor, es necesario agregar un porcentaje de cal. Se realizaron ensayos adicionales añadiendo 0.5 % de cal al diseño de mezcla de CBC y afirmado, teniendo como resultado un incremento mínimo en los ensayos de CBR de 51.204% con ceniza bagazo de caña y 51.275% adicionando ceniza bagazo de caña y cal como lo muestra la figura 18; así también se observa una reducción mínima del incremento por mes del IRI con la adición de ceniza bagazo de caña y cal de 0.01 de IRI en el primer, segundo y cuarto mes y de 0.02 de IRI en el tercer mes, no encontrándose reducciones de incremento por mes de IRI en el último mes, tal como se muestra en la figura 38. Sin embargo, cabe aclarar que esto podría deberse al porcentaje usado de cal y tendría que probarse con proporcionalidades mayores.

#### **5.4 Aporte científico de la investigación**

En la investigación se demuestra que el uso de ceniza de bagazo de caña para el afirmado en carreteras no pavimentadas, aporta en la mejora de sus características físico-mecánicas, demostrado en sus ensayos de laboratorio, también se genera un retardo en el deterioro del afirmado, mediante el ensayo de rugosidad utilizando el equipo Merlín, determinando indicadores de menor desgaste en la capa de rodadura.

La investigación se reconoce como un valioso aporte científico, como se mencionó anteriormente, debido a su enfoque en la reutilización de un subproducto agroindustrial (la ceniza de bagazo de caña - CBCA). Este enfoque no solo implica un bajo costo en su utilización, sino que también promueve un impacto ambiental positivo en comparación con el uso de aditivos químicos convencionales, lo que se alinea al objetivo del milenio siguiente: garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Además, se destaca que el empleo de CBCA contribuye a prolongar la vida útil del afirmado de carreteras, lo que lo convierte en una opción prometedora para el sector de la construcción vial.



## CONCLUSIONES

- En este estudio, se investigó la influencia positiva de la ceniza de bagazo de caña en el deterioro del afirmado de carreteras en la provincia de Huánuco. Se encontró que el uso de este material retrasa el aumento de la rugosidad y mejora la integridad estructural del afirmado.
- En esta tesis se demostró la influencia de la ceniza de bagazo de caña en la integridad estructural del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco, porque se mejoró la integridad estructural aumentando la resistencia al corte CBR a un 51.204% en comparación al afirmado sin adición de ceniza de bagazo de caña que posee un CBR de 46.937%, generándose un aumento de 4.267% de resistencia al corte.
- En esta tesis se demostró la influencia de la ceniza de bagazo de caña en la rugosidad del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco, porque durante el periodo de medición del IRI se retardó el incremento de la rugosidad visualizando que, en el afirmado con adición de ceniza de bagazo de caña la lectura inicial del IRI es de 4.05 m/km y la lectura final es de 4.41 m/km en comparación con el afirmado sin adición de ceniza de bagazo de caña donde la lectura inicial del IRI es de 4.03 m/km y la lectura final es de 4.71 m/km, evidenciándose que pese a que el afirmado sin adición de ceniza inicia con una lectura inicial menor a la del afirmado con adición de ceniza de bagazo de caña, este presenta una lectura final mayor.

## SUGERENCIAS

- Dada la influencia positiva demostrada de la ceniza de bagazo de caña en el deterioro del afirmado de carreteras en la provincia de Huánuco, se recomienda considerar su uso como un componente adicional en la construcción y mantenimiento de carreteras en la región. Esto podría contribuir a retardar el deterioro de las vías y mejorar su integridad estructural a largo plazo.
- Considerando que la ceniza de bagazo de caña ha demostrado mejorar significativamente la integridad estructural del afirmado, aumentando la resistencia al corte en un 51.204%, se sugiere su utilización como un material de refuerzo en la construcción de carreteras en la provincia de Huánuco. Esto podría resultar en vías más duraderas y menos propensas a sufrir daños por el tráfico y las condiciones climáticas adversas.
- Dado que la ceniza de bagazo de caña ha demostrado reducir el incremento de la rugosidad del afirmado de carreteras, se recomienda su uso como un método para mantener la calidad del afirmado a lo largo del tiempo. Esto podría implicar la adición regular de ceniza de bagazo de caña durante el mantenimiento rutinario de las carreteras existentes, así como su inclusión en el diseño de nuevas vías para prevenir el deterioro prematuro

## REFERENCIAS

- Aquino Mendoza, M. A. (2020). Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo—Trujillo, La Libertad 2018. [Tesis de pre grado, Universidad Privada de Trujillo]. <http://181.176.219.234/handle/UPRIT/280>
- Araujo Baron, Y., & Rodriguez Cruz, C. E. (2019). Evaluación de biomasa de ceniza de bagazo de caña como una alternativa sostenible para la estabilización de una base granular [Tesis de pre grado, Universidad cooperativa de Colombia]. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/14686>
- Arbaiza, L. (2013). Como elaborar una tesis de grado (Primera). Esan ediciones.
- Bonilla Ramírez, J. F., Páramo García, F., & Jiménez Ramos, A. F. (2020a). Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (cbca) [Tesis de pre grado, Universidad cooperativa de Colombia]. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/16273>
- Bonilla Ramírez, J. F., Páramo García, F., & Jiménez Ramos, A. F. (2020b). Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (cbca) [Tesis de pre grado, Universidad cooperativa de Colombia]. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/16273>
- Borja S., M. (2016). Metodología de la investigación científica para ingenieros.

- Carrasco, S. (2005). Metodología de la investigación científica (Primera). San Marcos.
- Castillo Velarde, R. C. (2022). Uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de base en la carretera Santiago de Cao – Huanchaco, 2021 [Tesis de Maestría, Universidad Ricardo Palma]. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5564>
- Córdova Zamora, M. (2003). Estadística descriptiva e inferencial (Quinta, Vol. 518). Moshera. WWW.FreeLibros.me
- Cortés Olano, C. M., & Fernández Carvallo, M. A. (2015). Influencia de las zeolitas y biopolímeros en el mejoramiento de la resistencia de suelos del sur, este y norte de Lima para vías a nivel de afirmado [Tesis de pre grado, Universidad Ricardo Palma]. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2377>
- Cortez, A., & Rincon, L. (2020). Análisis de la resistencia a la compresión inconfiada y CBR de un afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal [Tesis de pre grado, Universidad de la Salle]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/887/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/887/)
- Del Río Calle, M. A. (2018). Biofelin: Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar con el fin de generar nuevos usos. [Tesis de pre grado, Instituto Tecnológico Metropolitano. ITM]. <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/5666>
- Fingermann, H. (2014, diciembre 25). Concepto de deterioro. DeConceptos.com. <https://deconceptos.com/general/deterioro>

- Hernández Jaén, U. (2011). Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros [Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/>
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta edición, Vol. 628). McGRAW-HILL/Interamericana Editores, S.A de C.V. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Izquierdo, J., Álvarez, M., & Rojas, M. (2019). Uso de la ceniza de bagazo de caña (CBC) como remplazo parcial del cemento Portland-caso Colombia. [https://www.researchgate.net/publication/341600795\\_USO\\_DE\\_LA\\_CENIZA\\_DE\\_BAGAZO\\_DE\\_CANA\\_CBC\\_COMO\\_REEMPLAZO\\_PARCIAL\\_D\\_EL\\_CEMENTO\\_PORTLAND\\_-CASO\\_COLOMBIA](https://www.researchgate.net/publication/341600795_USO_DE_LA_CENIZA_DE_BAGAZO_DE_CANA_CBC_COMO_REEMPLAZO_PARCIAL_D_EL_CEMENTO_PORTLAND_-CASO_COLOMBIA)
- Jara Rodríguez, R. H., & Palacios Ambrocio, R. D. (2015). Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto [Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/2715>
- Lujerio Urbano, L. Y. (2018). Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú—Huaraz [Tesis de pre grado, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7972>
- Matto Pablo, E. G. (2019). Correlación del índice de serviciabilidad de pavimentos de concreto hidráulico – área urbana de Huánuco –2014. [Tesis de Maestría,

Universidad Nacional Hermilo Valdizan].  
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5596>

Ministerio de Desarrollo agrario y riego. (2010). Generalidades de la caña de Azucar.  
Sistema integrado de estadística agraria.  
<https://www.midagri.gob.pe/portal/29-sector-agrario/azucar/242-generalidades-del-producto>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2021). Anuario Estadístico Sectorial.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3386948/Anuario%202021.pdf?v=1657315806>

Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2022). Informe de Evaluación de Implementación Anual. Provias Descentralizado. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.pvd.gob.pe/wp-content/uploads/2023/04/Informe-de-Evaluacion-de-Implementacion-Anual-del-Plan-Operativo-Institucional-correspondiente-al-ano-2022.pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de carreteras—Sección de Suelos y Pavimentos (2 edición). MACRO.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018a). «Glosario de términos» de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial (3 edición).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018b). Manual de carreteras mantenimiento y conservación vial (2 edición). MACRO.

Provias Descentralizado. (2017). Informe final del estudio definitivo para el mejoramiento del camino vecinal: Villasol—Maraypampa—Huanucalla—Pillao, Distrito de chinchao—Huanuco—Huanuco. (p. 82) [Resumen ejecutivo]. Ministerio de Transportes y comunicaciones.

Rodríguez Zelaya, E. V., Torres Mayorga, L. M., & Villeda Alvarenga, M. I. Angel. (2019). Desarrollo de metodología para la medición de IRI (International Roughness Index), mediante el uso de un rugosímetro basado en el MERLIN (Machine Evaluating Roughness Using Low Cost Instrumentation), para evaluación de pavimentos flexibles y rígidos en El Salvador [Tesis de pre grado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20699/>

Tobón, J. (2023). PUZOLANAS EN LOS ALREDEDORES DE IRRA.

Vásquez, C. M. U., & Peláez, J. L. S. (2021). Análisis de conservación de la envolvente en viviendas del Centro Histórico de Cuenca, en base a tecnología fotocatalítica. *ConcienciaDigital*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1631>

Vidal, D. V., Torres, J., & González, L. O. (2014). CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA ELABORACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN: ESTUDIO PRELIMINAR. *MOMENTO*, 48E, Article 48E.

Villarroel, A. E. (2006). Aplicación de técnicas para la clarificación del jugo de caña (*Saccharum officinarum*) como mejorador de sus características organolépticas [Tesis de pre grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/3361>

## ANEXOS

**INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL DETERIORO DEL AFIRMADO DE CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿En qué medida la ceniza de bagazo de caña influye en el deterioro del afirmado de las carreteras de la provincia de Huánuco?</p> <p><b>Problema específico N° 1</b></p> <p>¿De qué manera influye la adición de ceniza de bagazo de caña en la integridad estructural del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco?</p> <p><b>Problema específico N° 2</b></p> <p>¿De qué manera influye la adición de ceniza de bagazo de caña en la rugosidad del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Experimentar la influencia de la ceniza de bagazo de caña en el deterioro del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco.</p> <p><b>Objetivo específico N° 1</b></p> <p>Demostrar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en la integridad estructural del afirmado de las carreteras de la provincia de Huánuco.</p> <p><b>Objetivo específico N° 2</b></p> <p>Demostrar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en la rugosidad del afirmado de las carreteras de la provincia de Huánuco.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>La ceniza de bagazo de caña influye positivamente en el deterioro del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco.</p> <p><b>Hipótesis específica N° 1</b></p> <p>La adición de ceniza de bagazo de caña mejora la integridad estructural del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco.</p> <p><b>Hipótesis específica N° 2</b></p> <p>La adición de ceniza de bagazo de caña retarda el incremento de la rugosidad del afirmado de carreteras de la provincia de Huánuco.</p>	<p><b>Independiente</b></p> <p>Ceniza de bagazo de caña</p> <p><b>Dependiente</b></p> <p>Deterioro del afirmado.</p>	<p>Peso</p> <p>CBR</p> <p>IRI (Índice Internacional de Rugosidad)</p>





## ANEXO 02.

### Consentimiento informado



**Título de la investigación:** Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco.

La presente investigación es conducida por el tesista Allan Hugo Espinoza Ortega, estudiante de la Maestría de Diseño y Construcción de Obras Viales de la Escuela de posgrado de la Universidad Hermilio Valdizán – Huánuco, para la obtención del grado de Magister.


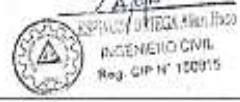
Sr. representante legal del consorcio Contratistas Viales, se solicita la autorización para aplicar el presente estudio de investigación en el proyecto: "MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL VILLASOL - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO, DISTRITO DE CHINCHAO PROVINCIA DE HUANUCO, DEPARTAMENTO DE HUANUCO", entre la Prg 0+015 y Prg 0+102.40 con la finalidad de realizar pruebas experimentales y de control que consisten en la medición del IRI. Además, disponer de la muestra de las canteras para realizar los ensayos de laboratorio.

### Consentimiento / Participación voluntaria

He leído la información proporcionada, o me ha sido leída y consiento voluntariamente brindar la disposición del tramo de la Prg. 0+015 a Prg. 0.102.40 del proyecto actualmente en ejecución: "MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL VILLASOL - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO, DISTRITO DE CHINCHAO PROVINCIA DE HUANUCO, DEPARTAMENTO DE HUANUCO", con la finalidad de realizar pruebas experimentales y de control que consisten en la medición del IRI. Además, disponer de la muestra de las canteras para realizar los ensayos de laboratorio para ejecutar la tesis mencionada líneas arriba.

- Firmas del participante o responsable legal

Firma del representante legal:   
  


Firma del investigador responsable:   


Huánuco, 20 de octubre del 2021.

**ENSAYOS DE  
LABORATORIO DEL  
AFIRMADO + CENIZA DE  
BAGAZO DE CAÑA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIOR ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** DICIEMBRE DEL 2022

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2216, (Contenido de humedad por diferencia de pesos)

**2.- Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material agregado

**3.- Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno.

**4.- Analisis:**

Nº ensayos	SUELOS NATURAL			
	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
Peso natural humedo + bandeja (g)	533.0	485.0	539.0	433.0
Peso natural seco + bandeja (g)	516.0	474.0	525.0	424.0
peso bandeja (g)	68.6	71.5	88.2	54.2

**5.- Resultados:**

Nº ensayos	M- 01	M- 02	M- 03	M- 04
Peso humedo (g)	464.4	413.5	450.8	378.8
Peso seco (g)	447.4	402.5	436.8	369.8
Peso del agua (g)	17.0	11.0	14.0	9.0
Contenido de humedad (%)	3.8	2.7	3.2	2.4

<b>PROMEDIO CONTENIDO HUMEDAD (%)</b>	<b>3.04 %</b>
---------------------------------------	---------------



  
 Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de  
 Ingeniería Civil



  
 Ing. Civil Roberto ALFREDO VICO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIOR ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** DICIEMBRE DEL 2022

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2487, (Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes)

ASTM D - 422, (Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils)

**2.- Objeto:** Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

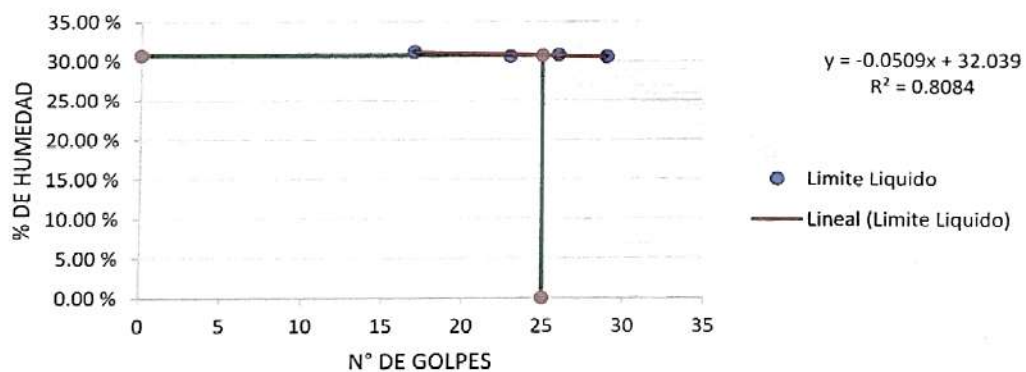
**3.- Materiales:** Test Sieve, Balanza digital, Casagrande, accesorios de Atterberg, horno, bandejas.

**4.- Analisis:**

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Limite Liquido				Limite Plastico				
	Numero de golpes	17	23	26	29	M-01	M-02	M-03	M-04
Peso muestra humedad + tara:	28.200	31.900	26.200	30.600	2.507	2.035	3.940	3.991	
Peso muestra seca + tara:	23.274	26.146	21.651	25.217	2.245	1.872	3.415	3.463	
Peso de tara:	7.500	7.400	6.900	7.600	1.195	1.212	1.206	1.208	
Peso contenido de agua:	4.926	5.754	4.549	5.383	0.262	0.163	0.525	0.528	
Peso suelos seco:	15.774	18.746	14.751	17.617	1.050	0.660	2.209	2.255	
% de humedad:	31.23 %	30.69 %	30.84 %	30.56 %	24.95 %	24.70 %	23.77 %	23.41 %	

**5.- Resultados:**

**GRAFICO LIMITE LIQUIDO**



Limite Liquido (LL) :	<b>30.77 %</b>
Limite Plastico (LP) :	<b>24.20 %</b>
Indice Plastico (IP) :	<b>6.57 %</b>

**Nota:** Muestras traído al laboratorio por el solicitante

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ANALISIS GRANULOMETRICO**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIOR ACELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** FEBRERO DEL 2023

**1.- Referencia:**

Pag: 1 de 2

ASTM D - 2487, (Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes)

ASTM D - 422, (Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils)

**2.- Objeto:** Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

**3.- Materiales:** Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, Casagrande, accesorios de Atterberg, horno, bandejas.

