



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**“Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo  
y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante  
Ancash-2022”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Br. Vera Agüero Felix Alejandro ([orcid.org/0000-0003-1543-2394](https://orcid.org/0000-0003-1543-2394))

**ASESOR:**

Mg. Ing. Quesada Llanto Julio Christian ([orcid.org/0000-0002-2139-9247](https://orcid.org/0000-0002-2139-9247))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A mi madre que, con su apoyo, me brindaron la fuerza para poder alcanzar mi objetivo anhelado el ser un gran profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, que día a día me alentaron dándome ese apoyo incondicional y así poder alcanzar mi meta trazada.

## Índice de contenidoS

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	2
III. METODOLOGÍA .....	<b>12</b>
3.1 . Tipo y Diseño de investigación .....	<b>12</b>
3.2 Variables y operacionalización .....	<b>14</b>
Variable.....	<b>14</b>
3.3. Población, Muestra, Muestreo y unidad de análisis .....	<b>15</b>
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	<b>16</b>
3.5. Procedimientos.....	<b>16</b>
3.6. Método de análisis de datos .....	<b>17</b>
3.7. Aspectos éticos .....	<b>17</b>
IV.RESULTADOS .....	<b>18</b>
Ubicación Geográfica .....	<b>18</b>
Tabla 05.....	<b>22</b>
V. DISCUSIÓN .....	<b>55</b>
VI. CONCLUSIONES .....	<b>65</b>
VII. RECOMENDACIONES .....	<b>67</b>
RECOMENDACIONES .....	<b>68</b>
ANEXOS .....	<b>71</b>
Certificado de CalibraciónLFP - 319 - 2022.....	<b>79</b>
(0 kPa a 689 kPa ).....	<b>79</b>
9. Resultados .....	<b>94</b>
10. Observaciones:.....	<b>94</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Sistema de Clasificación de suelos AASHTO. ....	10
Tabla 2. Clasificación de suelos según el Índice de Plasticidad...	
Tabla 3. Clasificación de suelos -AASHTO. ....	13
Tabla 4. Categoría de la subrasante. ....	14
<u>Tabla 5. Ubicación y descripción técnica de las calicatas.</u> .....	28
<u>Tabla 6. Granulometría de muestra de suelo de C-1.</u> .....	29
<u>Tabla 7. Granulometría de muestra de suelo de C-2.</u> .....	30
<u>Tabla 8. Granulometría de muestra de suelo de C-3.</u> .....	30
<u>Tabla 9. Composición granulométrica de muestra de suelo de C-1,C-2 y C-3.</u> ....	31
<u>Tabla 10. Contenido de humedad de suelo natural de C-1, C-2 y C-3.</u> .....	32
<u>Tabla 11. Clasificación de suelos según SUCS y AASTHO de las calicatas C-1, C-2 y C-3.</u> .....	33
<u>Tabla 12. Límites de consistencia C-1, C-2 y C-3 de suelo natural con adición del 1%, 1.5% y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.</u> .....	34
Tabla 13. Optimo contenido de humedad y Máxima densidad seca de C-1 y C-2 y C-3 de suelo natural con adición 1%, 1.5%y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz. ....	39
Tabla 14. CBR de suelo natural de C-1, C-2 y C-3 al 100% y 95% de suelo natural y con adición de 1%, 1.5% y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz. ....	42
<u>Tabla 15. Análisis de precio unitario de suelo natural.</u> .....	46
<u>Tabla 16. Análisis de precio de suelo + 1% de CPDT Y CCM.</u> .....	46
<u>Tabla 17. Análisis de precio de suelo + 1.5% de CPDT Y CCM.</u> .....	47
<u>Tabla 18. Análisis de precio de suelo + 2% de CPDT Y CCM.</u> .....	47
<u>Tabla 19. Resumen de costo directo de un m3.</u> .....	48
<u>Tabla 20. Pruebas de normalidad Análisis de Costos Unitarios por m3.</u> .....	47
<u>Tabla 21. Correlaciones Análisis de costos unitarios por m3</u>	48

<u>Tabla 22.</u> Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-01	49
.....	
<u>Tabla 23.</u> Correlaciones Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-01	50
.....	
<u>Tabla 24.</u> Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-02	52
.....	
<u>Tabla 25.</u> Correlaciones Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-02	53
.....	
<u>Tabla 26.</u> Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-03	53
.....	
<u>Tabla 27.</u> Correlaciones Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-03	55
.....	
<u>Tabla 28.</u> Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01	56
.....	
<u>Tabla 29.</u> Correlaciones Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01	57
.....	
<u>Tabla 30.</u> Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02	58
.....	
<u>Tabla 31.</u> Correlaciones Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02	59
.....	
<u>Tabla 32.</u> Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03	60
.....	
<u>Tabla 33.</u> Correlaciones Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03	61
.....	