<b>Datos en el momento del ensayo del Laboratorio:</b>						
Peso Bandeja:		491.00 g.	Peso muestra lavado + tara:			6052.20 g.
<b>GRANULOMETRÍA</b>						Peso Muestra lavado seco: 5561.20 g.
Cribas		Peso retenido (g.)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado	
Pulg.	mm					
3"	75.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %	
2.1/2"	63.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %	D <sub>60</sub> : 9.98
2"	50.000	536.50	9.65 %	9.65 %	90.35 %	D <sub>30</sub> : 1.15
1.1/2"	38.100	436.50	7.85 %	17.50 %	82.50 %	D <sub>10</sub> : 0.08
1"	25.000	500.60	9.00 %	26.50 %	73.50 %	
3/4"	19.000	458.70	8.25 %	34.76 %	65.24 %	Error mecánico <3%+
1/2"	12.500	347.00	6.24 %	41.00 %	59.00 %	1.45 g.
3/8"	9.500	478.60	8.61 %	49.60 %	50.40 %	0.03 %
1/4"	6.300	297.60	5.35 %	54.96 %	45.04 %	
# 04	4.750	185.60	3.34 %	58.30 %	41.70 %	
# 10	2.000	385.60	6.94 %	65.23 %	34.77 %	Diametro Nominal de la partícula mayor
# 20	0.850	357.80	6.44 %	71.67 %	28.33 %	63.00
# 30	0.600	206.50	3.71 %	75.38 %	24.62 %	
# 40	0.425	200.80	3.61 %	78.99 %	21.01 %	
# 50	0.300	209.00	3.76 %	82.75 %	17.25 %	Coeficiente Uniformidad
# 60	0.250	135.00	2.43 %	85.18 %	14.82 %	Cu: 119.96
# 100	0.150	300.80	5.41 %	90.59 %	9.41 %	
# 200	0.075	295.80	5.32 %	95.91 %	4.09 %	
Cazoleta:		227.35	4.09 %	100.00 %	0.00 %	
<b>TOTAL:</b>		<b>5559.75</b>	<b>100.00</b>			Coeficiente Gradacion Cc: 1.59







**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ANALISIS GRANULOMETRICO**

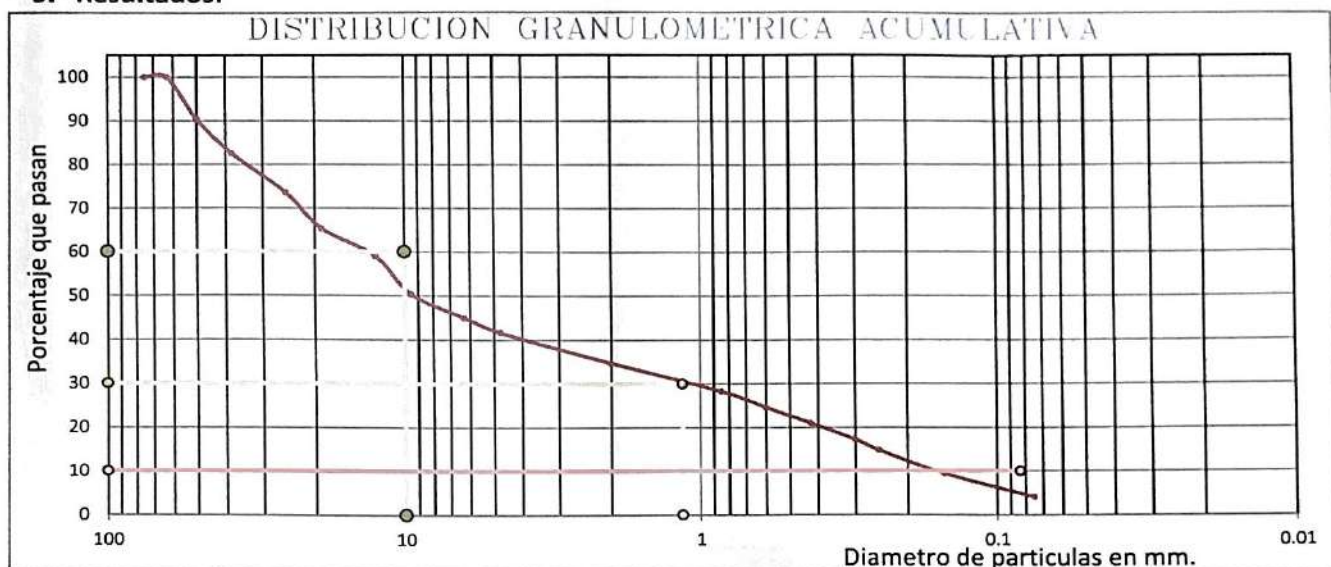
**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** FEBRERO DEL 2023

**5.- Resultados:**



Limite Liquido : (LL)    30.77%

Limite Plastico : (LP)    24.20%

Indice Plastico : (Ip)    6.57%

SIMBOLO DEL GRUPO SUCS	SIMBOLO DEL GRUPO AASHTO
<b>GW</b>	<b>A-1-a</b>
Grava bien graduadas	Fragmento de roca, grava y arena

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**



**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

<b>UBICACIÓN:</b>	CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO
<b>SOLICITA:</b>	ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA
<b>ORIGEN:</b>	CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA
<b>FECHA:</b>	FEBRERO DEL 2023
<b>CERTIFICADO:</b>	LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:** ASTM D-1557, ASTM D-1883 MTC E 115-2000, J. E. Bowles ( Experimento N° 9)
- 2.- **Objeto:** Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas
- 3.- **Materiales:** Molde de 6 pulgadas, Plisón ó Martillo, Balanza, Horno de Secado, Regla, Tamices ó Mallas.- De ¼ pulg (19,0 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm), Herramientas de Mezcla, cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc.
- 4.- **Análisis:**

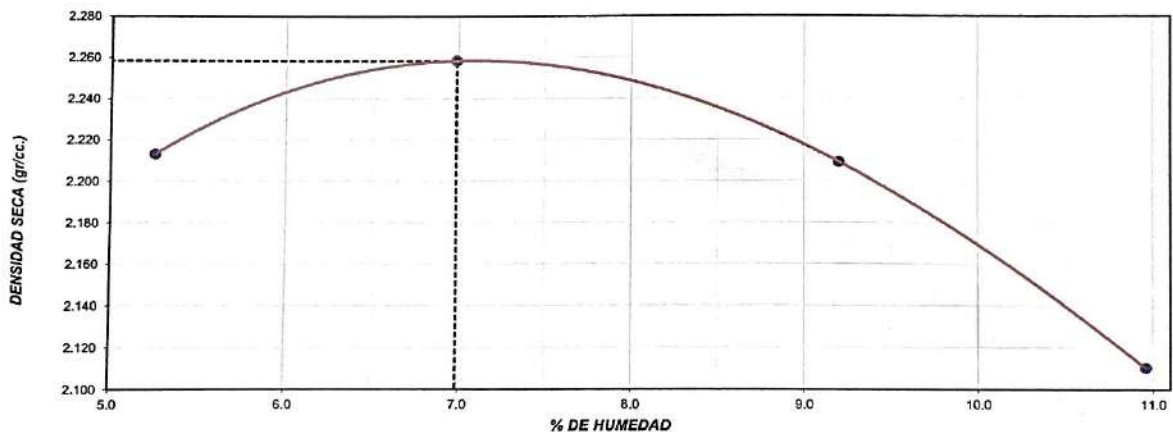
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR**  
**ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2104.92	2104.92	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6002	6140	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,905	11,226	11,218	10,931	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,903	5,086	5,078	4,929	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.329	2.416	2.412	2.342	
Recipiente Numero		1	2	3	4	
Peso de la Tara	gr.	69.6	69.2	64.2	70.7	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	672.6	674.1	512.8	770.3	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	642.5	634.6	475.0	701.2	
Peso del agua	gr.	30.1	39.5	37.8	69.1	
Peso del suelo seco	gr.	573	565	411	631	
Contenido de agua	%	5.3	7.0	9.2	11.0	
Densidad Seca	gr/cc	2.213	2.258	2.209	2.110	

**Densidad Máxima Seca:** 2.258 gr/cm<sup>3</sup>      **Contenido Humedad Óptima:** 7.0 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES*  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



*Roberto ALVARO ROJAS*  
 Ing. Civil Roberto ALVARO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO  
**UBICACIÓN:** CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO  
**SOLICITA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA  
**ORIGEN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2023  
**CERTIFICADO:** LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:** ASTM D-1557, ASTM D-1883, MTC E 115-2000, J. E. Bowles ( Experimento N° 9)
- 2.- **Objeto:** Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas
- 3.- **Materiales:** Molde de 6 pulgadas, Pisón ó Martillo, Balanza, Horno de Secado, Regla, Tamices ó Mallas.- De ¼ pulg (19,0 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm), Herramientas de Mezcla, cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc.
- 4.- **Análisis:**

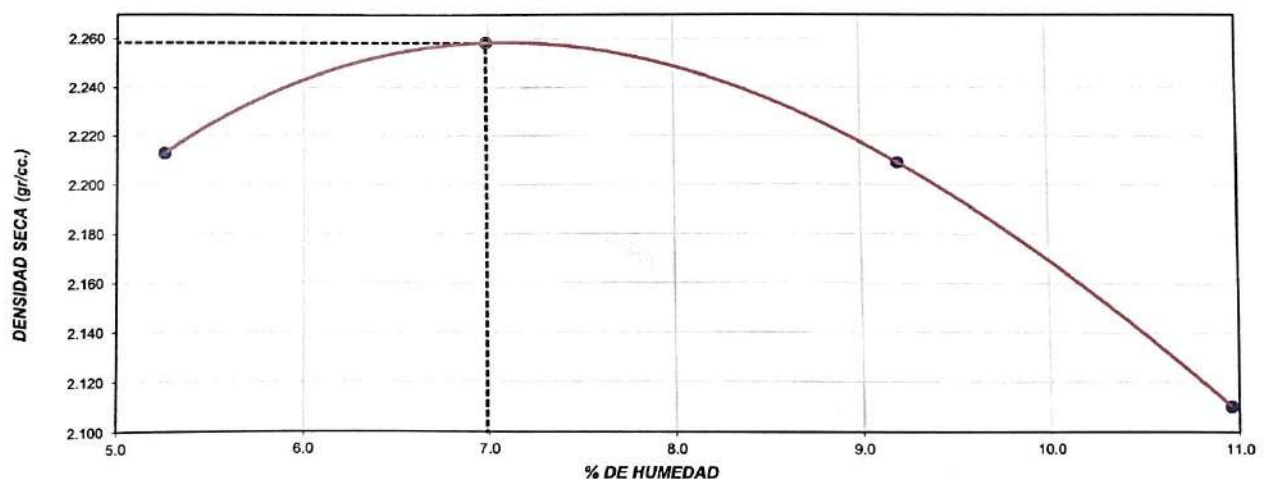
**METODO "C"**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR**  
**ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2104.92	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6002	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.329	2.416	2.412	2.342
Contenido de agua	%	5.3	7.0	9.2	11.0
Densidad Seca	gr/cc	2.213	2.258	2.209	2.110

**Densidad Máxima Seca:** 2.258 gr/cm<sup>3</sup>      **Contenido Humedad Optima:** 7.0 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Kevin Edson Campos Benavides*  
 Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



*Robin Alfredo Riqui Rojas*  
 Ing. Civil Robin Alfredo RIQUE ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO

**SOLICITA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**ORIGEN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA

**FECHA:** FEBRERO DEL 2023

**CERTIFICADO:** LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:** ASTM D1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
- 2.- **Objeto:** Determinar el índice de resistencia de suelos que se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado.
- 3.- **Materiales:** cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc
- 4.- **Análisis:**

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA**  
**ASTM D1883**

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	2		4		1	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	16,669	16,610	16,589	16,538	16,302	16,248
Peso molde (gr.)	8,946	8,946	8,946	8,946	9,026	9,026
Peso suelo compactado (gr.)	7,723	7,664	7,643	7,592	7,276	7,222
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3,340	3,340	3,340	3,340	3,340	3,340
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2.312	2.295	2.288	2.273	2.179	2.162
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )		2.134		2.132		2.024

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (gr.)	64.2	91.7	54.3
Tara + suelo húmedo (gr.)	225.7	389.8	211.1
Tara + suelo seco (gr.)	214.4	371.3	201.1
Peso de agua (gr.)	11.3	18.5	10.0
Peso de suelo seco (gr.)	150.2	279.6	146.8
Humedad (%)	7.5	6.6	6.8

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		90.72	4.49			83.91	4.2			74.84	3.7		
0.050		195.04	9.66			188.24	9.3			179.17	8.9		
0.075		312.98	15.50			306.17	15.2			297.10	14.7		
0.100	70.307	444.52	22.01	36.0	51.200	437.72	21.7	29.0	41.200	428.64	21.2	26.0	37.000
0.150		589.67	29.20			582.87	28.9			573.79	28.4		
0.200	105.460	777.91	38.52	50.0	47.400	771.11	38.2	44.0	41.700	762.03	37.7	42.0	39.800
0.300		1024.21	50.71			1016.05	50.3			1006.97	49.9		
0.400		1231.96	61.00			1224.70	60.6			1215.63	60.2		
0.500		1358.05	67.24			1351.70	66.9			1342.63	66.5		

Kevin Edson BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de  
 Ingeniería Civil



Ing. Civil Roberto VAGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)**

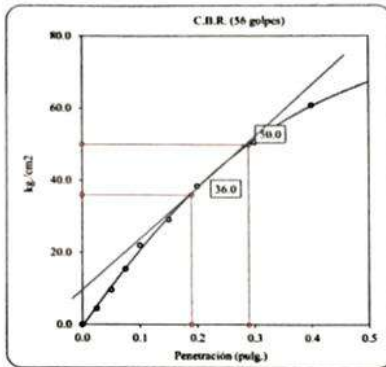
<b>PROYECTO:</b>	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO
<b>UBICACIÓN:</b>	CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO
<b>SOLICITA:</b>	ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA
<b>ORIGEN:</b>	CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA
<b>FECHA:</b>	FEBRERO DEL 2023
<b>CERTIFICADO:</b>	LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:**  
ASTM D1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
- 2.- **Objeto:**  
Determinar el índice de resistencia de suelos que se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado.
- 3.- **Materiales:**  
cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc
- 4.- **Analisis:**

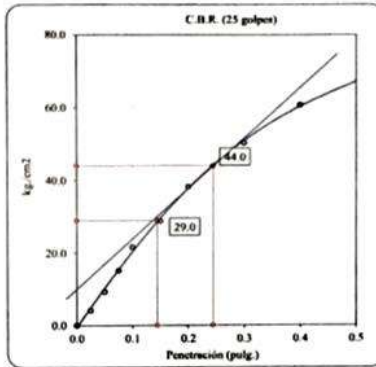
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
 ASTM D1883**

**Datos de muestra**

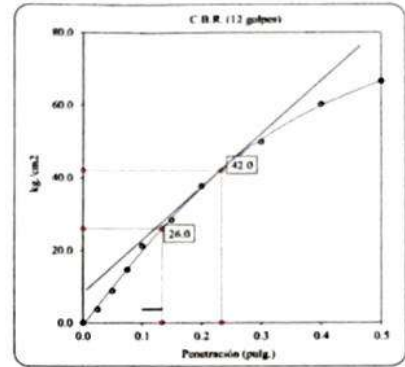
Máxima Densidad Seca 2.258 gr/cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad 7.0 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% 2.146 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :      51.204 %

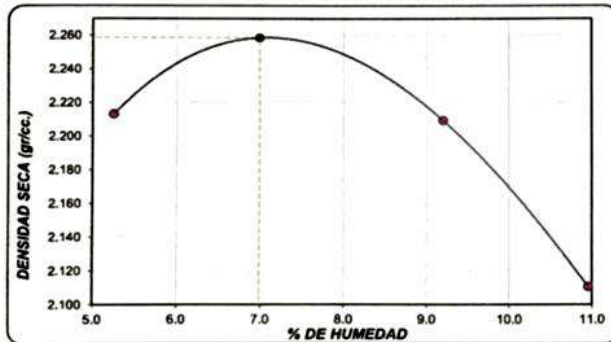


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :      41.248 %



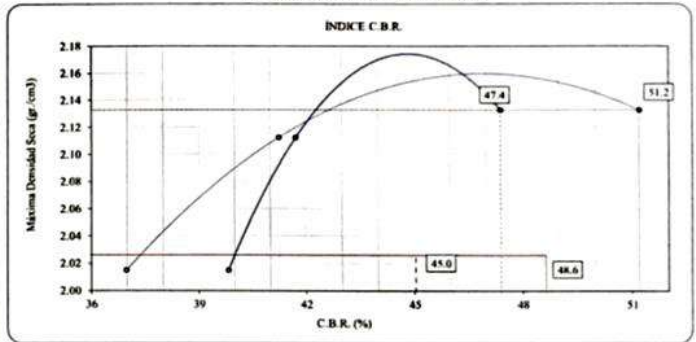
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :      36.981 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":      51.204 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1":      48.644 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":      47.411 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2":      45.041 %

*[Signature]*  
 Kenji Edson DOMÍNGOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



*[Signature]*  
 Ing. Civil ROBYN ALFREDO YASO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)

PROYECTO: Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. OPERADOR: A.H.E.O. FECHA : 10/11/2022

TRAMO : VillasoI-Maraypampa-Huanucalla-Pillao

CARRIL : Único

ENSAYO N° 1 Inicio Km: 0+015.00 Fin Km: 0+040.80

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	13	17	20	21	23	30	22	21	20	23	TIPO DE PAVIMENTO:
2	24	23	20	23	28	32	21	30	24	23	
3	19	21	20	25	28	25	32	31	22	30	AFIRMADO
4	24	30	23	27	25	28	33	29	19	28	<input checked="" type="checkbox"/>
5	17	27	22	28	26	32	31	28	23	30	BASE GRANULAR
6	26	27	26	27	26	31	27	29	27	27	<input type="checkbox"/>
7	31	32	19	25	22	28	20	27	25	29	BASE IMPRIMADA
8	31	29	22	26	25	24	28	26	26	24	<input type="checkbox"/>
9	26	24	23	27	21	23	33	25	22	25	TRATAMIENTO BICAPA
10	27	30	22	22	20	25	23	25	26	20	<input type="checkbox"/>
11	31	20	23	20	28	28	16	28	26	19	CARPETA EN FRIO
12	28	25	21	19	25	23	16	34	26	27	<input type="checkbox"/>
13	26	20	24	18	25	22	15	25	20	17	CARPETA EN CALIENTE
14	31	23	24	20	25	29	25	25	20	14	<input type="checkbox"/>
15	20	24	21	23	27	22	23	20	22	16	RECAPEO ASFALTICO
16	26	22	27	22	24	25	8	24	19	19	<input type="checkbox"/>
17	24	25	25	28	23	23	33	22	25	23	SELLO
18	12	21	24	23	25	25	18	23	19	26	<input type="checkbox"/>
19	22	19	21	27	28	27	26	7	21	27	
20	23	23	25	32	25	30	26	18	22	32	

OBSERVACIONES:





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. **OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/12/2022

**TRAMO:** VillasoI-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

**ENSAYO N°:** 4 **Inicio Km:** 0+015.00 **Fin Km:** 0+040.80

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	17	18	21	25	24	31	24	22	22	25	TIPO DE PAVIMENTO:
2	27	25	22	25	28	34	22	30	24	27	
3	22	22	23	29	28	26	33	34	25	34	AFIRMADO <input checked="" type="checkbox"/>
4	28	34	23	31	27	28	37	30	21	28	
5	20	29	22	31	29	34	32	31	27	31	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	29	31	30	27	26	32	28	29	29	27	
7	32	35	20	28	24	31	22	31	25	32	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	34	33	26	30	29	28	31	28	27	26	
9	30	26	23	28	24	24	36	25	24	27	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	31	30	26	25	23	28	23	28	26	21	
11	31	23	27	22	29	32	20	31	30	23	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	28	27	22	20	28	24	20	36	27	31	
13	30	23	26	20	27	26	17	28	20	18	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
14	35	24	26	24	26	32	26	28	23	14	
15	21	24	24	27	31	26	27	22	23	17	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	27	24	29	23	28	28	12	28	20	23	
17	27	26	26	31	26	26	34	26	26	23	SELLO <input type="checkbox"/>
18	12	24	26	27	29	27	19	24	21	30	
19	25	22	25	28	32	28	29	8	24	30	
20	25	25	27	34	29	31	27	19	23	34	