## Índice de Figuras

<u>Figura 1. Curva granulométrica de suelos.....</u>	10
<u>Figura 2. Ubicación de la región de Ancash en el mapa del Perú.....</u>	24
<u>Figura 3. Ubicación de la provincia de Ocros en el mapa de Ancash región . ....</u>	24
<u>Figura 4. Ubicación in situ de las calicatas C-1, C-2 y C-3.....</u>	26
<u>Figura 5. Ubicación de las calicatas C-01, C-02 y C-03 .....</u>	27
<u>Figura 6. Acopia de paja de trigo.....</u>	28
<u>Figura 7. Curva de contenido de humedad C-1, C-2 y C-3 .....</u>	32
<u>Figura 8. Límite líquido y Límite plástico .....</u>	34
<u>Figura 9. Límite líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de C-1 al suelo natural con adición de 1%, 1.5% y 2% de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.....</u>	35
<u>Figura 10. Límite líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de C-2 al suelo natural con adición de 1%, 1.5% y 2% de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.....</u>	36
<u>Figura 11. Límite líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de C-3 al suelo natural con adición de 1%, 1.5% y 2% de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.....</u>	37
<u>Figura 12. Proctor Modificado .....</u>	38
<u>Figura 13. Optimo Contenido de Humedad de C-1, C-2 y C-3 en suelo natural y con adición de 1%, 1.5%, y 2% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz .....</u>	40
<u>Figura 14. Máxima Densidad Seca de C-1, C-2 y C-3 en suelo natural y con adición de 1%, 1.5% y 2% de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.</u>	41
<u>Figura 15. CBR.....</u>	42
<u>Figura 16. CBR de C-1 al 100% y 95% de MDS del suelo natural y con adición de 1%, 1.5% y 2% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.....</u>	43

<u>Figura 17. CBR de C-2 al 100% y 95% de MDS del suelo natural y con adición de 1%, 1.5% y 2% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.</u>	44
<u>Figura 18. CBR de C-3 al 100% y 95% de MDS del suelo natural y con adición de 1%, 1.5% y 2% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.</u>	45
<u>Figura 19. Resumen de costo directo de un m<sup>3</sup>.</u>	49
<u>Figura 20. Índice de Plasticidad de CTM y CCM.</u>	61
<u>Figura 21. Índice de Plasticidad de CDPT y CCM.</u>	62
<u>Figura 22. Optimo Contenido de Humedad de CTM y CCM.</u>	64
<u>Figura 23. Optimo Contenido de Humedad de CDPT y CCM.</u>	65
<u>Figura 24. Maxima Densidad Seca (MDS) de CTM y CCM.</u>	66
<u>Figura 25. Maxima Densidad Seca (MDS) de CDPT y CCM.</u>	67
<u>Figura 26. CBR (California Bearing Ratio) de CTM y CCM.</u>	68
<u>Figura 27. CBR (California Bearing Ratio) de CDPT y CCM C-01.</u>	70
<u>Figura 28. CBR (California Bearing Ratio) de CDPT y CCM C-02.</u>	71
<u>Figura 29. CBR (California Bearing Ratio) de CDPT y CCM C-03.</u>	71
<u>Figura 30. Análisis de Precios Unitarios de CDPT Y CCM.</u>	71

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar de qué manera influye la adición de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en las propiedades de la subrasante del C. P. del sector Bellavista, provincia de Ocros, Ancash-2022. La metodología empleada es de tipo aplicada, diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La población está compuesta por 3 km. de la subrasante, la muestra fue de 3 calicatas. Se determinó los siguientes resultados en las calicatas para C-01: el IP disminuyó al 1% en 7.59%, y al 1.5% y 2% incrementó en 13.92% y 7.59%; el OCH al 1% y 1.5% incrementó en: 13.17% y 22.15%, y al 2% disminuyó en 2.39%; la MDS incrementó en: 0.62%, 1.23% y 4.32%; el CBR al 100% y 95% de MDS incrementó en: (14.49%, 26.09% y 47.83%) y (3.51%, 14.03% y 33.33%). Para C-02: el IP incrementó en: 3.26%, 1.09% y 1.09%; el OCH incrementó en: 7.06%, 3.53% y 7.06%; la MDS incrementó en: 4.43%, 8.23% y 5.06%. %); el CBR al 100% y 95% de MDS incrementó en: (7.25%, 34.78% y 63.77%) y (5.17%, 20.69% y 46.55%). Para C-3: el IP incrementó al 1% y 2% en 1.68% y 0.84%, y al 1.5% descendió en 1.68%; el OCH al 1% incrementó en 6.94%, y al 1.5% y 2% descendió en 8.67% y 12.14%; la MDS incrementó en: 1.26%, 4.40% y 7.55%; el CBR al 100% y 95% de MDS incrementó en: (9.46%, 44.59% y 82.43%) y (3.17%, 26.98% y 60.32%), respectivamente; siendo la dosificación óptima al 2% de adición de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz. Las conclusiones muestran que la adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la subrasante, afectan positivamente en las propiedades físicas y mecánicas, asimismo, al realizar la evaluación económica de los precios de los costos unitarios se determina que no son considerables.

**Palabras clave:** Sub rasante, suelo, cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.

## ABSTRACT

The research aimed to evaluate how the addition of wheat straw ash and corn cane ash influences the properties of the C. P. subgrade of the Bellavista sector, province of Ocros, Ancash-2022. The methodology used is of applied type, experimental design, explanatory level and quantitative approach. The population is composed of 1.5 km. of the sub grade, the sample was 3 calicatas. The following results were determined in the calicatas for C-01: the PI decreased to 1% in 7.59%, and to 1.5% and 2% increased by 13.92% and 7.59%; the OCH at 1% and 1.5% increased by: 13.17% and 22.15%, and at 2% decreased by 2.39%; the SDM increased by: 0.62%, 1.23% and 4.32%; Cbr to 100% and 95% MDS increased by: (14.49%, 26.09% and 47.83%) and (3.51%, 14.03% and 33.33%). For C-02: the IP increased by: 3.26%, 1.09% and 1.09%; the OCH increased by: 7.06%, 3.53% and 7.06%; the MDS increased by: 4.43%, 8.23% and 5.06%. %); Cbr at 100% and 95% of MDS increased by: (7.25%, 34.78% and 63.77%) and (5.17%, 20.69% and 46.55%). For C-3: the PI increased to 1% and 2% by 1.68% and 0.84%, and to 1.5% decreased by 1.68%; the OCH at 1% increased by 6.94%, and at 1.5% and 2% decreased by 8.67% and 12.14%; the MDS increased by: 1.26%, 4.40% and 7.55%; Cbr at 100% and 95% MDS increased by: (9.46%, 44.59% and 82.43%) and (3.17%, 26.98% and 60.32%), respectively; being the optimal dosage at 2% addition of wheat straw ash and corn cane ash. The conclusions show that the addition of wheat straw ash and corn cane ash in the sub grade, positively affect the physical and mechanical properties, and when carrying out the economic evaluation of the unit cost prices it is determined that they are not considerable.

**Keywords:** Sub grade, soil, wheat straw ash and corn cane ash.

## I. INTRODUCCIÓN

El departamento de Ancash, es un nexo de turismo y cultura con múltiples lugares contando con atractivos turísticos y restos arqueológicos, la situación nace del paso a la provincia, donde la vía transcendental no es estable restringiendo el avance social, cultural y económico por que la vía de Bellavista, en la cual se observan fallas (hundimiento, compactación mala, desliz y deformación, debido al impacto que genera el clima de la zona, originando un inconveniente que afecta el tránsito de vehículos e impidiendo el paso para el fluido vehicular; considerando que el terreno que recibe la carga vehicular, tendría que ser fuerte y acatar requisitos para su optimización, opuestamente se selecciona como recurso la incorporación de un agente estabilizador para mejorar el lugar, por ello los insumos deben ser económicos y accesibles (cal y cenizas cerca de la zona).

A nivel local en la vía del sector Bellavista, coexisten variedad de inconvenientes donde la preservación de las vías por lo cual es necesario contribuir con aportes que solucionen y optimicen los proyectos viales para mejorar el terreno y compitan con los estabilizantes que se mercantilizan y se encuentran en la industria de los aditivos químicos, por lo que se requiere reutilizar los restos de minerales, vegetales, naturales, para que la población constructiva emplee estas alternativas.

Por otro lado, el proyecto expuso su problemática general, la cual denota ¿Cómo influye la adición de aditivo de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica económica para el mejoramiento de subrasante Ancash-2022?

Asimismo, expresó cuatro justificaciones del proyecto de estudio como son: La Justificación teórica describe los procesos empleados en el estudio acompañados de teorías para el uso de insumos que actualmente son restos, la utilización de la información informará a la comunidad de la ciencia como posibles soluciones nuevas estabilizantes conservando la garantía y calidad en los proyectos viales. La Justificación técnica es apta para garantizar un correcto uso de estabilizantes que optimicen las propiedades físicas y mecánicas terrenales. También, la Justificación social que beneficia a las vías no reducirá su calidad en cuanto a tiempo útil de los pavimentos que retrasan al país en las regiones ya que las vías en malas condiciones impiden la comunicación y avance de las zonas. De otro modo, la Justificación metodológica resalta los procesos de la ciencia y una forma difícil para exponer conocimientos- y nuevos sucesos.

Para exponer el objetivo general se tuvo que evaluar cómo influye la adición de aditivo de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica económica, para el mejoramiento de la subrasante, Ancash-2022, y se tiene como objetivos

específicos, Determinar cómo influye la adición de aditivo de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica para el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante, Ancash-2022. Determinar cómo influye la adición de aditivo de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante, Ancash-2022. Determinar cómo influye la adición de aditivo de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en los costos para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante Ancash-2022.

La hipótesis general mencionó que la adición de aditivo de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz mejorará de manera significativa la evaluación técnica, económica de la subrasante Ancash-2022.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Para realizar el presente trabajo se procedió a indagar antecedentes internacionales que resultan de mucha importancia para la fundamentación, en la cual se tiene a Hernández & Herrera (2019), que indican en su tesis donde propusieron estudiar cómo influye la ceniza de cascarilla de café en la inclusión del terreno de arcilla y de limo, donde se aplicó una metodología de tipo experimental, en la que se añadió un 4.6% y 8% de la ceniza de cascarilla de café al terreno natural, teniendo un incremento en el CBR de 1.6% llegando hasta el 7.3%, donde el 8% fue de ceniza de cascarilla de café, elevándose a 356% en la cual finitiquita la aplicación de cenizas de cascarilla de café optimiza las propiedades para la mejoría de su conducta y resistividad.