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

**HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA**

IRI Bin	Frequency
1-2	0
2-3	0
3-4	0
4-5	0
5-6	0
6-7	0
7-8	0
8-9	1
9-10	0
10-11	0
11-12	0
12-13	2
13-14	0
14-15	1
15-16	0
16-17	3
17-18	2
18-19	2
19-20	8
20-21	5
21-22	12
22-23	14
23-24	16
24-25	12
25-26	20
26-27	20
27-28	21
28-29	12
29-30	10
30-31	16
31-32	7
32-33	9
33-34	2
34-35	2
35-36	2
36-37	1
37-38	0
38-39	0
39-40	0
40-41	0
41-42	0
42-43	0
43-44	0
44-45	0
45-46	0
46-47	0
47-48	0
48-49	0
49-50	0

**Calculo del Rango D:**  
 Unidad fraccionada extremo inferior : 0.50 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.44 unidad merlin  
 Unidades Centro : 14 unidad merlin  
 Rango D : 14.94 unidad merlin  
 Rango D en mm : 74.72 mm

**Calculo del Rango D corregido:**  
 Factor de corrección:  
 F.C. = (EP x 10) / [(LI - LF) x 5]  
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1  
 Rango D corregido: 74.72 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**  
 Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando 2.4 < IRI < 15.9, entonces IRI = 0.593 + 0.0471 D (1)  
 b. Cuando IRI < 2.4, entonces IRI = 0.0485 D (2)  
 IRI : 4.11 m/km

**Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA**  
 Maestría

**Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES**  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería CNIP

**Robín Alfredo VIGO ROJAS**  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL

**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. **OPERADOR:** A.H.E.O. **FECHA:** 10/01/2023

**TRAMO:** Villasoñ-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

**ENSAYO N°:** 7 **Inicio Km:** 0+015.00 **Fin Km:** 0+040.80

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	17	18	24	26	27	32	24	22	22	27	TIPO DE PAVIMENTO:
2	30	27	25	25	31	36	24	32	24	27	AFIRMADO <input checked="" type="checkbox"/>
3	25	24	23	32	31	28	35	36	27	35	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	29	35	25	32	28	28	38	31	24	28	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
5	23	32	24	32	30	35	33	34	27	32	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
6	32	32	32	27	29	32	29	29	30	30	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
7	33	35	23	30	24	32	23	31	26	34	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
8	36	36	26	33	31	29	32	30	30	28	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
9	30	29	23	31	25	26	37	28	25	27	SELLO <input type="checkbox"/>
10	32	31	27	25	24	31	23	29	27	21	
11	32	23	27	25	30	32	22	33	32	25	
12	29	27	24	24	31	27	21	37	29	32	
13	32	24	27	20	29	28	17	30	22	18	
14	38	27	29	27	28	35	27	30	25	17	
15	24	26	26	29	31	27	27	25	23	20	
16	31	28	31	27	30	29	15	29	23	25	
17	29	26	27	33	27	28	35	27	29	25	
18	15	24	26	30	30	27	20	25	23	32	
19	28	24	27	30	35	31	29	8	26	33	
20	27	27	28	36	30	34	29	23	27	35	

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

**HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA**

Value	Frequency
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	1
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	2
18	3
19	2
20	3
21	2
22	4
23	11
24	15
25	14
26	9
27	28
28	12
29	18
30	16
31	13
32	20
33	6
34	3
35	9
36	5
37	2
38	2
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0

**Calculo del Rango D:**  
 Unidad fraccionada extremo inferior : 0.33 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.89 unidad merlin  
 Unidades Centro : 14 unidad merlin  
 Rango D : 15.22 unidad merlin  
 Rango D en mm : 76.11 mm

**Calculo del Rango D corregido:**  
 Factor de corrección:  
 $F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$   
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1  
 Rango D corregido: 76.11 mm

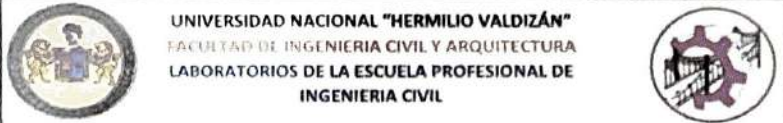
**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**  
 Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.18 m/km

**Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA**  
 Maestría

**Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES**  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil - HUÁNUCO

**Robín Alfredo VIGO ROJAS**  
 Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO: Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. OPERADOR: A.H.E.O.  
 FECHA : 10/02/2023

TRAMO : VillasoI-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
 CARRIL : Único

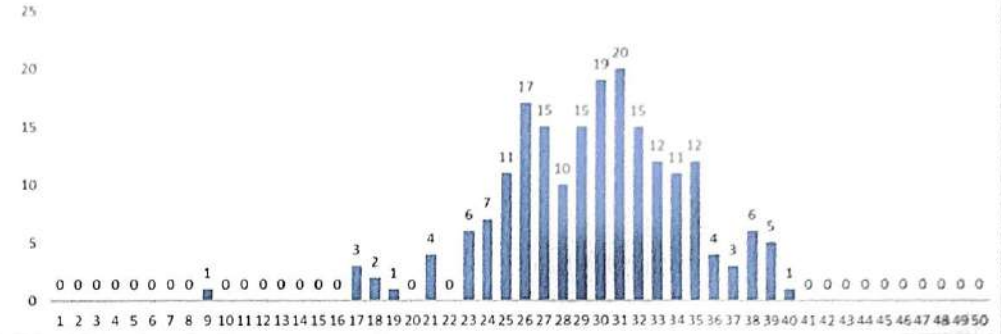
ENSAYO N° 10 Inicio Km: 0+015.00 Fin Km: 0+040.80

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	17	21	26	26	29	35	25	25	25	27
2	31	30	25	28	31	38	26	34	26	30
3	26	24	25	32	34	30	36	39	28	37
4	32	35	28	33	31	29	39	31	25	31
5	26	32	24	35	31	35	34	37	27	35
6	34	35	32	29	32	34	31	29	33	31
7	35	36	23	33	25	32	23	34	27	36
8	39	38	27	34	31	31	33	30	33	31
9	30	29	23	31	25	29	38	31	27	30
10	34	33	30	28	26	33	24	30	30	23
11	32	24	29	27	30	35	23	35	32	25
12	29	28	25	26	34	28	24	38	32	34
13	35	24	29	21	31	30	17	32	23	19
14	39	29	29	30	28	38	27	32	28	18
15	26	26	27	29	31	28	27	26	25	21
16	32	30	32	30	30	31	18	33	24	26
17	32	26	27	35	27	31	36	30	29	27
18	17	27	28	33	33	27	21	27	26	35
19	29	26	30	33	37	31	32	9	26	34
20	30	31	30	40	33	38	31	26	29	39

- TIPO DE PAVIMENTO:  AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMADA
- TRATAMIENTO BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARPETA EN CALIENTE
- RECAPEO ASFALTICO
- SELLO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA



**Calculo del Rango D:**  
 Unidad fraccionada extremo inferior : 0.25 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.33 unidad merlin  
 Unidades Centro : 15 unidad merlin  
 Rango D : 15.58 unidad merlin  
 Rango D en mm : 77.92 mm

**Calculo del Rango D corregido:**  
 Factor de corrección:  
 $F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$   
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1  
 Rango D corregido: 77.92 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**  
 Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.26 m/km

Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil

Robin Alfredo VICO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Ingeniería Civil





UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE  
 INGENIERIA CIVIL



**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco.  
**OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/03/2023

**TRAMO:** Villasal-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

ENSAYO N° 13 Inicio Km: 0+015.00 Fin Km: 0+040.80

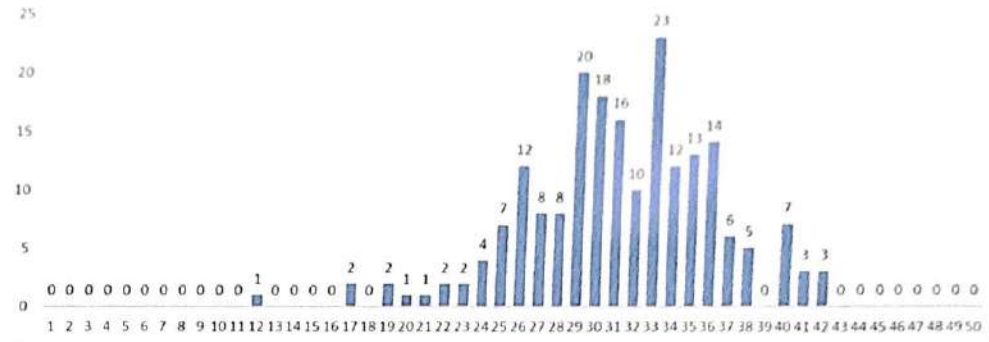
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	17	23	26	26	29	36	25	28	26	27
2	31	30	26	31	34	40	29	36	28	30
3	26	27	25	34	36	33	36	42	31	40
4	35	36	29	33	31	30	40	32	26	33
5	29	32	25	36	31	35	34	37	28	38
6	37	35	34	29	33	36	34	30	36	32
7	38	36	24	34	28	34	25	36	30	36
8	41	40	29	37	31	33	35	31	33	31
9	32	31	26	33	27	29	38	32	30	33
10	37	33	32	31	29	34	24	33	31	24
11	33	24	29	30	33	35	25	36	34	26
12	29	30	25	29	35	30	26	41	33	38
13	37	27	30	22	33	32	17	35	25	22
14	42	30	32	31	30	40	30	34	31	19
15	29	29	30	30	32	28	29	29	28	23
16	33	31	35	30	33	33	20	35	26	27
17	33	26	30	35	29	33	38	32	29	28
18	19	27	29	34	36	28	21	30	26	35
19	29	27	31	34	40	31	35	12	27	36
20	33	35	33	41	37	42	33	29	33	40

TIPO DE PAVIMENTO:

- AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMADA
- TRATAMIENTO BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARPETA EN CALIENTE
- RECAPEO ASFALTICO
- SELLO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA**



**Calculo del Rango D:**

- Unidad fraccionada extremo inferior : 0.50 unidad merlin
- Unidad fraccionada extremo superior: 0.43 unidad merlin
- Unidades Centro : 15 unidad merlin
- Rango D : 15.93 unidad merlin
- Rango D en mm : 79.64 mm

**Calculo del Rango D corregido:**

- Factor de corrección:
- F.C. =  $(EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$
- EP : 6
- PI : 25
- PF : 13
- FC : 1
- RB : 1

Rango D corregido: 79.64 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**

- Correlaciones D vs IRI
- a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)
- b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)
- IRI : 4.34 m/km

*Allan Hugo Espinoza Ortega*  
 Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

*Kevin Edson Campos Benavides*  
 Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil

*Robín Alfredo Vigo Rojas*  
 Ing. Civil Robín Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE  
 INGENIERÍA CIVIL



**ENSAYOS PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO: Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. OPERADOR: A.H.E.O.  
 FECHA : 10/04/2023  
 TRAMO : Villaso/ Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
 CARRIL : Único

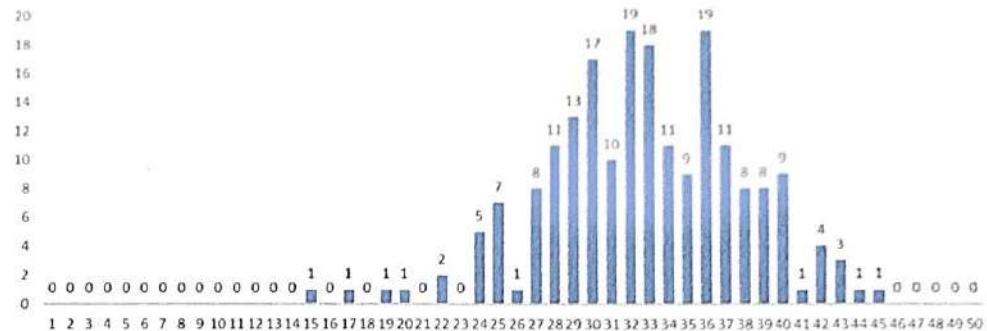
ENSAYO N° 16 Inicio Km: 0+015.00 Fin Km: 0+040.80

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	24	27	29	31	36	25	28	28	30
2	32	32	29	31	35	40	30	37	28	32
3	26	27	27	36	36	33	38	45	33	40
4	37	39	32	33	32	31	42	32	27	34
5	29	35	28	36	32	37	36	40	30	40
6	40	38	37	30	33	39	36	31	36	35
7	39	37	25	34	29	36	25	37	32	38
8	44	40	32	37	34	34	36	31	33	31
9	32	31	27	33	30	29	41	34	30	36
10	40	34	32	34	30	35	25	33	33	25
11	35	25	29	33	34	36	28	38	37	28
12	30	32	25	32	38	33	29	43	37	39
13	39	30	30	24	35	34	17	37	28	24
14	43	33	34	33	33	42	30	37	31	22
15	29	31	32	30	35	28	32	30	28	24
16	33	32	36	32	33	34	24	38	28	29
17	33	27	32	36	30	33	39	35	30	28
18	19	27	29	36	39	29	22	32	29	36
19	29	30	33	35	40	31	38	15	27	38
20	36	39	36	43	40	42	36	30	36	42

- TIPO DE PAVIMENTO: AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMADA
- TRATAMIENTO BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARPETA EN CALIENTE
- RECAPEO ASFALTICO
- SELLO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA



**Calculo del Rango D:**

Unidad fraccionada extremo inferior : 0.20 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.00 unidad merlin  
 Unidades Centro : 16 unidad merlin  
 Rango D : 16.20 unidad merlin  
 Rango D en mm : 81.00 mm

**Calculo del Rango D corregido:**

Factor de corrección:  
 $F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$   
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1

Rango D corregido: 81.00 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**

Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.41 m/km

Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil

Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL

**ENSAYOS DE  
LABORATORIO DEL  
AFIRMADO ESTADO  
NATURAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**



**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL (SIN ADITIVOS)

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** DICIEMBRE DEL 2022

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2216, (Contenido de humedad por diferencia de pesos)

**2.- Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material agregado

**3.- Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno.

**4.- Analisis:**

Nº ensayos	SUELOS NATURAL			
	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
Peso natural humedo + bandeja (g)	242.0	275.2	240.8	247.5
Peso natural seco + bandeja (g)	237.0	270.3	235.5	242.0
peso bandeja (g)	69.6	88.2	69.3	78.1

**5.- Resultados:**

Nº ensayos	M- 01	M- 02	M- 03	M- 04
Peso humedo (g)	172.4	187.0	171.5	169.4
Peso seco (g)	167.4	182.1	166.2	163.9
Peso del agua (g)	5.0	4.9	5.3	5.5
Contenido de humedad (%)	2.99 %	2.69 %	3.19 %	3.36 %

<b>PROMEDIO CONTENIDO HUMEDAD (%)</b>	<b>3.06 %</b>
---------------------------------------	---------------



Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de  
 Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL (SIN ADITIVOS)

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** DICIEMBRE DEL 2022

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2487, (Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes)

ASTM D - 422, (Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils)

**2.- Objeto:** Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

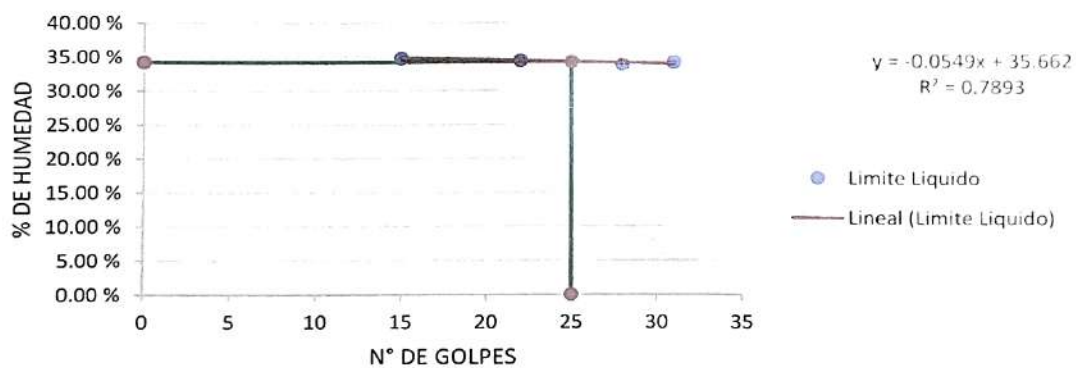
**3.- Materiales:** Test Sieve, Balanza digital, Casagrande, accesorios de Atterberg, horno, bandejas.

**4.- Analisis:**

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Limite Liquido				Limite Plastico			
	15	22	28	31	M-01	M-02	M-03	M-04
Numero de golpes								
Peso muestra humedad + tara:	27.113	25.899	24.708	25.170	1.715	2.280	2.470	2.306
Peso muestra seca + tara:	21.997	21.205	20.248	20.540	1.610	2.074	2.191	2.079
Peso de tara:	7.323	7.600	7.072	6.988	1.215	1.233	1.189	1.214
Peso contenido de agua:	5.116	4.694	4.460	4.630	0.105	0.206	0.279	0.227
Peso suelos seco:	14.674	13.605	13.176	13.552	0.395	0.841	1.002	0.865
% de humedad:	34.86 %	34.50 %	33.85 %	34.16 %	26.58 %	24.49 %	27.84 %	26.24 %

**5.- Resultados:**

**GRAFICO LIMITE LIQUIDO**



Limite Liquido (LL) :	<b>34.29 %</b>
Limite Plastico (LP) :	<b>26.30 %</b>
Indice Plastico (IP) :	<b>7.99 %</b>

**Nota:** Muestras traído al laboratorio por el solicitante

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio  
 de Ingeniería Civil



Ing. Civil Roberto Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 de Geotecnia-UNHEVAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO**



**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIOR ACELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL (SIN ADITIVOS)

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** FEBRERO DEL 2023

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2487, (Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes)

ASTM D - 422, (Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils)

**2.- Objeto:** Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.**3.- Materiales:** Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, Casagrande, accesorios de Atterberg, horno, bandejas.**Datos en el momento del ensayo del Laboratorio:**

Peso Bandeja:		<b>491.00 g.</b>	Peso muestra lavado + tara:			<b>5485.00 g.</b>
<b>GRANULOMETRÍA</b>						
Cribas		Peso retenido (g.)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado	Peso Muestra lavado seco: 4994.00 g.
Pulg.	mm					
3"	75.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %	
2.1/2"	63.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %	D <sub>60</sub> : 9.56
2"	50.000	455.20	9.18 %	9.18 %	90.82 %	D <sub>30</sub> : 1.30
1.1/2"	38.100	345.10	6.96 %	16.14 %	83.86 %	D <sub>10</sub> : 0.15
1"	25.000	485.30	9.79 %	25.93 %	74.07 %	
3/4"	19.000	375.40	7.57 %	33.50 %	66.50 %	Error mecánico <3%+
2"	12.500	328.20	6.62 %	40.12 %	59.88 %	36.10 g.
1 1/8"	9.500	239.10	4.82 %	44.94 %	55.06 %	0.72 %
1 1/4"	6.300	304.40	6.14 %	51.08 %	48.92 %	
# 04	4.750	174.40	3.52 %	54.60 %	45.40 %	
# 10	2.000	496.50	10.01 %	64.62 %	35.38 %	Diametro Nominal de la partícula mayor
# 20	0.850	437.70	8.83 %	73.44 %	26.56 %	63.00
# 30	0.600	181.50	3.66 %	77.11 %	22.89 %	
# 40	0.425	180.70	3.64 %	80.75 %	19.25 %	
# 50	0.300	166.50	3.36 %	84.11 %	15.89 %	
# 60	0.250	75.60	1.52 %	85.63 %	14.37 %	
# 100	0.150	216.60	4.37 %	90.00 %	10.00 %	Coficiente Uniformidad <b>Cu: 63.69</b>
# 200	0.075	279.40	5.64 %	95.64 %	4.36 %	
Cazoleta:		216.30	4.36 %	100.00 %	0.00 %	
<b>TOTAL:</b>		<b>4957.90</b>	<b>100.00</b>			Coficiente Gradacion <b>Cc: 1.18</b>