Cobos, Ortegón y Peralta (2019) tuvo como objetivo examinar el trabajo de los suelos geotécnicos volcánicos incrementando la ceniza de cascara de coco al igual que el cisco de café, cuya metodología fue exploratoria, en la que se obtuvo como contestación para el suelo inalterado, el terreno compactado con 56 golpes del terreno sin ceniza biomasa, compacto a 56 golpes sin ceniza biomasa, compactado el terreno añadiendo 5%, 10% y 15% de CCF y a 56 golpes el CCO de masa. Evaluando la ceniza añadida originará un buen rendimiento del terreno. Se llegó a la conclusión que las cenizas del CCF y CCO, son conglomeradas las cuales se repotencia las características del suelo, que se añadieron el 15% de la biomasa donde obtuvo un 100% de conglomerados de compactos de altos y cercanos.

Asimismo Claveria, Triana & Varón (2018) pudieron analizar que la conducta de cenizas de cascarilla de arroz y bagazo de caña de cualidades volcánicas del suelo, tuvo un procedimiento exploratorio, de donde se muestran y analizan valores hallados, obteniendo un aumento en las propiedades mecánicas y físicas del suelo evaluando un aumento del 10% de ceniza de arroz con porcentajes que oscilan entre el 5%, 10% y 15% y el 15% de Ceniza de bagazo de caña de azúcar optimizando propiedades mecánicas y físicas del (5%, 10% y 15%) donde adquirió mejor contribución de propiedades terrenales. Se finiquitó que el uso de la CBCA y CCA aporta una alternativa ambiental y económica, donde optimizarán la estabilización del suelo volcánico para considerar la superficie como superficie y favorezcan situaciones físico-mecánicas del suelo.

A continuación, podemos mencionar que la base de este trabajo también se encuentra en los antecedentes nacionales, como es el caso del autor Rosales (2020), cuyo propósito establece que la ceniza de tusa de maíz semejante con la cascara de maní afectan la característica en rasante cuya menor proporción de pilar, donde se aplicó una metodología con diseño cuasi experimental, teniendo un enfoque cuantitativo, donde el grupo que se menciona fue a través de la subrasante de inferior competencia de soporte de la zona, cuya muestra fue de 03 calicatas procesadas en un laboratorio y se seleccionó el mínimo almacenamiento, considerando la ceniza de tusa de maíz. Una vez finalizada la ceniza de tusa de maíz con la cáscara de maní intervienen optimizando la subrasante de baja capacidad de soporte, habiendo diferencia del IP, CBR y MDS.

Gonzales (2021), determinó como cáscara de café (CCF) afecta optimización vecina. Para este trabajo investigativo fue de carácter aplicado, teniendo un enfoque cuantitativo, teniendo un diseño cuasi experimental. Obtuvo como respuesta, un patrón con OCH de 8%, MDS de 2.01 Tn/m<sup>3</sup>, IP de 7.28%, al 95% el CBR fue 19.90% y al 100% fue 32.30%. Añadiendo 10% de CCF con OCH de 8.07%, MDS de 2.02Tn/m<sup>3</sup>, IP de 7.24%, al 95% el CBR fue 20.30% y al 100% fue 33.80%. Añadiendo al CCF el 15% obtuvo para OCH el 7.93%, MDS fue 2.04Tn/m<sup>3</sup>, IP de 6.99%, al 95% fue 23.50% y al 100% su CBR fue 35.50%. Agregando al CCF el 20% obtiene un OCH de 8.12%, la MDS fue 2.06Tn/m<sup>3</sup>, IP fue 6.69%, al 95% fue 26.30% y al 100% su CBR fue 38.60%. Finiquitó al agregando al CCF e 20% mejora, por ello se aconseja considerar un análisis exhaustivo con porcentajes que sobrepasen el 20%.

Taype & Vega (2020), estableciendo la acción del incremento dado por el óxido de calcio y las cenizas de fibra de fique a rasante, donde la metodología aplicó un diseño cuasi experimental, tomando en cuenta una población como parte vial, se realizaron 4 calicatas eligiendo una muestra de 2 km en base a la norma, el análisis se realizó en la vía mezclada con fibra de fique agregando 4.5, 6.5 y 8.5 %. Obtuvo como resultado que suelo patrón tuvo IP de 20.02, OCH fue 16.37, MDS fue 1.72 y CBR fue 2.85, y al añadir 4.5% de ceniza de fibra de fique obtuvo IP fue 13.5%, OCH fue 16.37, MDS fue 1.74 y CBR fue 5.07; añadiendo 6.5% obtuvo IP de 9.12, OCH fue 17.82, MDS fue 1.76 y CBR fue 7.25; con 8.5% obtuvo IP de 14.78, OCH fue 18.55, MDS fue 1.73 y CBR fue 4.9. Se concluyó que dichas dosificaciones de ambos insumos bajan el IP, en base a los valores compactos incrementando la MDS y el OCH, estos porcentajes alcanzan lo planteado y su resistencia aumenta en base al suelo patrón comprobando que lo aplicado proporciona una excelente resistencia.

Ipince (2020), menciona en su estudio comprobación de ceniza de tusa de maíz para subrasante de menor capacidad portante. Al evaluar el estudio, la población fueron las pruebas realizadas en laboratorio, la muestra fue el 15% del insumo respecto a la muestra, los valores favorables del monitor (proctor) transformado, la granulometría, el CBR y los límites de consistencia

Proctor modificado, CBR, granulometría y límites de Consistencia. Finiquitío que ceniza de bagazo de caña de azúcar afecta la rasante de terrenos limo arcilloso que optimicen, de sus propiedades como OCH, MDS, y resistencia del terreno.

Díaz (2018), cuyo objeto halla el efecto de ceniza de paja de trigo como estabilizante del Cascajal Izquierdo para pavimentar - Distrito Chimbote, Ancash – 2018, en la cual su metodología fue a través del control de la variable de ceniza de paja de trigo o independiente, donde su estudio es no experimental y correlacional, donde su población y muestra fue área afectada con 12,800m<sup>2</sup>. Finiquitío que al estabilizar los suelos del lugar añadiendo 35% de cenizas de paja de trigo a pruebas llevadas con muestras obtenidas de excavaciones optimizando al CBR con 32 % si a diferencia del patrón con CBR de 14%.

Berenguer, Nogueira, Marde, Barreto, Helene (2018) su artículo evaluó la sustitución por el cemento las cenizas de orujo de caña de azúcar que fabrique

morteros. La ceniza de bagazo de caña de azúcar oriunda con caña y pizzería. La metodología menciona propiedades del material estudiado con difracción de rayos X y fluorescencia como ensayos iniciales para contar reemplazos del cemento por los restos. El resultante expresó que ambos restos están próximos al 60% de puzolana es decir el elemento amorfo y prueba de resistencia a la compresión en diferentes fases salieron beneficiosas. Se finiquitó que restos redimieron una propiedad del incremento de resistencias comprendidas en un corto y largo periodo.

De acuerdo a James & Pandian (2018) determina que su género analizo la incidencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (BA) en procedimiento de sostener el crecimiento del terreno con cal distinto al impacto del mismo en procesos de ciencia e influencia del BA en base a mejorado con cal con diferentes proporciones de datos microestructurales. Resultó, al añadir BA aumentó la resistencia inmediata, tardía y temprana mejorada con cal, si es inferior la cal al ICL. Al incrementar BA provoca logros de presiones fuertes inmediatas, tempranas y tardías de 58,3, 20,7% y 32,7%, en proporción.

Como enfoques teóricos, un elemento conformado por sílice es ceniza de paja de trigo que transforma en ceniza volante puzolana a través de la incineración con bajo cemento sin realizarlos, pero se transforman en ceniza volante y conforman combinaciones con particularidades del cemento garantizados con hidróxido de calcio (Lencinas y Incahuanaco, 2017, p.21).

Las puzolanas naturales de rocas piroclásticas son piedras volcánicas con erupciones generadas en base a refrigeración y viscosidad, (pómez, cenizas volcánicas), muy densa. Existen insumos comunes como los terrenos que provocan el silíceo orgánico mediante la precipitación mezclando el ópalo (arcillas incineradas) (Lencinas y Incahuanaco, 2017, p.21).

Menciona Lencinas & Incahuanaco (2017) que las Puzolanas Artificiales o Cenizas volantes con carbonizaciones de 550°C provocando el pétreo reaccionen con carbón por 2 horas. También, las Escorias incineradas de licuefacción de fierro fundido en hornos, mezclas de fierro carbonizado en hornos que enfríen, deformables. Las cenizas rurales, conformadas por la paja de trigo, de caña de azúcar o del bagazo (p.22).

La ceniza de caña de maíz alcanza al elegir caña de maíz de zona donde se extrajo para higienizar el insumo y pulveriza y tamiza pasando por malla N°200 y continuar pesando las dosificaciones en base al terreno en peso de ceniza de caña de maíz y acomodar prueba

térmica de laboratorio en Polímeros. Carbonizará la caña de maíz a 670°C por 2 horas, enfriado por 24 horas en laboratorio que separa muestra en espectrómetro.

La caña de maíz, conformada por tallo cilíndrico, enlazado al olote bajo la planta, mide 1m. de longitud por 1 cm de diámetro, las hojas crecen sobrepuestas en base a unas y otras y conforma la capa que cubre con mazorca al maíz.

La estructura de caña de maíz según Chicaiza (2017) indica que su forma es larga como un tubo, con 3 capas, núcleo esponjoso y blando, rodeado de anillos, teniendo un espacio periférico de paja leñosa (p,28).

De las propiedades contribuirá buen drenaje, resistividad alta y flexible. Del estudio realizado por Espinoza y Torres (2013) refieren que el poder calórico apto de 16.07 kJ/g resultado 13.71% de humedad seca para tusa, fuerza compacta de 1Tn. y O2 igualando al estequiométrico. (2013, p.13)

Los valores corroboran el control de la humedad por medio de su calor y también puede realizarse en climas secos adhiriéndose amigablemente con elemento del suelo natural.

Estabilizar con ceniza, o suelo concierne a la optimización de las propiedades para adquirir un buen material de capacidad portante buena, y existe diversos insumos para estabilizar, pero el incremento de ceniza optimiza propiedades físicas, dureza, disminución del Límite líquido, por la reacción de la puzolana provocando elevada de capacidad de soporte del terreno, como almacenamiento de cal recortando el área del plástico, donde no se encontró lo almacenado de cal, donde se pudo considerar agregar agentes que activen lo rico en cal, ya que ceniza volante actúa como excelente estabilizante.