**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO**



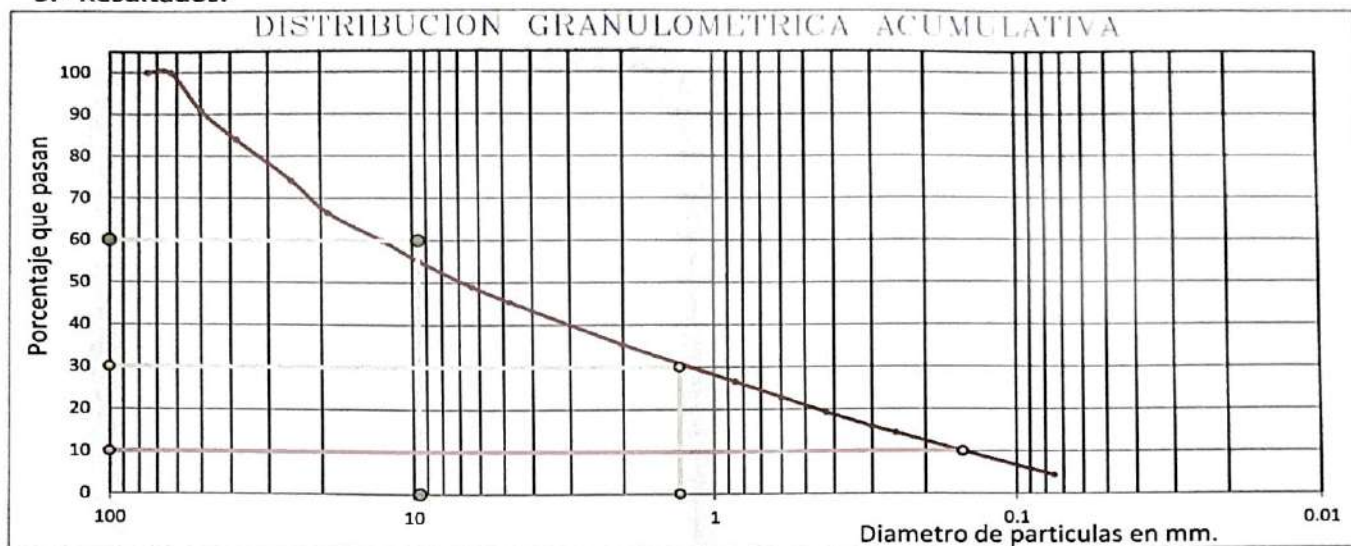
**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIOR ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL (SIN ADITIVOS)

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** FEBRERO DEL 2023

**5.- Resultados:**



Limite Liquido : (LL) 34.29%

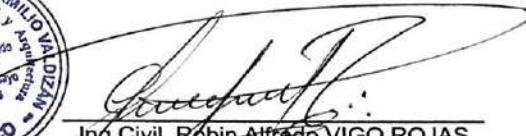
Limite Plastico : (LP) 26.30%

Indice Plastico : (Ip) 7.99%

SIMBOLO DEL GRUPO SUCS	SIMBOLO DEL GRUPO AASHTO
<b>GW</b>	<b>A-1-a</b>
Grava bien graduadas	Fragmento de roca, grava y arena

  
 Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



  
 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**



<b>PROYECTO:</b>	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO
<b>UBICACIÓN:</b>	CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO
<b>SOLICITA:</b>	ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA
<b>ORIGEN:</b>	CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL (SIN ADITIVOS)
<b>FECHA:</b>	FEBRERO DEL 2023
<b>CERTIFICADO:</b>	LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:**  
ASTM D-1557, ASTM D-1883 MTC E 115-2000, J. E. Bowles ( Experimento N° 9)
- 2.- **Objeto:**  
Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas
- 3.- **Materiales:**  
Molde de 6 pulgadas, Pisón ó Martillo, Balanza, Horno de Secado, Regla, Tamices ó Mallas.- De ¼ pulg (19,0 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm). Herramientas de Mezcla, cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc.
- 4.- **Análisis:**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR**  
**ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2104.92	2104.92	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6004	6148	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,678	11,095	11,110	10,745
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,674	4,947	4,962	4,741
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.221	2.350	2.357	2.252
Recipiente Numero		1	2	3	4
Peso de la Tara	gr.	68.6	56.7	54.3	64.2
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	401.3	595.9	582.0	465.5
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	388.2	565.0	547.0	433.0
Peso del agua	gr.	13.1	30.9	35.0	32.5
Peso del suelo seco	gr.	320	508	493	369
Contenido de agua	%	4.1	6.1	7.1	8.8
Densidad Seca	gr/cc	2.133	2.216	2.201	2.070

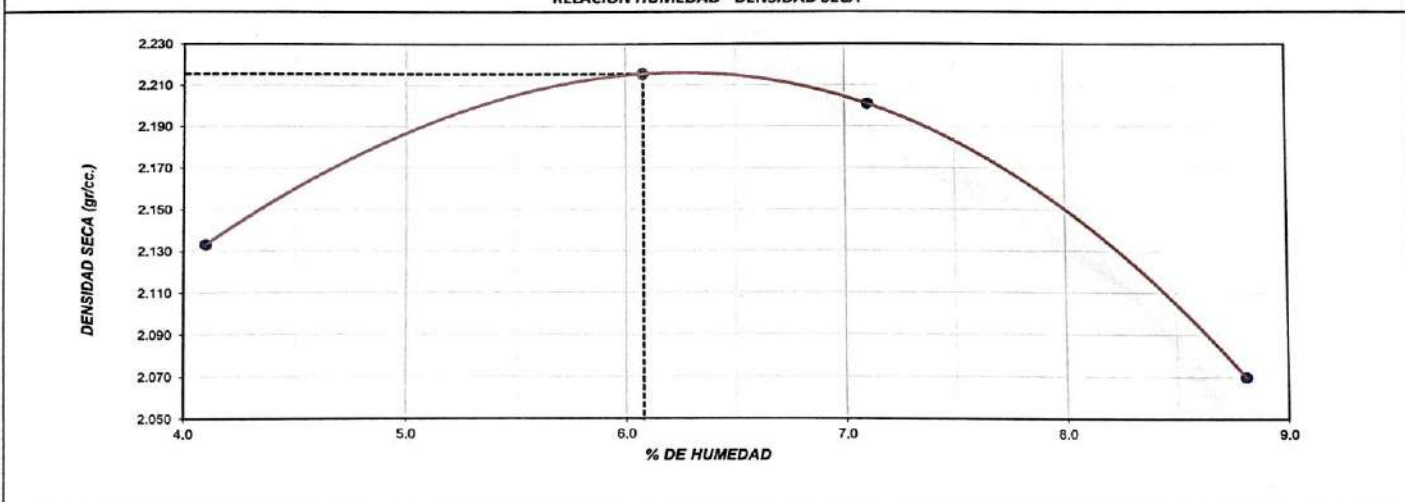
**Densidad Máxima Seca:**

2.216 gr/cm<sup>3</sup>.

**Contenido Humedad Optima:**

6.1 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VICO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO  
**UBICACIÓN:** CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO  
**SOLICITA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA  
**ORIGEN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL (SIN ADITIVOS)  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2023  
**CERTIFICADO:** LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:** ASTM D-1557, ASTM D-1883, MTC E 115-2000, J. E. Bowles ( Experimento N° 9)
- 2.- **Objeto:** Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas
- 3.- **Materiales:** Molde de 6 pulgadas, Pisón ó Martillo, Balanza, Horno de Secado, Regla, Tamices ó Mallas.- De ¼ pulg (19,0 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm), Herramientas de Mezcla, cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc.
- 4.- **Análisis:**

**METODO "C"**

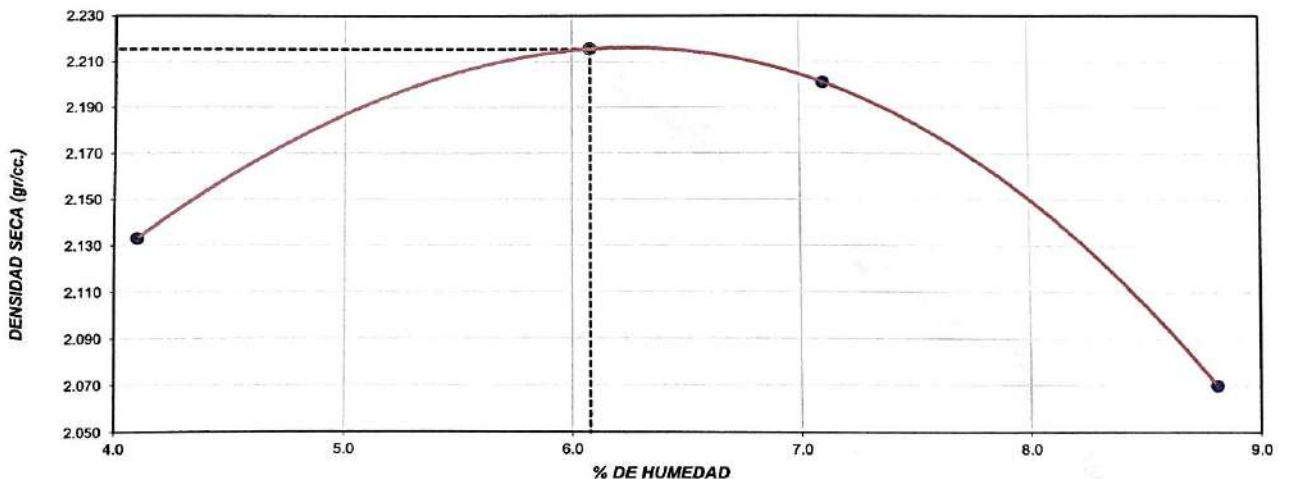
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
 ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde                      2104.92                      cm<sup>3</sup>  
 Peso Molde                              6004                              gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.221	2.350	2.357	2.252
Contenido de agua	%	4.1	6.1	7.1	8.8
Densidad Seca	gr/cc	2.133	2.216	2.201	2.070

**Densidad Máxima Seca:** 2.216 gr/cm<sup>3</sup>                      **Contenido Humedad Optima:** 6.1 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*[Signature]*  
 Edwin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



*[Signature]*  
 Ing. Civil, Robin Alfredo BEO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**ENSAYO DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)**



**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

<b>UBICACIÓN:</b>	CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO
<b>SOLICITA:</b>	ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA
<b>ORIGEN:</b>	CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL (SIN ADITIVOS)
<b>FECHA:</b>	FEBRERO DEL 2023
<b>CERTIFICADO:</b>	LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:**  
ASTM D1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
- 2.- **Objeto:**  
Determinar el índice de resistencia de suelos que se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado.
- 3.- **Materiales:**  
cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc
- 4.- **Análisis:**

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA**  
**ASTM D1883**

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde Nº	2		4		1	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Peso suelo + molde (gr.)	16,669	16,610	16,589	16,538	16,302	16,248
Peso molde (gr.)	8,946	8,946	8,946	8,946	9,026	9,026
Peso suelo compactado (gr.)	7,723	7,664	7,643	7,592	7,276	7,222
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3,340	3,340	3,340	3,340	3,340	3,340
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2.312	2.295	2.288	2.273	2.179	2.162
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )		2.134		2.132		2.024

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	2	4	1
Peso de tara (gr.)	64.2	91.7	54.3
Tara + suelo húmedo (gr.)	225.7	389.8	211.1
Tara + suelo seco (gr.)	214.4	371.3	201.1
Peso de agua (gr.)	11.3	18.5	10.0
Peso de suelo seco (gr.)	150.2	279.6	146.8
Humedad (%)	7.5	6.6	6.8

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde Nº 2				Molde Nº 4				Molde Nº 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		91	4.5			84	4.2			75	3.7		
0.050		191	9.4			184	9.1			175	8.6		
0.075		299	14.8			293	14.5			283	14.0		
0.100	70.307	417	20.7	33.0	46.9	411	20.3	27.0	38.4	401	19.9	24.0	34.1
0.150		544	27.0			538	26.6			528	26.2		
0.200	105.460	701	34.7	44.0	41.7	694	34.4	39.5	37.5	685	33.9	37.5	35.6
0.300		902	44.6			896	44.4			887	43.9		
0.400		1078	53.4			1071	53.0			1062	52.6		
0.500		1206	59.7			1199	59.4			1190	58.9		

**Edwin Edson CAMPOS BENAVIDES**  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de  
 Ingeniería Civil



**Ing. Civil Robin Alcedo VICO ROJAS**  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 de Geotecnia-UNHEVAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)**

<b>PROYECTO:</b>	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO
<b>UBICACIÓN:</b>	CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO
<b>SOLICITA:</b>	ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA
<b>ORIGEN:</b>	CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL (SIN ADITIVOS)
<b>FECHA:</b>	FEBRERO DEL 2023
<b>CERTIFICADO:</b>	LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

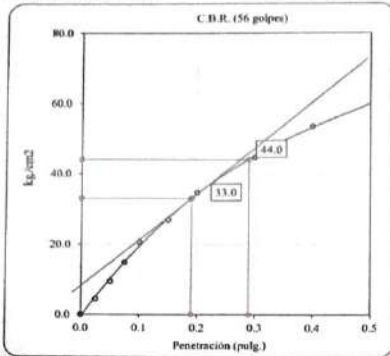
- 1.- **Referencia:** ASTM D1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
- 2.- **Objeto:** Determinar el índice de resistencia de suelos que se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado.
- 3.- **Materiales:** cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc
- 4.- **Análisis:**

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
 ASTM D1883**

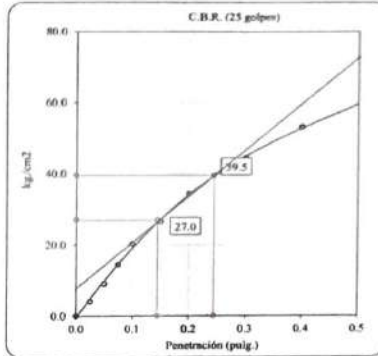
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 2.216 gr./cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% 2.105 gr./cm<sup>3</sup>

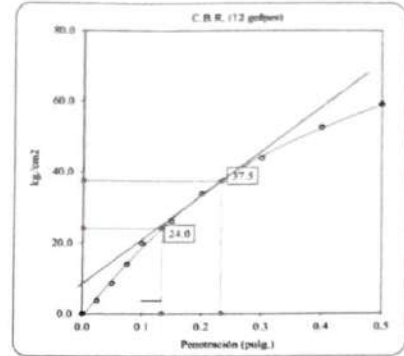
Óptimo Contenido de Humedad 6.1 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 46.937 %

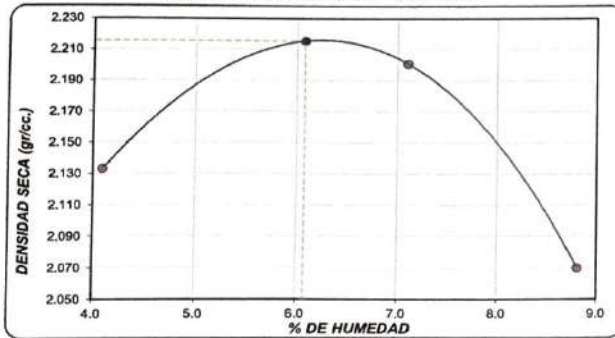


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 38.403 %



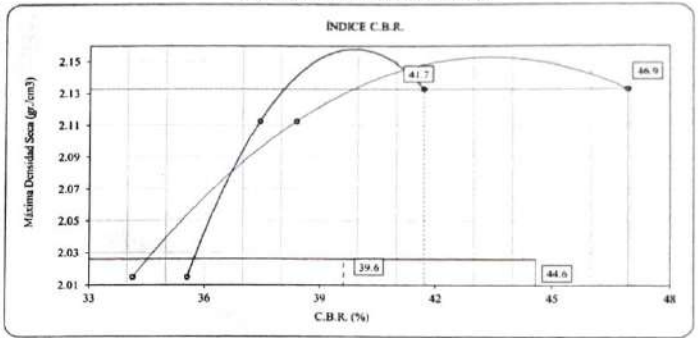
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 34.136 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 46.9 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 44.6 %

**CURVA CBR V% DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 41.7 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 39.6 %

*Kevin Edson Campos Benavides*  
 Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



*Robín Alfredo Vico Rojas*  
 Ing. Civil Robín Alfredo VICO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE  
 INGENIERÍA CIVIL

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO: Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. OPERADOR: A.H.E.O.  
 FECHA : 10/11/2022  
 TRAMO : Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
 CARRIL : Único

ENSAYO N° 2 Inicio Km: 0+045.80 Fin Km: 0+071.60

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	11	17	19	18	21	13	23	23	22
2	6	20	16	22	22	22	10	19	19	23
3	11	18	16	22	28	21	10	13	21	12
4	7	19	16	24	29	24	13	14	21	25
5	8	22	13	23	24	20	13	18	21	22
6	4	21	14	25	17	20	17	20	17	22
7	5	21	17	23	20	17	23	16	17	19
8	7	20	20	24	16	16	23	16	17	17
9	11	18	22	22	10	16	25	20	18	17
10	16	17	24	22	11	17	23	24	21	14
11	16	17	24	21	14	17	23	20	19	16
12	25	17	22	18	16	20	20	16	20	20
13	34	18	20	17	18	23	18	17	21	20
14	35	18	17	16	21	25	13	18	19	20
15	34	21	10	13	23	30	18	18	19	19
16	28	22	8	14	24	30	24	16	18	17
17	21	21	8	11	25	28	24	16	18	19
18	18	21	11	13	24	28	22	20	19	19
19	14	20	14	16	22	24	21	23	19	16
20	11	18	16	18	22	17	23	23	19	16

TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRATAMIENTO BICAPA

CARPETA EN FRIO

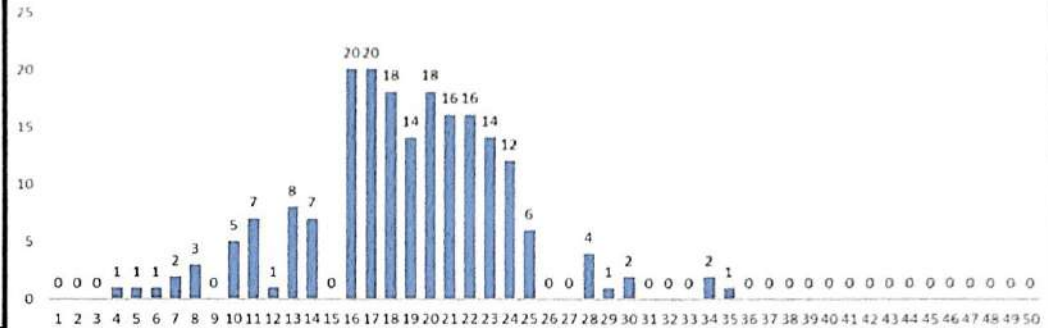
CARPETA EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA



**Calculo del Rango D:**

Unidad fraccionada extremo inferior : 0.60 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.00 unidad merlin  
 Unidades Centro : 14 unidad merlin  
 Rango D : 14.60 unidad merlin  
 Rango D en mm : 73 mm

**Calculo del Rango D corregido:**

Factor de corrección:  
 F.C. = (EP x 10) / [(LI - LF) x 5]  
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1

Rango D corregido: 73 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**

Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando 2.4 < IRI < 15.9, entonces IRI = 0.593 + 0.0471 D (1)  
 b. Cuando IRI < 2.4, entonces IRI = 0.0485 D (2)  
 IRI : 4.03 m/km

Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Maestría  
 Laboratorio de Ingeniería Civil

Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE  
 INGENIERIA CIVIL



**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. **OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/12/2022

**TRAMO:** VillasoI-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

ENSAYO N° **5** Inicio Km: **0+045.80** Fin Km: **0+071.60**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	13	14	19	19	18	21	13	23	24	23
2	8	22	18	23	22	25	12	21	19	26
3	11	20	19	24	31	24	11	16	21	15
4	10	21	20	27	31	25	15	16	23	26
5	9	24	16	26	26	21	15	21	22	23
6	5	24	15	25	19	23	18	23	20	23
7	6	23	19	26	23	20	25	19	19	22
8	9	22	22	25	20	18	24	19	19	18
9	14	18	22	25	13	16	28	20	20	18
10	16	20	24	22	14	20	25	24	23	14
11	18	19	24	22	18	18	26	23	20	18
12	27	18	24	21	18	21	22	20	22	23
13	37	21	21	20	19	24	18	20	21	21
14	38	21	20	16	23	25	15	19	20	21
15	34	24	13	16	23	30	19	21	19	20
16	30	25	13	15	26	31	25	20	19	21
17	24	24	11	14	26	30	27	16	21	22
18	18	23	12	14	28	28	23	22	22	21
19	14	22	14	18	23	24	23	26	20	19
20	15	21	18	20	23	20	26	26	23	20

**TIPO DE PAVIMENTO:**

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRATAMIENTO BICAPA

CARPETA EN FRIO

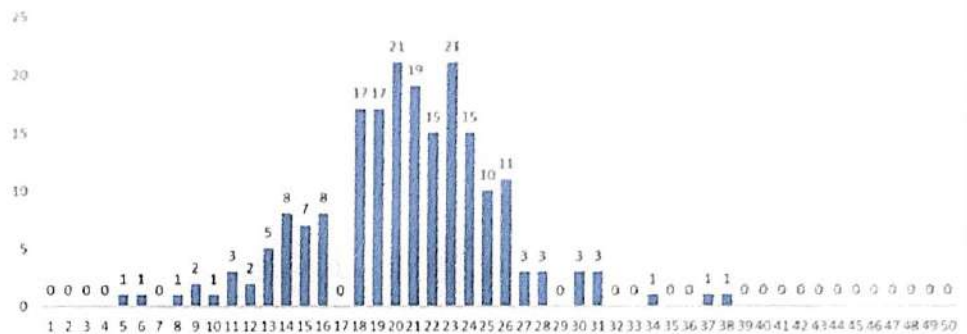
CARPETA EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA**



**Calculo del Rango D:**

Unidad fraccionada extremo inferior : 0.50 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.67 unidad merlin  
 Unidades Centro : 14 unidad merlin  
 Rango D : 15.17 unidad merlin  
 Rango D en mm : 75.83 mm

**Calculo del Rango D corregido:**

Factor de corrección:  
 $F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$   
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1

Rango D corregido: 75.83 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**

Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.16 m/km


*Aff*  
 2022


Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil

Robín Alfredo VIGO ROJAS  
 Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL




**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ENSAYOS PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. **OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/01/2023

**TRAMO:** Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

**ENSAYO N°** 8 **Inicio Km:** D+045.80 **Fin Km:** 0+071.60

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	19	20	24	23	19	24	17	28	27	27	<b>TIPO DE PAVIMENTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/> AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/> CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/> SELLO
2	11	25	23	29	26	29	19	25	24	28	
3	14	23	20	28	32	29	17	20	22	16	
4	12	27	23	30	34	29	18	20	28	33	
5	9	28	20	31	30	22	19	26	29	28	
6	6	28	17	28	26	27	22	29	25	28	
7	10	27	23	30	26	25	25	19	22	25	
8	13	28	29	30	27	24	26	21	24	25	
9	16	21	28	26	14	16	31	20	25	23	
10	16	20	27	24	18	26	29	29	30	20	
11	23	21	29	28	22	19	30	28	24	19	
12	33	23	28	25	25	27	26	25	26	25	
13	41	27	25	23	26	28	22	21	21	24	
14	44	22	21	19	28	30	17	22	23	23	
15	36	30	18	19	25	30	24	24	21	23	
16	33	28	16	17	30	34	30	23	26	26	
17	26	27	15	19	28	31	29	19	21	29	
18	24	23	19	15	30	31	27	26	27	25	
19	16	24	19	25	25	28	30	28	23	22	
20	20	26	23	24	28	24	30	30	29	26	

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE  
 INGENIERIA CIVIL



**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco.  
**OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/02/2024

**TRAMO:** Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

ENSAYO N° **11** Inicio Km: **D+045.80** Fin Km: **O+071.60**

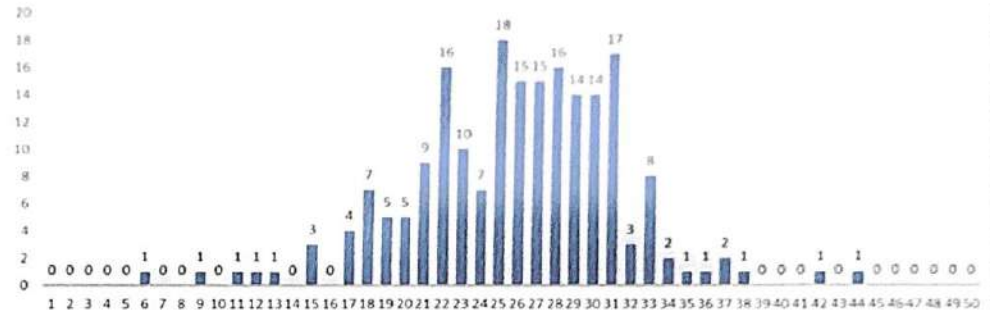
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19	23	27	23	21	26	17	28	30	30
2	12	27	25	30	28	31	22	26	27	31
3	15	26	22	29	35	30	18	21	24	17
4	15	30	23	33	37	31	18	22	29	34
5	9	29	23	31	30	23	21	26	31	28
6	6	29	19	28	27	29	22	32	26	29
7	11	28	25	32	26	25	26	22	23	25
8	13	28	31	33	30	27	29	23	25	25
9	19	21	28	27	17	19	33	22	25	26
10	18	23	28	25	18	27	31	31	30	21
11	26	22	31	28	22	22	30	31	25	22
12	34	25	29	25	27	30	26	28	29	28
13	42	27	27	23	27	31	22	21	24	27
14	44	22	22	20	30	33	20	25	25	26
15	38	32	21	21	25	30	24	24	22	23
16	36	28	18	17	33	37	31	26	27	29
17	28	28	18	20	31	31	29	21	22	30
18	25	26	20	15	31	33	28	27	30	25
19	18	24	19	25	27	31	33	28	24	22
20	20	29	24	26	29	25	31	33	29	26

**TIPO DE PAVIMENTO:**

- AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMADA
- TRATAMIENTO BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARPETA EN CALIENTE
- RECAPEO ASFALTICO
- SELLO

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

**HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA**



**Calculo del Rango D:**

Unidad fraccionada extremo inferior : 0.50 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.88 unidad merlin  
 Unidades Centro : 15 unidad merlin  
 Rango D : 16.38 unidad merlin  
 Rango D en mm : 81.88 mm

**Calculo del Rango D corregido:**

Factor de corrección:  
 $F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$   
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1

Rango D corregido: 81.88 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**

Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.45 m/km

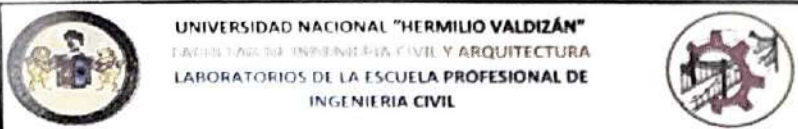
Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo

Robín Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio

Laboratorio de Ingeniería Civil Huánuco de Geotecnia-UNHEVAL





UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE  
 INGENIERÍA CIVIL

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO: Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. OPERADOR: A.H.E.O. FECHA : 10/03/2023

TRAMO : Villasoñ-Maraypampa-Huanucalla-Pillao

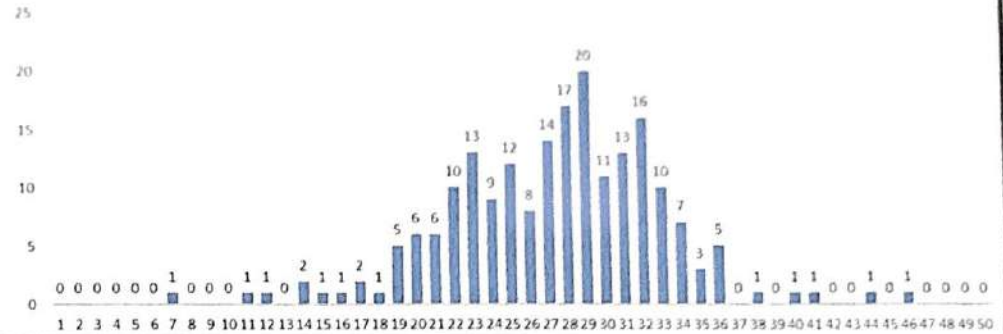
CARRIL : Único

ENSAYO N° 14 Inicio Km: 0+045.80 Fin Km: 0+071.60

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	24	29	26	23	26	20	29	30	31	TIPO DE PAVIMENTO:
2	12	28	28	32	29	32	25	29	29	33	AFIRMADO
3	17	28	22	32	36	32	21	23	27	20	AFIRMADO
4	16	31	25	36	40	31	19	25	29	35	BASE GRANULAR
5	11	32	23	34	31	23	23	26	34	29	BASE GRANULAR
6	7	30	19	31	28	32	25	33	27	31	BASE IMPRIMADA
7	14	30	25	35	26	28	28	24	25	25	BASE IMPRIMADA
8	14	28	33	34	32	27	29	24	27	27	TRATAMIENTO BICAPA
9	21	23	30	29	19	21	36	22	27	29	TRATAMIENTO BICAPA
10	19	23	28	26	19	29	32	32	32	22	CARPETA EN FRIO
11	29	23	31	28	23	23	33	33	28	22	CARPETA EN FRIO
12	36	28	31	27	28	32	28	31	33	30	CARPETA EN CALIENTE
13	44	30	27	24	30	31	23	22	24	29	CARPETA EN CALIENTE
14	46	25	22	22	33	34	20	27	25	27	RECAPEO ASFALTICO
15	41	32	23	21	25	30	27	24	25	26	RECAPEO ASFALTICO
16	36	29	20	17	34	38	35	29	29	30	SELLO
17	28	31	20	20	34	32	29	22	24	31	SELLO
18	27	29	21	15	32	33	30	29	31	26	SELLO
19	18	25	22	26	27	34	33	28	24	23	SELLO
20	21	32	24	28	30	27	32	33	29	28	SELLO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA



**Calculo del Rango D:**

Unidad fraccionada extremo inferior : 0.00 unidad merlin

Unidad fraccionada extremo superior: 0.00 unidad merlin

Unidades Centro : 17 unidad merlin

Rango D : 17.00 unidad merlin

Rango D en mm : 85.00 mm

*[Signature]*  
 Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

**Calculo del Rango D corregido:**

Factor de corrección:

F.C. =  $(EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$

EP : 6

PI : 25

PF : 13

FC : 1

RB : 1

Rango D corregido: 85.00 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**

Correlaciones D vs IRI

a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)

b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)

IRI : 4.60 m/km

*[Signature]*

*[Signature]*

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo

Robín Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. **OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/04/2023  
**TRAMO:** Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

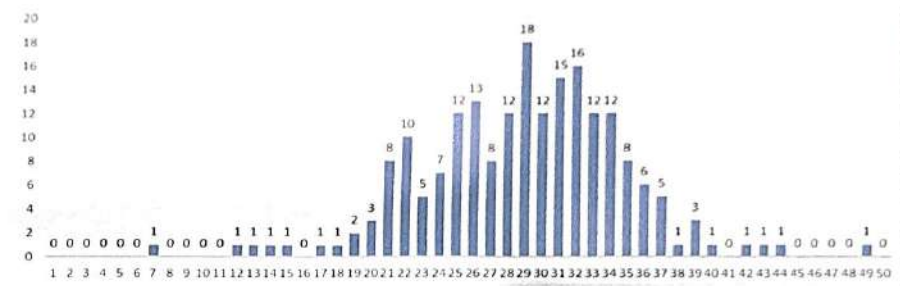
ENSAYO N° 17 Inicio Km: D+045.80 Fin Km: D+071.60

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	22	24	29	26	23	26	20	29	30	31
2	12	28	28	32	29	32	25	29	29	33
3	17	28	22	32	36	32	21	23	27	20
4	16	31	25	36	40	31	19	25	29	35
5	11	32	23	34	31	23	23	26	34	29
6	7	30	19	31	28	32	25	33	27	31
7	14	30	25	35	26	28	28	24	25	25
8	14	28	33	34	32	27	29	24	27	27
9	21	23	30	29	19	21	36	22	27	29
10	19	23	28	26	19	29	32	32	32	22
11	29	23	31	28	23	23	33	33	28	22
12	36	28	31	27	28	32	28	31	33	30
13	44	30	27	24	30	31	23	22	24	29
14	46	25	22	22	33	34	20	27	25	27
15	41	32	23	21	25	30	27	24	25	26
16	36	29	20	17	34	38	35	29	29	30
17	28	31	20	20	34	32	29	22	24	31
18	27	29	21	15	32	33	30	29	31	26
19	18	25	22	26	27	34	33	28	24	23
20	21	32	24	28	30	27	32	33	29	28

- TIPO DE PAVIMENTO:**  
 AFIRMADO  
 BASE GRANULAR  
 BASE IMPRIMADA  
 TRATAMIENTO BICAPA  
 CARPETA EN FRIO  
 CARPETA EN CALIENTE  
 RECAPEO ASFALTICO  
 SELLO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA



**Calculo del Rango D:**  
 Unidad fraccionada extremo inferior : 0.67 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.80 unidad merlin  
 Unidades Centro : 16 unidad merlin  
 Rango D : 17.47 unidad merlin  
 Rango D en mm : 87.33 mm

**Calculo del Rango D corregido:**  
 Factor de corrección:  
 $F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$   
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1  
 Rango D corregido: 87.33 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**  
 Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.71 m/km

*[Signature]*  
 Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

*[Signature]*  
 Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil

*[Signature]*  
 Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL



**ENSAYOS DE  
LABORATORIO DEL  
AFIRMADO + CENIZA DE  
BAGAZO DE CAÑA + CAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA + 0.5% CAL

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** DICIEMBRE DEL 2022

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2216, (Contenido de humedad por diferencia de pesos)

**2.- Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material agregado

**3.- Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno.

**4.- Analisis:**

MUESTRA N°	1	SUELOS NATURAL			
		M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
N° ensayos					
Peso natural humedo + bandeja (g)		495.0	503.0	445.0	382.0
Peso natural seco + bandeja (g)		483.0	488.0	431.0	370.0
peso bandeja (g)		70.7	64.2	69.2	57.0

**5.- Resultados:**

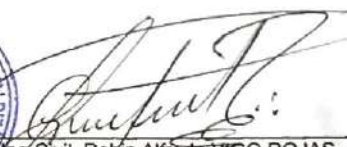
N° ensayos	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
Peso humedo (g)	424.3	438.8	375.8	325.0
Peso seco (g)	412.3	423.8	361.8	313.0
Peso del agua (g)	12.0	15.0	14.0	12.0
Contenido de humedad (%)	2.91 %	3.54 %	3.87 %	3.83 %

<b>PROMEDIO CONTENIDO HUMEDAD (%)</b>	<b>3.54 %</b>
---------------------------------------	---------------



  
 Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de  
 Ingeniería Civil



  
 Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 de Geotecnia-UNHEVAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIOR ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA + 0.5% CAL

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** DICIEMBRE DEL 2022

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2487, (Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes)  
 ASTM D - 422, (Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils)

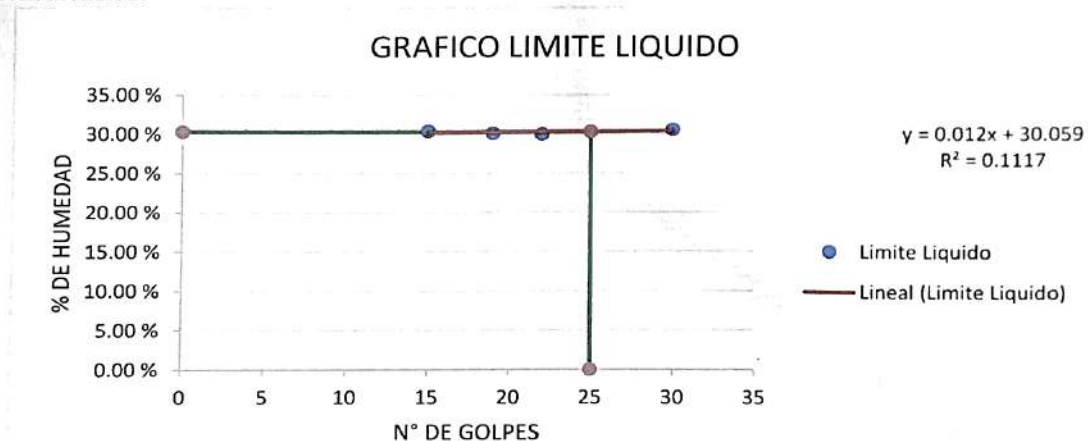
**2.- Objeto:** Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

**3.- Materiales:** Test Sieve, Balanza digital, Casagrande, accesorios de Atterberg, horno, bandejas.

**4.- Analisis:**

ENSAYO DE PLASTICIDAD	Limite Liquido				Limite Plastico			
	15	19	22	30	M-01	M-02	M-03	M-04
Numero de golpes								
Peso muestra humedad + tara:	28.482	23.427	25.245	24.153	3.275	4.124	2.592	4.285
Peso muestra seca + tara:	23.651	19.647	21.126	20.225	2.858	3.600	2.325	3.664
Peso de tara:	7.786	7.119	7.432	7.372	1.195	1.240	1.195	1.204
Peso contenido de agua:	4.831	3.780	4.119	3.928	0.417	0.524	0.267	0.621
Peso suelos seco:	15.865	12.528	13.694	12.853	1.663	2.360	1.130	2.460
% de humedad:	30.45 %	30.17 %	30.08 %	30.56 %	25.08 %	22.20 %	23.63 %	25.24 %

**5.- Resultados:**



Limite Liquido (LL) :	<b>30.36 %</b>
Limite Plastico (LP) :	<b>24.00 %</b>
Indice Plastico (IP) :	<b>6.36 %</b>

**Nota:** Muestras traído al laboratorio por el solicitante

Kevin Edson ZAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ANALISIS GRANULOMETRICO**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA + 0.5% CAL

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**FECHA:** FEBRERO DEL 2023

**1.- Referencia:**

Pag: 1 de 2

ASTM D - 2487, (Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes)

ASTM D - 422, (Standard Test Method for Particle - Size Analysis of Soils)

**2.- Objeto:** Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

**3.- Materiales:** Tamices ASTM E-11, Test Sieve, Balanza digital, Casagrande, accesorios de Atterberg, horno, bandejas.

<b>Datos en el momento del ensayo del Laboratorio:</b>						
Peso Bandeja:		<b>491.00 g.</b>	Peso muestra lavado + tara:		<b>5912.30 g.</b>	
<b>GRANULOMETRÍA</b>						Peso Muestra lavado seco: 5421.30 g.
Cribas		Peso retenido (g.)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado	
Pulg.	mm					
3"	75.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %	
2.1/2"	63.000	0.00	0.00 %	0.00 %	100.00 %	D <sub>60</sub> : 12.11
2"	50.000	500.20	9.23 %	9.23 %	90.77 %	D <sub>30</sub> : 1.70
1.1/2"	38.100	423.40	7.81 %	17.04 %	82.96 %	D <sub>10</sub> : 0.14
1"	25.000	425.60	7.85 %	24.90 %	75.10 %	
3/4"	19.000	415.20	7.66 %	32.56 %	67.44 %	Error mecánico <3%+
1/2"	12.500	338.70	6.25 %	38.81 %	61.19 %	2.10 g.
3/8"	9.500	498.60	9.20 %	48.01 %	51.99 %	0.04 %
1/4"	6.300	265.30	4.90 %	52.90 %	47.10 %	
# 04	4.750	145.30	2.68 %	55.59 %	44.41 %	
# 10	2.000	374.60	6.91 %	62.50 %	37.50 %	Diametro Nominal de la partícula mayor
# 20	0.850	350.60	6.47 %	68.97 %	31.03 %	63.00
# 30	0.600	212.30	3.92 %	72.89 %	27.11 %	
# 40	0.425	204.20	3.77 %	76.65 %	23.35 %	
# 50	0.300	196.30	3.62 %	80.28 %	19.72 %	Coficiente Uniformidad
# 60	0.250	155.60	2.87 %	83.15 %	16.85 %	Cu: 86.15
# 100	0.150	327.50	6.04 %	89.19 %	10.81 %	
# 200	0.075	349.30	6.45 %	95.64 %	4.36 %	
Cazoleta:		236.50	4.36 %	100.00 %	0.00 %	
<b>TOTAL:</b>		<b>5419.20</b>	<b>100.00</b>			Coficiente Gradacion Cc: 1.69





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

---

**UBICACIÓN:** CANTERA VILLASOL - SUELO NATURAL + 1% CENIZA + 0.5% CAL

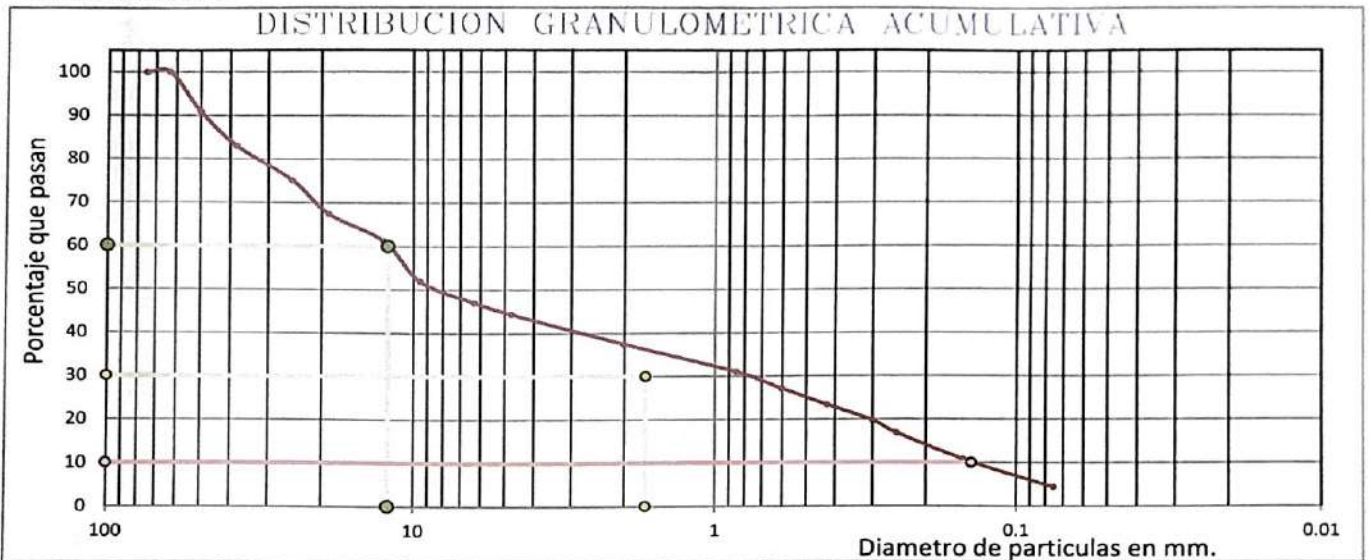
---

**TESISTA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

---

**FECHA:** FEBRERO DEL 2023

**5.- Resultados:**



Limite Liquido : (LL) 30.36%  
 Limite Plastico : (LP) 24.00%  
 Indice Plastico : (Ip) 6.36%

SIMBOLO DEL GRUPO SUCS	SIMBOLO DEL GRUPO AASHTO
<b>GW</b>	<b>A-1-a</b>
Grava bien graduadas	Fragmento de roca, grava y arena

Keylin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**



**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

<b>UBICACIÓN:</b>	CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO
<b>SOLICITA:</b>	ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA
<b>ORIGEN:</b>	CANTERA VILLASOL
<b>FECHA:</b>	FEBRERO DEL 2023
<b>CERTIFICADO:</b>	LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:**  
ASTM D-1557, ASTM D-1883 MTC E 115-2000, J. E. Bowles ( Experimento N° 9)
- 2.- **Objeto:**  
Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas
- 3.- **Materiales:**  
Molde de 6 pulgadas, Pisón ó Martillo, Balanza, Horno de Secado, Regla, Tamices ó Mallas.- De ¼ pulg (19,0 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm), Herramientas de Mezcla, cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc.
- 4.- **Análisis:**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR**  
**ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2104.92	2104.92	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6002	6140	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,910	11,271	11,245	10,967
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,908	5,131	5,105	4,965
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.332	2.438	2.425	2.359
Recipiente Numero		1	2	3	4
Peso de la Tara	gr.	69.6	69.2	64.2	70.7
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	672.6	674.1	512.8	770.3
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	642.7	633.5	475.0	700.1
Peso del agua	gr.	29.9	40.6	37.8	70.2
Peso del suelo seco	gr.	573	564	411	629
Contenido de agua	%	5.2	7.2	9.2	11.2
Densidad Seca	gr/cc	2.216	2.274	2.221	2.122

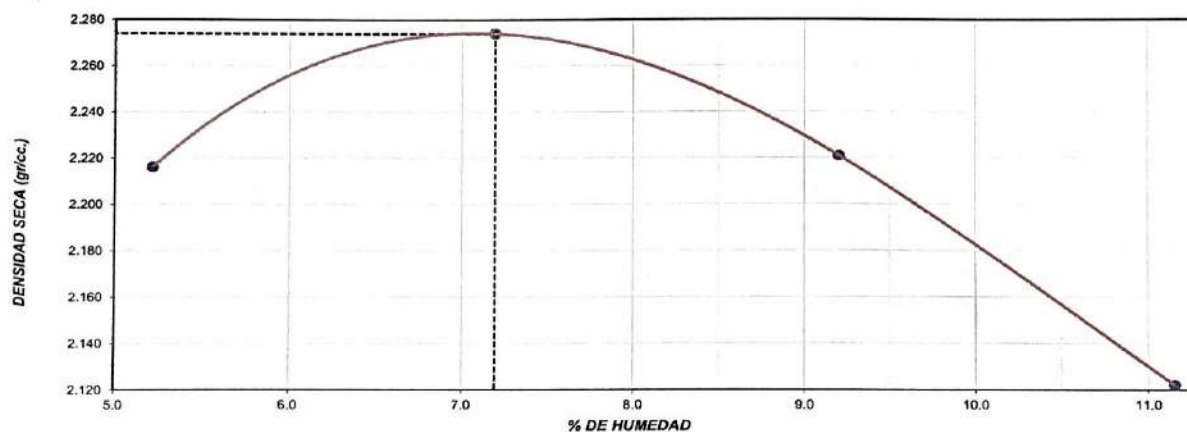
Densidad Máxima Seca:

2.274 gr/cm<sup>3</sup>.

Contenido Humedad Óptima:

7.2 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de  
 Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VICO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 de Geotecnia-UNHEVAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

<b>UBICACIÓN:</b>	CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO
<b>SOLICITA:</b>	ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA
<b>ORIGEN:</b>	CANTERA VILLASOL
<b>FECHA:</b>	FEBRERO DEL 2023
<b>CERTIFICADO:</b>	LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:**  
ASTM D-1557, ASTM D-1883, MTC E 115-2000, J. E. Bowles ( Experimento N° 9)
- 2.- **Objeto:**  
Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas
- 3.- **Materiales:**  
Molde de 6 pulgadas, Pisón ó Martillo, Balanza, Horno de Secado, Regla, Tamices ó Mallas.- De ¼ pulg (19,0 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm), Herramientas de Mezcla, cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc.
- 4.- **Análisis:**

**METODO "C"**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR**  
**ASTM D1557 / ASTM D1883**

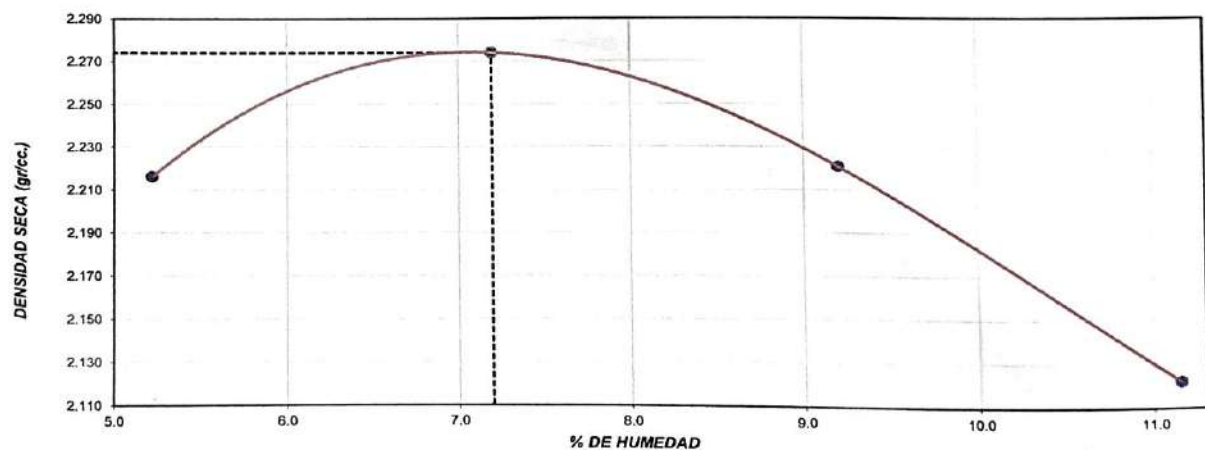
Volumen Molde	2104.92	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6002	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.332	2.438	2.425	2.359
Contenido de agua	%	5.2	7.2	9.2	11.2
Densidad Seca	gr/cc	2.216	2.274	2.221	2.122

**Densidad Máxima Seca:** 2.274 gr/cm<sup>3</sup>

**Contenido Humedad Optima:** 7.2 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de  
 Ingeniería Civil



Ing. Civil Robin Alfredo VIGO-RUAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACCELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

**UBICACIÓN:** CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO

**SOLICITA:** ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA

**ORIGEN:** CANTERA VILLASOL

**FECHA:** FEBRERO DEL 2023

**CERTIFICADO:** LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:** ASTM D1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
- 2.- **Objeto:** Determinar el índice de resistencia de suelos que se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado.
- 3.- **Materiales:** cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc
- 4.- **Análisis:**

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde Nº	2				4				1				
Número de capas	5				5				5				
Número de golpes	56				25				10				
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso suelo + molde (gr.)	16,669		16,610		16,589		16,538		16,302		16,248		
Peso molde (gr.)	8,946		8,946		8,946		8,946		9,026		9,026		
Peso suelo compactado (gr.)	7,723		7,664		7,643		7,592		7,276		7,222		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3,340		3,340		3,340		3,340		3,340		3,340		
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2.312		2.295		2.288		2.273		2.179		2.162		
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.134		2.134		2.132		2.132		2.024		2.024		
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	64.2				91.7				54.3				
Tara + suelo húmedo (gr.)	225.7				389.8				211.1				
Tara + suelo seco (gr.)	214.4				371.3				201.1				
Peso de agua (gr.)	11.3				18.5				10.0				
Peso de suelo seco (gr.)	150.2				279.6				146.8				
Humedad (%)	7.5				6.6				6.8				
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo		Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión		
		Hr			mm	%		mm	%		mm	%	
<b>NO EXPANSIVO</b>													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		90.94	4.50			84.12	4.2			75.02	3.7		
0.050		195.51	9.68			188.69	9.3			179.60	8.9		
0.075		313.73	15.53			306.91	15.2			297.82	14.7		
0.100	70.307	445.59	22.06	36.1	51.300	438.77	21.7	29.1	41.300	429.67	21.3	26.1	37.100
0.150		591.09	29.27			584.27	28.9			575.17	28.5		
0.200	105.460	779.78	38.61	50.1	47.500	772.96	38.3	44.1	41.800	763.86	37.8	42.1	39.900
0.300		1026.67	50.83			1018.49	50.4			1009.39	50.0		
0.400		1234.91	61.14			1227.64	60.8			1218.55	60.3		
0.500		1361.31	67.40			1354.95	67.1			1345.86	66.6		

Edwin Edson ZAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de  
 Ingeniería Civil



Roberto ALFREDO VICO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ENSAYO DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)**

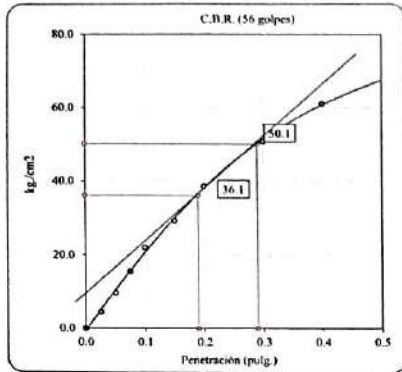
<b>PROYECTO:</b>	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL CONTROL DEL DETERIORO ACELERADO DE LA CAPA DE AFIRMADO, EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO
<b>UBICACIÓN:</b>	CAMINO VECINAL VILLASON - MARAYPAMPA - HUANUCALLA - PILLAO
<b>SOLICITA:</b>	ING. ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA
<b>ORIGEN:</b>	CANTERA VILLASOL
<b>FECHA:</b>	FEBRERO DEL 2023
<b>CERTIFICADO:</b>	LABORATORIO DE LA FICA-UNHEVAL

- 1.- **Referencia:** ASTM D1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
- 2.- **Objeto:** Determinar el índice de resistencia de suelos que se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc
- 3.- **Materiales:**
- 4.- **Analisis:**

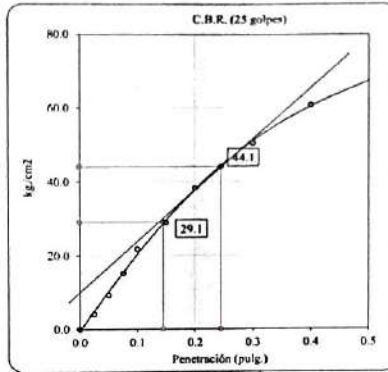
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
 ASTM D1883**

**Datos de muestra**

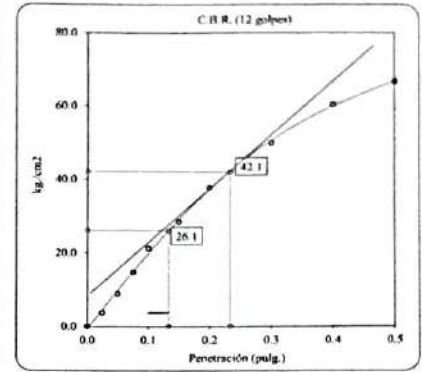
Máxima Densidad Seca 2.274 gr./cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% 2.160 gr./cm<sup>3</sup>  
 Óptimo Contenido de Humedad 7.2 %



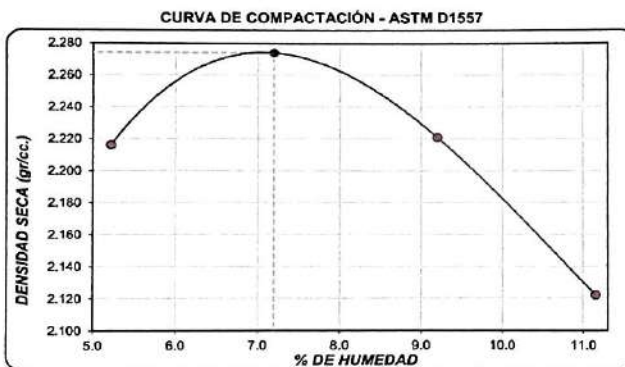
C.B.R. (0.1\*) 56 GOLPES : 51.275 %



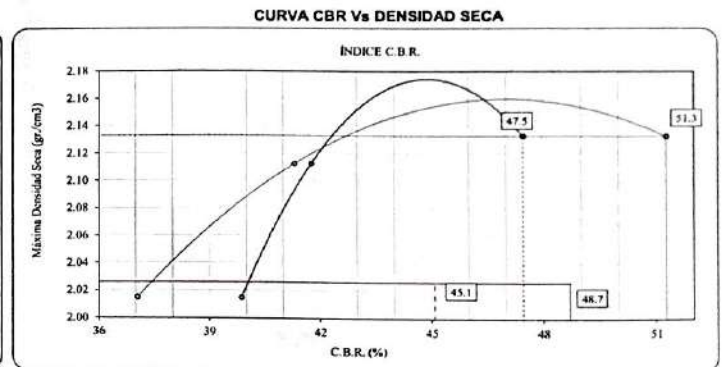
C.B.R. (0.1\*) 25 GOLPES : 41.319 %



C.B.R. (0.1\*) 12 GOLPES : 37.052 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1\*: 51.275 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1\*: 48.711 %