En el sistema AASHTO, el terreno se pudo clasificar en 8 grupos, que van desde el A-1 hasta el A-8, que estan relacionados a su distribución de granos de cereal, con una frontera de líquido e indicador de la plasticidad, como se demuestra en el contenido 1.

Tabla 1  
Sistema de clasificación de suelos AASHTO

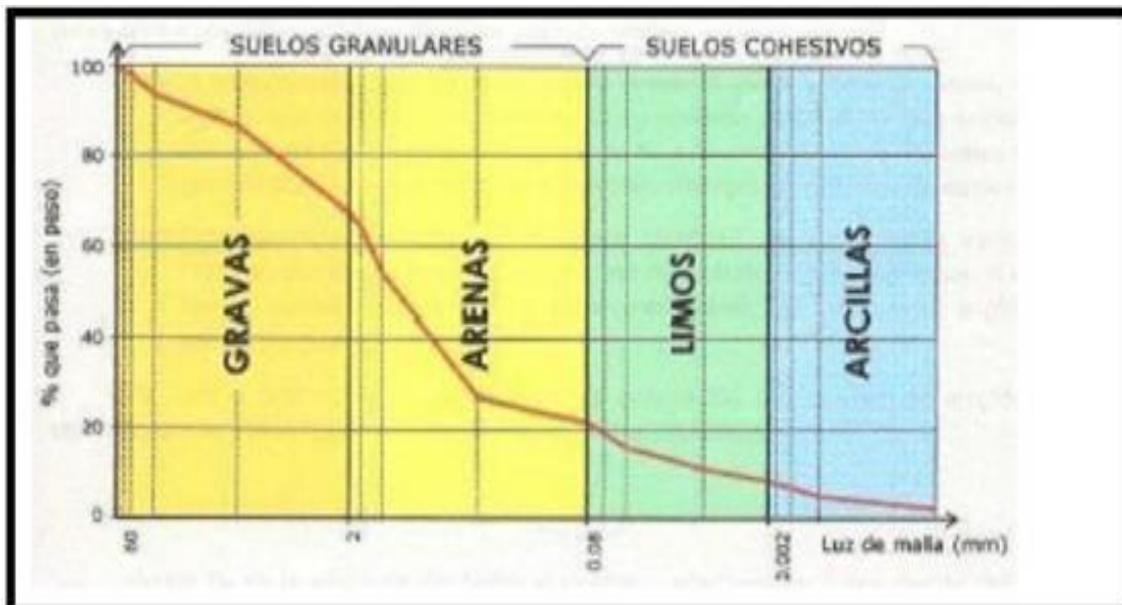
Clasificación General	Suelos Granulares ( $\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos Finos ( $> 35\%$ Bajo 0,08 mm)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm	$\leq 50$										
0,5 mm	$\leq 30$	$\leq 50$	$\geq 51$								
0,08 mm	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$				36			
W <sub>L</sub>				$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$
IP	$\leq 6$		NP	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
	** A-7-5: $IP \leq (W_L - 30)$						** A-7-6: $IP > (W_L - 30)$				
	Si el suelo es NP $\rightarrow IG = 0$ ; Si $IG < 0 \rightarrow IG = 0$										

Nota. Sistema de clasificación AASHTO

La curva granulométrica de un terreno muestra gráficamente que los datos obtenidos se realizaron en un centro de experimentos o laboratorio, lo cual permitió analizar la distribución del terreno desde las dimensiones fragmentarias que lo forman así como se menciona en el grafico 1

Figura 1

Curva granulométrica de suelos



El indicador de plástico determina que el valor de la saturación del suelo es firme y plástico, considerándolo como bueno, si el IP elevado brinda un terreno arcilloso,

pero si el IP es menor origina un suelo de poca arcilla<sup>1</sup>. En base a índice de plasticidad clasificándolo, según lo estipulado en la tabla 2

Tabla 2

*Clasificación de suelos según el índice de plasticidad*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad

*Nota.* Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

El índice plástico determina líquido que absorbe suelo no diluido, más elevado es número, más débil y plástico será insumo, IP de 10 a 50 para terreno arcillo plástico. Para muchos casos la cal reacciona con terreno reduciendo IP y provocar insumos fuertes, poco probable es que IP < 10 afecten la cal; IP consta de 2 reglas simples, el termino del límite líquido y plástico, su divergencia resulta índice, pasando por tamiz N°40 y solicitan aparatos de análisis (laboratorio), balanzas y horno de secado, existiendo el líquido limitante empleando un grupo simple, el plástico enrolla sus hebras, luego lo amasa, lo enrolla y realizar el procedimiento hasta desintegrarlo [...]².

Como mencionó anteriormente, el Límite líquido expresa firmeza del terreno húmedo y fortaleza a la cizalla de 25 gr / cm².

Asimismo, la resistividad con divergentes arcillas menores al límite plástico cambia ampliamente, la arcilla alta, firme al límite plástico alto, y origina fuerza a mano como rollo; y baja con nivel plástico no es resistente en límite plástico³.

El Limite Plástico (LP), desintegración húmeda inferior conformando 3,2 mm de franja del terreno, al girarlo con palma de mano obtiene terreno liso⁴.