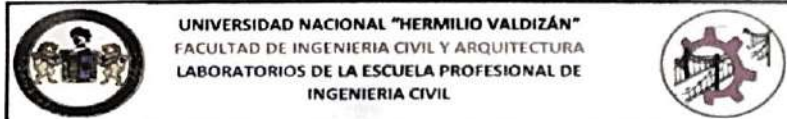


C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2\*: 47.459 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2\*: 45.086 %

*[Signature]*  
 Edwin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil



*[Signature]*  
 Ing. Civil. Roby Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco.  
**OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/11/2022

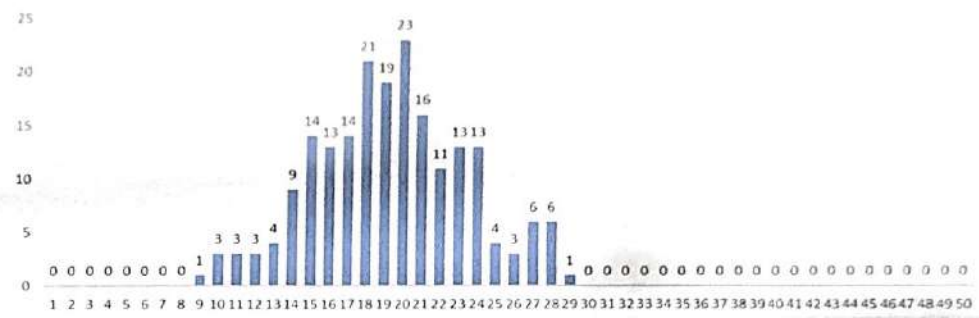
**TRAMO:** Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

**ENSAYO N°** 3 Inicio Km: 0+076.60 Fin Km: 0+102.40

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	21	19	17	23	17	21	19	22	17	29	<b>TIPO DE PAVIMENTO:</b>	
2	24	18	18	22	19	22	20	22	15	21		
3	19	19	18	20	23	28	20	23	14	23		<b>AFIRMADO</b>
4	18	21	19	18	24	23	19	23	14	24		<input checked="" type="checkbox"/>
5	17	19	18	17	28	21	20	24	14	24		<b>BASE GRANULAR</b>
6	15	17	18	18	27	19	22	22	15	28		<input type="checkbox"/>
7	14	16	19	18	26	21	22	21	21	26		<b>BASE IMPRIMADA</b>
8	14	15	16	18	27	16	21	17	28	24		<input type="checkbox"/>
9	10	18	15	24	28	15	20	16	27	28		<b>TRATAMIENTO BICAPA</b>
10	11	20	16	24	20	16	20	18	27	21		<input type="checkbox"/>
11	15	20	14	23	15	17	23	15	24	18		<b>CARPETA EN FRIO</b>
12	15	22	13	24	12	18	20	16	27	20		<input type="checkbox"/>
13	16	23	13	23	11	20	19	18	22	18		<b>CARPETA EN CALIENTE</b>
14	18	25	15	23	12	17	18	20	20	16		<input type="checkbox"/>
15	22	22	18	20	9	19	17	21	16	14		<b>RECAPEO ASFALTICO</b>
16	24	19	20	17	10	19	18	25	13	13		<input type="checkbox"/>
17	23	17	21	14	15	20	18	24	10	14		<b>SELLO</b>
18	19	16	24	16	19	20	17	26	16	21		<input type="checkbox"/>
19	20	15	25	17	20	19	20	27	12	20		<input type="checkbox"/>
20	21	15	25	19	21	19	20	23	11	21		<input type="checkbox"/>

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

**HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA**



- Calculo del Rango D:**
- Unidad fraccionada extremo inferior : 0.00 unidad merlin
- Unidad fraccionada extremo superior: 0.50 unidad merlin
- Unidades Centro : 14 unidad merlin
- Rango D : 14.50 unidad merlin
- Rango D en mm : 72.50 mm

- Calculo del Rango D corregido:**
- Factor de corrección:
- F.C. = (EP x 10) / [(LI - LF) x 5]
- EP : 6
- PI : 25
- PF : 13
- FC : 1
- RB : 1

Rango D corregido: 72.50 mm

Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**  
 Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.01 m/km

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de

Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio  
 Laboratorio de Ingeniería Civil de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN (HOJA DE CAMPO)**

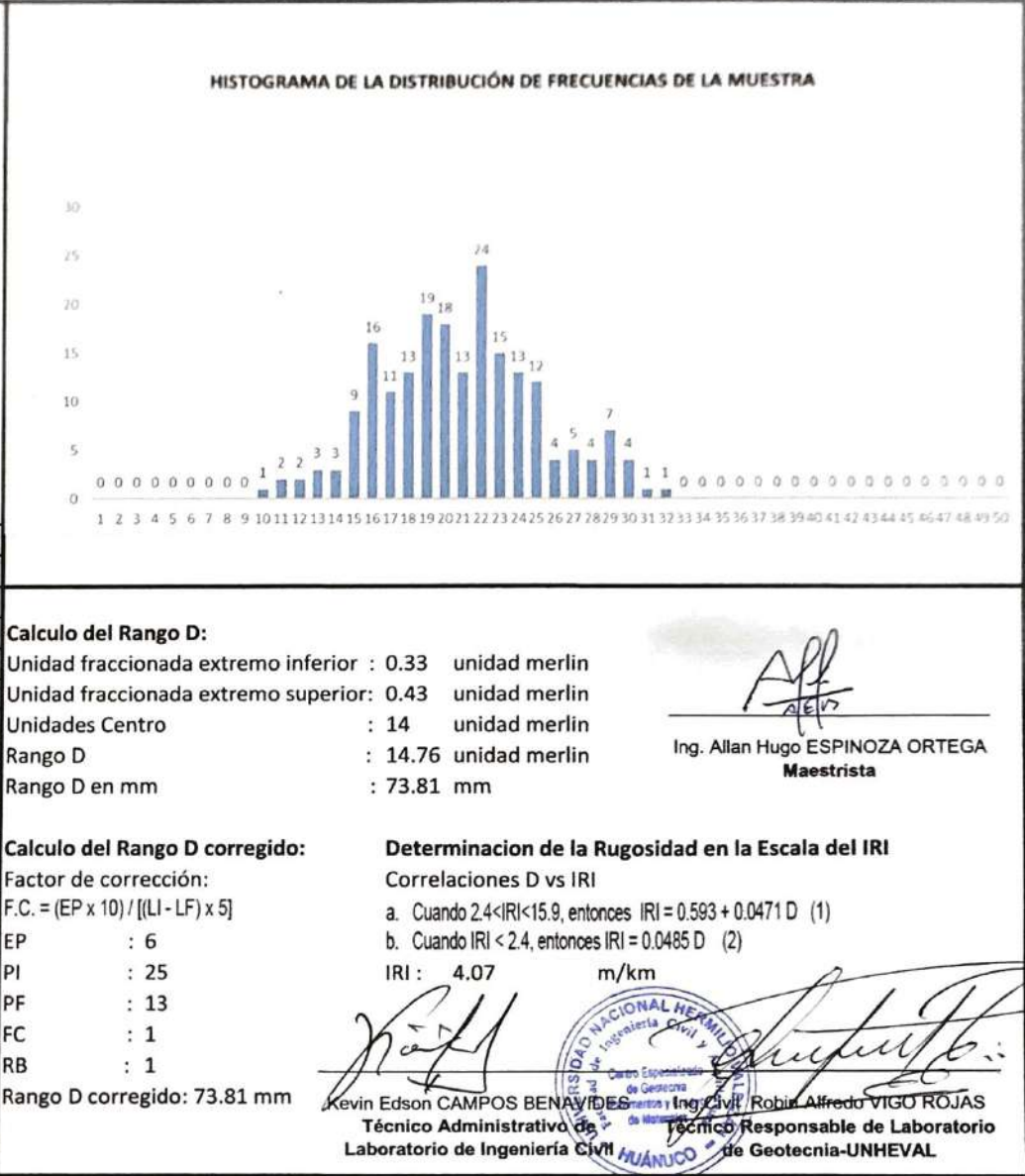
**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. **OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/12/2022

**TRAMO:** Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

ENSAYO N° 6 Inicio Km: 0+076.60 Fin Km: 0+102.40

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	19	20	24	19	23	19	25	17	32	<b>TIPO DE PAVIMENTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/> AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/> CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/> SELLO
2	24	19	19	24	20	22	21	25	16	23	
3	22	22	20	20	25	31	21	25	15	23	
4	21	24	19	21	25	25	22	26	17	27	
5	19	19	18	18	30	24	21	27	16	24	
6	15	19	18	19	29	19	22	23	16	30	
7	15	19	21	20	29	24	22	22	22	29	
8	14	16	16	19	29	19	23	17	30	24	
9	10	20	17	25	30	16	20	18	29	29	
10	11	23	16	27	22	16	22	20	28	23	
11	17	20	16	23	16	17	23	17	27	21	
12	16	23	13	25	14	22	23	16	29	24	
13	17	24	15	24	12	22	19	21	22	19	
14	18	28	18	25	15	18	18	20	23	17	
15	22	22	18	22	11	21	17	23	19	15	
16	26	21	20	19	13	21	21	26	15	15	
17	25	20	22	16	15	20	18	24	12	16	
18	20	16	24	17	22	20	19	28	18	22	
19	23	18	25	18	20	20	22	27	14	20	
20	22	16	28	22	22	21	22	26	13	25	

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco.  
**OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/01/2023  
**TRAMO:** VillasoI-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

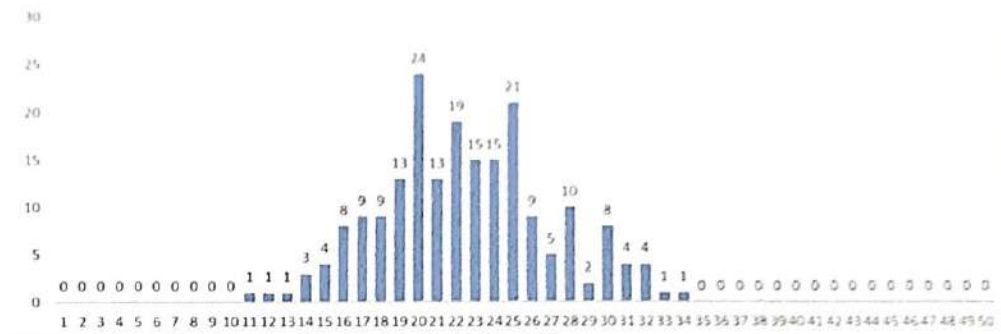
ENSAYO N° **9** Inicio Km: **0+076.60** Fin Km: **0+102.40**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	24	19	20	25	21	23	20	27	19	32
2	25	20	20	26	20	24	22	25	16	24
3	25	22	20	23	25	34	24	28	17	25
4	24	25	21	22	26	25	23	28	20	28
5	22	20	20	19	31	24	21	31	19	27
6	18	22	19	22	29	22	24	25	19	32
7	17	22	21	23	32	24	22	22	23	30
8	15	18	17	19	31	22	24	20	33	26
9	11	20	20	28	30	16	21	19	32	30
10	14	24	16	29	25	17	25	21	30	26
11	19	20	19	24	17	19	24	17	30	24
12	16	25	15	25	18	26	26	18	30	27
13	20	25	17	27	12	22	21	21	25	22
14	21	31	20	28	17	20	18	23	26	18
15	25	22	20	23	13	21	19	25	22	16
16	28	22	23	20	15	23	22	28	17	16
17	28	21	22	18	16	20	20	26	14	16
18	22	18	24	20	25	20	19	30	21	23
19	25	18	25	20	21	23	23	28	14	23
20	26	20	30	23	25	24	23	27	15	28

- TIPO DE PAVIMENTO:**
- AFIRMADO
  - BASE GRANULAR
  - BASE IMPRIMADA
  - TRATAMIENTO BICAPA
  - CARPETA EN FRIO
  - CARPETA EN CALIENTE
  - RECAPEO ASFALTICO
  - SELLO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA**



**Calculo del Rango D:**  
 Unidad fraccionada extremo inferior : 0.00 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.00 unidad merlin  
 Unidades Centro : 15 unidad merlin  
 Rango D : 15.00 unidad merlin  
 Rango D en mm : 75.00 mm

**Calculo del Rango D corregido:**  
 Factor de corrección:  
 $F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$   
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1  
 Rango D corregido: 75.00 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**  
 Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.13 m/km

*Allan*  
 Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

*Kevin Edson Campos Benavides*  
 Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil

*Robín Alfredo Vigo Rojas*  
 Ing. Civil Robín Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco.  
**OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/02/2023

**TRAMO:** Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

ENSAYO N° **12** Inicio Km: **0+076.60** Fin Km: **0+102.40**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	21	21	25	23	23	23	30	20	33
2	25	21	22	29	23	26	22	28	17	27
3	26	22	20	25	28	35	24	30	17	27
4	25	26	24	25	28	25	26	30	21	31
5	24	23	23	21	34	26	24	31	19	29
6	21	23	20	23	32	24	26	27	22	32
7	20	22	23	23	32	25	25	25	26	32
8	15	19	19	20	34	25	25	23	33	27
9	12	22	21	31	32	17	22	20	35	31
10	16	26	18	32	28	18	26	22	30	28
11	20	23	21	24	20	20	24	19	30	25
12	19	25	15	28	21	27	29	20	31	29
13	20	27	18	30	14	24	23	21	28	25
14	22	33	22	28	20	23	19	24	27	19
15	28	25	23	25	13	21	21	26	24	17
16	31	24	24	23	18	25	25	29	20	19
17	31	24	22	21	16	21	20	29	17	19
18	25	20	27	23	27	23	20	30	23	25
19	25	19	26	21	23	26	25	29	16	26
20	28	22	33	24	26	26	24	28	18	32

TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRATAMIENTO BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARPETA EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLO

**Calculo del Rango D:**

Unidad fraccionada extremo inferior : 0.60 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.71 unidad merlin  
 Unidades Centro : 14 unidad merlin  
 Rango D : 15.31 unidad merlin  
 Rango D en mm : 76.57 mm

**Calculo del Rango D corregido:**

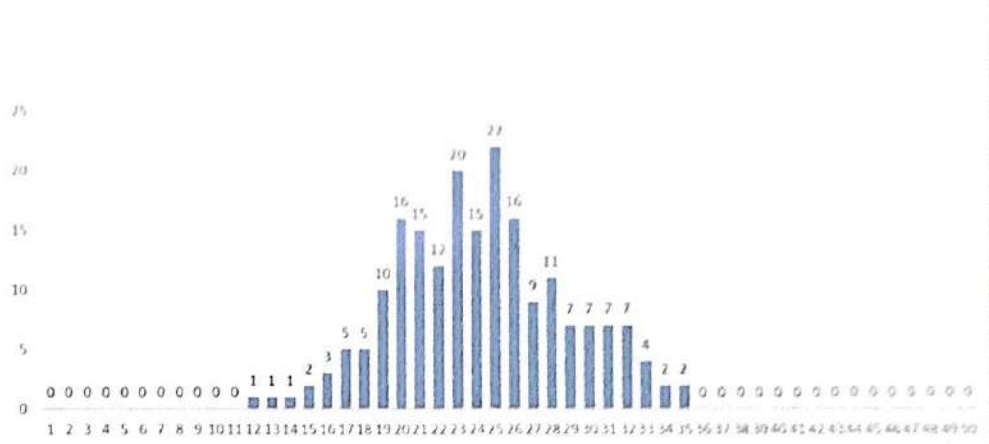
Factor de corrección:  
 $F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$   
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1

Rango D corregido: 76.57 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**

Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.20 m/km

HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA

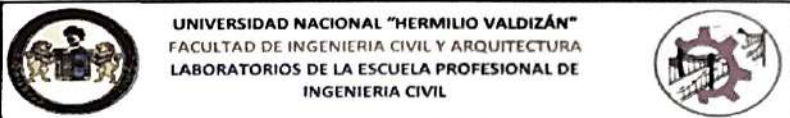


*[Signature]*  
 Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil  
 Ing. Civil. Robin Alfredo VIGO ROJAS Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. **OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/03/2023  
**TRAMO:** Villasol-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

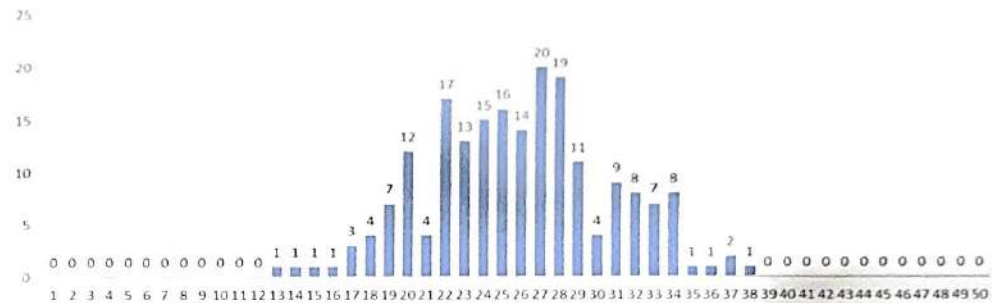
ENSAYO N° 15 Inicio Km: 0+076.60 Fin Km: 0+102.40

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	29	22	21	25	26	26	24	32	20	33
2	26	24	23	29	26	28	22	31	17	29
3	29	22	22	27	30	37	25	32	17	29
4	25	27	27	27	30	28	28	32	23	32
5	27	26	23	24	34	26	24	31	20	31
6	23	24	20	24	34	27	28	29	22	34
7	20	25	24	24	33	26	28	26	28	34
8	15	20	19	22	37	27	25	24	36	28
9	13	23	22	34	34	17	22	22	38	33
10	18	28	18	33	28	18	27	23	30	31
11	23	23	22	27	22	21	27	20	33	25
12	22	27	18	28	25	28	30	23	32	32
13	21	27	21	33	14	27	23	23	29	26
14	25	34	25	31	22	26	20	26	27	19
15	28	28	24	27	16	22	22	27	24	20
16	33	27	27	26	20	29	28	31	24	20
17	31	26	22	24	19	24	20	31	19	20
18	25	23	29	25	28	25	23	32	24	28
19	25	19	28	22	25	26	25	32	19	29
20	29	25	35	28	27	28	27	31	19	34

- TIPO DE PAVIMENTO:
- AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMADA
- TRATAMIENTO BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARPETA EN CALIENTE
- RECAPEO ASFALTICO
- SELLO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA



**Calculo del Rango D:**

Unidad fraccionada extremo inferior : 0.25 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.38 unidad merlin  
 Unidades Centro : 15 unidad merlin  
 Rango D : 15.63 unidad merlin  
 Rango D en mm : 78.13 mm

**Calculo del Rango D corregido:**

Factor de corrección:  
 $F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$   
 EP : 6  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1

Rango D corregido: 78.13 mm

**Determinacion de la Rugosidad en la Escala del IRI**

Correlaciones D vs IRI  
 a. Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)  
 b. Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)  
 IRI : 4.27 m/km

Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil HUANUCO

Robil Alfredo VIGO-ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL





UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
 (HOJA DE CAMPO)**

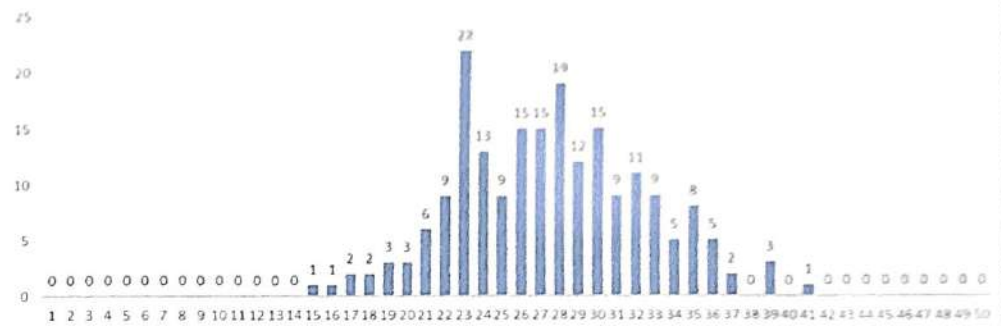
**PROYECTO:** Tesis: Influencia de la ceniza de bagazo de caña en el control del deterioro acelerado de la capa de afirmado, en las carreteras de la provincia de Huánuco. **OPERADOR:** A.H.E.O.  
**FECHA:** 10/04/2023  
**TRAMO:** VillasoI-Maraypampa-Huanucalla-Pillao  
**CARRIL:** Único

ENSAYO N° 18 Inicio Km: 0+076.60 Fin Km: 0+102.40

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	29	23	21	28	28	28	25	33	22	33
2	27	25	23	30	26	29	23	32	21	29
3	32	23	23	30	33	39	25	35	17	29
4	27	28	30	28	33	31	30	33	24	34
5	27	27	24	26	36	28	26	31	23	34
6	24	26	21	24	36	30	28	32	22	35
7	22	28	24	27	33	26	30	28	30	34
8	18	21	22	24	39	28	26	27	39	31
9	15	26	24	35	37	18	23	23	41	35
10	19	29	21	35	30	19	28	25	31	31
11	23	26	25	27	25	23	27	23	36	26
12	24	27	20	31	25	32	30	23	34	35
13	23	30	23	35	16	27	23	23	29	29
14	28	36	26	32	25	27	22	26	30	22
15	31	31	24	30	17	23	24	30	27	23
16	35	28	28	29	23	32	32	33	26	22
17	34	26	23	25	22	27	20	31	20	22
18	28	24	32	26	28	28	23	33	24	29
19	26	21	30	24	27	29	27	33	19	32
20	32	28	36	29	28	29	30	32	23	37

- TIPO DE PAVIMENTO:**  AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMADA
- TRATAMIENTO BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARPETA EN CALIENTE
- RECAPEO ASFALTICO
- SELLO

HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LA MUESTRA



**Calculo del Rango D:**  
 Unidad fraccionada extremo inferior : 0.67 unidad merlin  
 Unidad fraccionada extremo superior: 0.20 unidad merlin  
 Unidades Centro : 15 unidad merlin  
 Rango D : 15.87 unidad merlin  
 Rango D en mm : 79.33 mm

*[Signature]*  
 Ing. Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA  
 Maestría

**Calculo del Rango D corregido:** **Determinación de la Rugosidad en la Escala del IRI**  
 Factor de corrección: Correlaciones D vs IRI  
 F.C. = (EP x 10) / [(LI - LF) x 5]  
 a. Cuando 2.4 < IRI < 15.9, entonces IRI = 0.593 + 0.0471 D (1)  
 b. Cuando IRI < 2.4, entonces IRI = 0.0485 D (2)  
 EP : 6 IRI : 4.33 m/km  
 PI : 25  
 PF : 13  
 FC : 1  
 RB : 1

*[Signature]*  
 Kevin Edson CAMPOS BENAVIDES  
 Técnico Administrativo de Laboratorio de Ingeniería Civil  
*[Signature]*  
 Ing. Civil: Robin Alfredo VIGO ROJAS  
 Técnico Responsable de Laboratorio de Geotecnia-UNHEVAL

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



## Galería fotográfica

### Obtención de la ceniza de bagazo de caña



Fotografía 1: Bagazo de caña de azúcar



Fotografía 2: Ceniza de Bagazo de caña de azúcar en el horno

### Colocación de la ceniza de bagazo de caña en el tramo experimental



Fotografía 3: Trazo de secciones de  $4.725 \times 4.3$  m<sup>2</sup>  
Prog. 0+015.00 - Prog. 0+030.00 , sector ceniza  
bagazo de caña



Fotografía 4: Trazo de secciones de  $4.725 \times 4.3$  m<sup>2</sup>  
Prog. 0+030.00 - Prog. 0+040.80, sector ceniza  
bagazo de caña





Fotografía 5: costales de ceniza de bagazo de caña preparados para ser esparcidos en las secciones. sector ceniza. Prog. 0+015.00 - Prog. 0+030.00



Fotografía 6: costales de ceniza de bagazo de caña preparados para ser esparcidos en las secciones. sector ceniza. Prog. 0+030.00 - Prog. 0+040.80





Fotografía 7: Distribución de costales de ceniza de bagazo de caña en las secciones sector ceniza Prog. 0+015.00 - Prog. 0+030.00.



Fotografía 8: Distribución de costales de ceniza de bagazo de caña en las secciones sector ceniza Prog. 0+030.00 - Prog. 0+040.80.





Fotografía 9: Distribución de costales de ceniza y  
bolsas de cal en las secciones según dosificación Prog.  
0+076.60 - Prog. 0+90.00



Fotografía 10: Distribución de costales de ceniza y  
bolsas de cal en las secciones según dosificación Prog.  
0+090.00 - Prog. 0+102.40



Fotografía 11: Ceniza de bagazo de caña esparcida en las secciones. sector ceniza. Prog. 0+015.00 - Prog. 0+030.00



Fotografía 12: Ceniza de bagazo de caña esparcida en las secciones. sector ceniza. Prog. 0+030.00 - Prog. 0+040.80





Fotografía 13: Esparcimiento de cal en las secciones.  
sector ceniza y cal. Prog. 0+076.60 - Prog. 0+90.00



Fotografía 14: Esparcimiento de cal en las secciones.  
sector ceniza y cal. Prog. 0+090.00 - Prog. 0+102.40



Fotografía 15: Dispersamiento de ceniza de bagazo de caña en las secciones. sector ceniza. Prog. 0+015.00 - Prog. 0+030.00



Fotografía 16: Dispersamiento de ceniza de bagazo de caña en las secciones. sector ceniza. Prog. 0+030.00 - Prog. 0+040.80





Fotografía 17: Disparcimiento de ceniza de bagazo de caña en las secciones. sector ceniza y cal. Prog. 0+076.60 - Prog. 0+90.00



Fotografía 18: Disparcimiento de ceniza de bagazo de caña en las secciones. sector ceniza y cal. Prog. 0+090.00 - Prog. 0+102.40



Fotografía 19: Mezclado del material de afirmado y ceniza de bagazo de caña con la motoniveladora sector ceniza. Prog. 0+015.00 - Prog. 0+030.00



Fotografía 20: Mezclado del material de afirmado y ceniza de bagazo de caña con la motoniveladora sector ceniza. Prog. 0+030.00 - Prog. 0+040.80





Fotografía 21: Mezclado del material de afirmado, ceniza de bagazo de caña y cal con la motoniveladora sector ceniza y cal. Prog. 0+076.60 - Prog. 0+90.00



Fotografía 22: Mezclado del material de afirmado, ceniza de bagazo de caña y cal con la motoniveladora sector ceniza y cal. Prog. 0+090.00 - Prog. 0+102.40



Fotografía 23: Extendido del material de afirmado con la motoniveladora sector ceniza. Prog. 0+045.80 - Prog. 0+071.60



Fotografía 24: Extendido del material de afirmado con la motoniveladora sector ceniza y cal. Prog. 0+090.00 - Prog. 0+102.40





Fotografía 25: Compactación de la capa de afirmado  
sector ceniza. Prog. 0+015.00 - Prog. 0+030.00



Fotografía 26: Compactación de la capa de afirmado  
sector ceniza. Prog. 0+030.00 - Prog. 0+040.80



Fotografía 27: Compactación de la capa de afirmado sector ceniza y cal. Prog. 0+076.60 - Prog. 0+90.00



Fotografía 28: Compactación de la capa de afirmado sector ceniza y cal. Prog. 0+090.00 - Prog. 0+102.40



## ENSAYOS EN LABORATORIO: CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Fotografía 29: Preparación de la muestra



Fotografía 30: Pesado de la muestra



Fotografía 31: Retirado del horno de muestra

## Ensayo de granulometría



Fotografía 32: Cuarteo de la muestra



Fotografía 33: Lavado la muestra





Fotografía 34: Tamizado



Fotografía 35: Distribución del suelo por tamaños

## Ensayo de limite liquido



Fotografía 36: Colocación de la muestra a la copa de Casagrande



Fotografía 37: Muestra para llevar al horno de secado

### Ensayo de limite plástico



Fotografía 38: Amasado de la muestra



Fotografía 39: Secado de la muestra en el  
horno

## Ensayo de Proctor modificado



Fotografía 40: Preparación de la muestra



Fotografía 41: Compactado de la muestra con martillo Proctor



## Ensayo de CBR



Fotografía 42: Preparación de la muestra



Fotografía 43: Compactado de la muestra a  
56,25,10 golpes





Fotografía 44: Saturación de la muestra compacta



Fotografía 45: Penetración del suelo con el equipo  
CBR

## Ensayo de índice de rugosidad internacional con rugosímetro de Merlín



equipo merlín Prog, 0+ 015.00 – 0+030.00  
(Tramo con afirmado + CBCA)



Fotografía 58: Medición de la rugosidad con el  
equipo merlín Prog, 0+ 030.00 – 0+040.00  
(Tramo con afirmado + CBCA)



Fotografía 59: Medición de la rugosidad con el equipo merlín Prog, 0+ 045.80 – 0+060.00 (Tramo con solo afirmado)



Fotografía 60: Medición de la rugosidad con el equipo merlín Prog, 0+ 060.00 – 0+071.60 (Tramo con solo afirmado)





Fotografía 61: Medición de la rugosidad con el equipo merlín Prog, 0+ 076.60 – 0+90.00 (Tramo con afirmado + CBCA + cal)



Fotografía 62: Medición de la rugosidad con el equipo merlín Prog, 0+ 090.00 – 0+102.40 (Tramo con afirmado + CBCA + cal)

## **NOTA BIOGRÁFICA**

Allan Hugo Espinoza Ortega, nació el 23 de octubre de 1984 en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, su madre es Lola Emilia Ortega Morales y su padre es Hugo Epifanio Espinoza Chavez, realizó sus primeros estudios de nivel primaria en la institución educativa San Luis Gonzaga en la ciudad de Huánuco, en tanto sus estudios secundarios lo realizó en la institución educativa Aplicación UNHEVAL en la ciudad de Huánuco culminando el año 2001, posteriormente ingresó en el examen general de admisión 2003, iniciando sus estudios superiores en el año 2003, para el año 2013 recibió su grado de bachiller y título como Ingeniero Civil en la facultad de Ingeniería.

Después de haber obtenido el grado académico de bachiller en Ingeniería Civil realizó sus prácticas profesionales en Provias Descentralizado Zonal Huánuco, en el 2013.

Una vez obtenido el título profesional laboró como jefe de operaciones en el Instituto Vial Provincial de Ambo en los años: 2015, 2016 y 2017; como Monitor en Provias Descentralizado Zonal Huánuco, en el año 2018; como Especialista en Contratos de Obras en el Gobierno Regional de Huánuco, en el año 2019; como Monitor en Provias Descentralizado Zonal Huánuco en los años: 2020, 2021, 2022 y 2023.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
 "Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO

A través de la Plataforma Microsoft Teams de la Escuela de Posgrado de la UNHEVAL, siendo las 13:00 horas del día lunes 01 de abril del 2024, se reunieron, los miembros integrantes del Jurado Evaluador;

**Dr. Victor Manuel GOICOCHEA VARGAS**  
**Dr. Andres Avelino CAMARA ACERO**  
**Mg. Jesus Francisco ASCENCIO CONDOR**

**PRESIDENTE**  
**SECRETARIO**  
**VOCAL**

Acreditados mediante Resolución N° 00846-2024-UNHEVAL-EPG/D de fecha 05 de marzo del 2024, de la tesis titulada "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL DETERIORO DEL AFIRMADO DE CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO", presentada por el maestrando **Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA**, con el asesoramiento del **Mg. Wilson Nestor ARQUINIGO TRUJILLO**, se procedió a dar inicio el acto de sustentación para optar el **Grado de Maestro en Diseño y Construcción de Obras Viales**.

Concluido el acto de sustentación, cada miembro del Jurado Evaluador procedió a la evaluación del maestrando, teniendo presente los siguientes criterios:

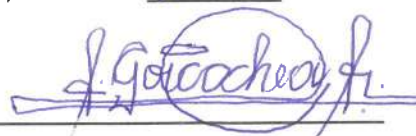
1. Presentación personal.
2. Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y recomendaciones.
3. Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado.
4. Dicción y dominio de escenario.

Nombres y Apellidos del Maestrando	Jurado Evaluador			Promedio Final
	Presidente	Secretario	Vocal	
Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA	15	15	15	15

Obteniendo en consecuencia el maestrando **Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA** la nota de Quince (15), equivalente a Bueno, por lo que se declara Aprobado.

Calificación que se realiza de acuerdo con el Art. 78° del Reglamento General de Grados y Títulos Modificado de la UNHEVAL.


Se da por finalizado el presente acto, siendo las 15:00 horas del día lunes 01 de abril del 2024, firmando en señal de conformidad.



PRESIDENTE  
 DNI N° 22515431



SECRETARIO  
 DNI N° 22470932



VOCAL  
 DNI N° 20692508

Leyenda:  
 19 a 20: Excelente  
 17 a 18: Muy Bueno  
 14 a 16: Bueno  
 0 a 13: Deficiente



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN



ESCUELA DE POSGRADO

**CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 003-2024-SOFTWARE  
ANTIPLAGIO TURNITIN-UNHEVAL-EPG**

*La Directora de la Escuela de Posgrado, emite la presente CONSTANCIA DE SIMILITUD, aplicando el software TURNITIN, el cual reporta un 18% de similitud, correspondiente al interesado **Allan Hugo ESPINOZA ORTEGA**, de la tesis titulada: **INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL DETERIORO DEL AFIRMADO DE CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO**, cuyo asesor es el **Mag. Wilson Nestor ARQUÍÑIGO TRUJILLO**; por consiguiente.*

**SE DECLARA APTO**

*Se expide la presente, para los trámites pertinentes.*

Cayhuayna, 05 de enero de 2024.



**Dra. Digna Amabilia Manrique de Lara Suarez**  
**DIRECTORA DE LA ESCUELA DE POSGRADO**  
**UNHEVAL**

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL DETERIORO DEL AFIRMADO DE CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO**

AUTOR

**ALLAN HUGO ESPINOZA ORTEGA**

RECUENTO DE PALABRAS

**12319 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**60342 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**72 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**7.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jan 5, 2024 8:29 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jan 5, 2024 8:30 AM GMT-5**

● **18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado

### ● 18% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cros

#### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Internet	5%
2	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Internet	2%
3	<b>1library.co</b> Internet	1%
4	<b>hdl.handle.net</b> Internet	<1%
5	<b>ciencia.lasalle.edu.co</b> Internet	<1%
6	<b>bibliotecadigital.usb.edu.co</b> Internet	<1%
7	<b>repositorio.unp.edu.pe</b> Internet	<1%
8	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-14</b> Submitted works	<1%

**Reporte de similitud**

<b>9</b>	<b>Universidad Católica de Santa María on 2015-02-24</b> Submitted works	<1%
<b>10</b>	<b>uncedu on 2023-12-01</b> Submitted works	<1%
<b>11</b>	<b>Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2018-10-09</b> Submitted works	<1%
<b>12</b>	<b>deconceptos.com</b> Internet	<1%
<b>13</b>	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Internet	● <1%
<b>14</b>	<b>Universidad Alas Peruanas on 2018-12-04</b> Submitted works	<1%
<b>15</b>	<b>ucr on 2022-02-28</b> Submitted works	<1%
<b>16</b>	<b>Universidad Católica San Pablo on 2021-02-05</b> Submitted works	<1%
<b>17</b>	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2017-03-21</b> Submitted works	● <1%
<b>18</b>	<b>Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2022-06-20</b> Submitted works	<1%
<b>19</b>	<b>transparencia.mtc.gob.pe</b> Internet	<1%
<b>20</b>	<b>Universidad Continental on 2021-11-23</b> Submitted works	<1%



21	<b>repositorio.uprit.edu.pe</b> Internet	<1%
22	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2016-03-30</b> Submitted works	<1%
23	<b>repositorio.upt.edu.pe</b> Internet	<1%
24	<b>repositorio.uap.edu.pe</b> Internet	<1%
25	<b>Universidad San Ignacio de Loyola on 2022-11-07</b> Submitted works	<1%
26	<b>Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion on 2023-11-09</b> Submitted works	<1%
27	<b>Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-07-26</b> Submitted works	<1%
28	<b>repositorio.ucss.edu.pe</b> Internet	<1%
29	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2017-12-08</b> Submitted works	<1%
30	<b>Universidad Alas Peruanas on 2019-10-20</b> Submitted works	<1%
31	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2023-01-17</b> Submitted works	<1%
32	<b>Universidad Privada Antenor Orrego on 2021-04-24</b> Submitted works	<1%

**Reporte de similitud**

<b>33</b>	<b>e pm.org</b> Internet	<1%
<b>34</b>	<b>Universidad Privada Antenor Orrego on 2019-01-17</b> Submitted works	<1%
<b>35</b>	<b>Universidad San Ignacio de Loyola on 2022-09-13</b> Submitted works	<1%
<b>36</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Internet	<1%
<b>37</b>	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Internet	● <1%
<b>38</b>	<b>mef.gob.pe</b> Internet	<1%



## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado		Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría	X	Doctorado
----------	--	----------------------	--	-----------	----------	---	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	
Escuela Profesional	
Carrera Profesional	
Grado que otorga	
Título que otorga	

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	
Nombre del programa	
Título que Otorga	

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	Diseño y Construcción de Obras Viales
Grado que otorga	Maestro en Diseño y Construcción de Obras Viales

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	Espinoza Ortega Allan Hugo							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	968502192
Nro. de Documento:	42702659						Correo Electrónico:	hallanhugo@gmail.com

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:							Correo Electrónico:	

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:							Correo Electrónico:	

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)								SI	X	NO
Apellidos y Nombres:	Arquiñigo Trujillo Wilson Nestor					ORCID ID:	0009-0000-6664-7710			
Tipo de Documento:	DNI	x	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	22428804		

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	Goicochea Vargas Victor Manuel
Secretario:	Camara Acero Andres Avelino
Vocal:	Ascencio Condor Jesus Francisco
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	


**5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)**

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN EL DETERIORO DEL AFIRMADO DE CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
MAESTRO EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS VIALES
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

**6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)**

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2024
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	DETERIORO	AFIRMADO	CENIZA DE BAGAZO CAÑA
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:

¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	NO	X
Información de la Agencia Patrocinadora:			

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.





### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:			
Apellidos y Nombres:	ESPINOZA ORTEGA ALLAN HUGO		Huella Digital
DNI:	42702659		
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Fecha: 11/04/2024			

### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.