<sup>1</sup> (MINISTERIO de transporte y comunicaciones, 2013 pág. 37)

<sup>2</sup> (BECERRA Salas , 2012 pág. 62)

<sup>3</sup> (JUÁREZ Badillo, y otros, 1973 pág. 94)

<sup>4</sup> (MINISTERIO de transportes y comunicaciones, 2016 pág. 72)

La compactación o Proctor es adquirida de compactación del suelo a determinada energía, corroborará la densidad seca varie del contenido líquido alcanzando máxima densidad, el contenido de líquido se denomina óptimo, para hallar semejante densidad en situaciones poco aptas de, por lo que es necesario mejor energía compacta<sup>5</sup>.

De otra manera, una particularidad es la humedad natural, donde resistividad del suelo fino de subrasante se enlaza con humedad y densidad determinando humedecimiento natural la que se relaciona con una óptima humedad, cuyo resultado es el proctor, la que se encuentra hallando CBR mediante humedad natural, donde obtuvo baja humedad óptima, el que ejecuta el estudio. Para determinar CBR mediante la humedad natural, resultando menor que humedad óptima, el ejecutor del estudio propondrá un terreno compacto uniformemente, el total necesario de agua y su OCH en base al terreno, aumentará la energía compacta, ventilación al terreno, se añadirá la energía compacta, ventilación del suelo, o sustituir el insumo<sup>6</sup>. Lo relacionado a la humedad-densidad de suelo compacto presenta rol en particularidades, en base a tenacidad y deformación, el ensayo del Proctor T 99 (estándar) y el Proctor T 180 (modificado) proporcionan el mayor contenido de humedad (humedad que hace que el suelo sea lo más denso posible y mejora sus propiedades mecánicas). donde humedad será energía compacta de zona, y al aumentar, la consistencia seca máxima se da de manera principal y relente óptima menor<sup>7</sup>. Se realizan los procedimientos para realizar los ensayos de Proctor indicado en la tabla 3.

---

<sup>5</sup> (FERNÁNDEZ del Campo, 1997 pág. 5)

<sup>6</sup> (MINISTERIO de transporte y comunicaciones, 2013 pág. 38)

<sup>7</sup> (AGUILAR Yanez, 2012 pág. 38)

Tabla 3

Clasificación de suelos - AASHTO

Ensayo Proctor	Estándar	Modificado
Norma ASTM	T-99	T-180
Peso del martillo (Kg)	2.5	4.5
Altura de caída (cm)	30.5	45.7
N° de golpes por capa	25	25
	56	56
N° de capas	3	5

*Nota.* Tópicos de pavimentos de concreto.

Hay varios mecanismos que determinan el OCH y MDS modificado, estableciendo el ensayo que el peso por volumen de unidad con diferente cantidad de líquido pasando completamente por malla N°4. El ensayo donde peso por unidad de volumen de diferente contenido líquido compacto respecto a procesos predichos después reprime al terreno pasar completamente por malla N°4<sup>8</sup>.

La compactación sitúa muestras en recipientes con diámetro de 4" y 6" dejando caer martillo a altura frecuente.

La fortaleza que presenta el terreno está en función al tipo húmedo del porcentaje obtenido (%), lo cual indica la composición química, nivel compacto, temperatura, capas del pavimento y acumulación de sal disuelta en suelo que al aumentar cantidad húmeda en base al peso, la resistencia del terreno reduce hasta independizarse de la humedad<sup>9</sup>. Otro postulado señala que la resistencia del terreno varía respecto a la cantidad líquida del terreno, por lo cual la humedad del terreno engrasando granos y genera movimiento, con una porción húmeda permitiendo que partículas se trasladen, compactándolas<sup>10</sup>.

El experimento realizado por el California Bearing Ratio o CBR, se basa en la norma NLT-111, tomando medición resistente de huecos con apoyo del Proctor y asemejando los datos hallados de prueba estándar, hallando capacidad portante

<sup>8</sup> (BECERRA Salas , 2012 pág. 72)

<sup>9</sup> (BRICEÑO, 2015 pág. 1)

<sup>10</sup> (TÉCNICO ASOCIADO, 1975 pág. 40)

del terreno, donde cada densidad se conecta con la humedad del suelo y adquiere la portante por medio de dichos datos expresados del CBR, cuan más elevado sea CBR, más estable será la técnica de la carga<sup>11</sup>. En otra situación, los terrenos con  $CBR \geq 6\%$  son insumos aptos para base del terreno, pero si es inferior necesitará estabilización, se analizarán posibles soluciones para su humedad y origina por su tipo de suelo, también para mejorar el lugar, aplica geos sintéticos para reforzarlo, variar el trazado del sector y elegir el proceso más factible.<sup>12</sup>.

Cuando ya especifica el CBR diseñado, para cada sector similar clasificará según la categoría de subrasante del tramo, indicado en la tabla 4.

Tabla 4

*Categorías de la subrasante*

Categorías de subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR $\geq 3\%$ A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular S3: Subrasante Buena	De CBR $\geq 6\%$ A CBR < 10% De CBR $\geq 10\%$ A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR $\geq 20\%$ A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR $\geq 30\%$

*Nota.* Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

El Ensayo MTC EM N° 132, indica que clasificando el terreno de acuerdo a AASHTO y SUCS, con recorridos específicos según norma ejecutará un perfil para hallar el tipo de terreno y alternativa de solución de los procedimientos aptos del perfil estratigráfico similar al CBR, el dato tolera la superficie denominada una máxima consistencia seca que llega al 95% y una carga de agudeza de 2.54 mm<sup>13</sup>.

<sup>11</sup> (FERNÁNDEZ del Campo, 1997 pág. 5)

<sup>12</sup> (MINISTERIO de transporte y comunicaciones, 2013 pág. 46)

<sup>13</sup> (MINISTERIO de transporte y comunicaciones, 2013 pág. 39)

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de la investigación**

Este análisis fue aplicado, porque muestra un rol importante de análisis de una situación en base a la acción, de esta forma contribuye con nuevos sucesos, si se proyecta comedidamente el estudio, para respetar lo evidenciado, la nueva información puede ser favorable para el proyecto<sup>14</sup>. Este estudio fue aplicado ejecutándose mediante recolección de información, ensayos de laboratorio que dio información valedera para la hipótesis por medio de trabajo de tesis en el ámbito nacional e internacional, expresando lo afectado por la ceniza de paja de trigo y de caña de maíz optimizando mejoría de particularidades de subrasante de vía del sector Bellavista.

##### **3.1.1. Enfoque de la investigación**

El presente trabajo exploratorio se presentó con un enfoque cuantitativo, que se realizó mediante una prueba objetiva realista, de tal manera que determine mediante los valores medibles aprobados por la recolección de datos, con el fin de averiguar definiciones, respecto al ámbito estadístico<sup>15</sup>. Por lo que, este proyecto fue cuantitativo donde se realizó un procedimiento para ejecutar las pruebas de laboratorio que obtuvo una cantidad de medición y de números, hallo 2 variables como la ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para subrasante particular tomando en cuenta como enfoque cuantitativo la carretera de Bellavista, prediciendo la hipótesis y corroborando mediante la prueba a ejecutar en base a la variable dependiente e independiente luego analizó si se conexas con ambas.

##### **3.1.2. Diseño de la Investigación**

El proyecto se realizó a través de un diseño experimental, que establece la variable independiente hallando sus valores y conectando con variable dependiente, por lo cual, los elementos no se escogen

---

<sup>14</sup> (BAENA Paz, 2017 pág. 18)

<sup>15</sup> (ALAN NEILL , y otros, 2017 pág. 23)

aleatoriamente, ni se igualan, sino se aglomeran para ensayarse, se convierten en intocables<sup>16</sup>.

### 3.1.3. Nivel de investigación

El proyecto tuvo nivel explicativo, independientemente del comportamiento de variable y encontrar la dependencia de ambas, por cual se considera la información apta que nos dirigió experimentar ola causa de ambos aditivos. Se comportan como aditivos mejorando propiedades de subrasante y menciona valores similares determinados respecto a forma que afecta la variable independiente en dependiente.

### 3.1.4. Variable

La variable es cambiante y visualiza y cuantifica, como, por ejemplo, la presión, aprendizaje de nuevas teorías, religión, resistividad del elemento, la masa, por eso toda expresión de aquella variable menciona objetos, fenómenos e individuos, para alcanzar valores en base a la variable<sup>17</sup>. Como expreso con anterioridad en el estudio se presentaron 2 variables, que son:

- **Variable independiente:** La ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.
- **Variable dependiente:** Evaluación técnica, económica para el mejoramiento de subrasante.

### 3.1.5. Operacionalización de las variables a investigar

La operacionalización, considera la indagación para dirigir el procedimiento donde la variable se traslada de conceptos abstractos a técnicos específicos y medibles, por lo cual se trasladan las dimensiones insumos<sup>18</sup>. En base a esta operacionalización de variables de proyecto visualizando la matriz operacional se puede constatar por los indicadores, las definiciones operacionales, conceptuales y los niveles medibles.

---

<sup>16</sup> (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 151)

<sup>17</sup> (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 105)

<sup>18</sup> (ARIAS Odón , 2012 pág. 62)

## **3.2. Población, muestra, muestreo y unidades de análisis**

### **3.2.1. Población**

Al tener que evaluar de forma establecida el módulo de análisis que se da por el grupo poblacional conformado que permitirá captar valores, lo cual se puede interpretar que es un grupo que pasa por distintas situaciones que van de la mano con los parámetros de preferencia conformar libremente las particularidades de esta, con un subgrupo de componentes dentro de la población, se elegirá una muestra y se pretenderá alcanzar que subgrupo conforme la población representada<sup>19</sup>. En el actual estudio la población fueron los 3 km. del sector Bellavista, en región de Ancash.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra es parte de población o subconjunto de componentes incluido en total determinado, por lo cual cuenta la población, seleccionará la muestra y corroborará que subgrupo sea reflejo de población específica<sup>20</sup>. Para el proyecto la muestra conformada por la población, al delimitarse expreso el suceso de hallar el análisis de los pozos exploratorios y adquirir muestra del terreno, para lo cual el pozo debe tener como mínimo 1.50 m que es normativa que rige en la ciudad de Huaraz.

Para poder obtener nuestra muestra se tuvo que realizar 3 calicatas, en los que se considera requisitos aptos del manual de MTC.

### **3.2.3. Muestreo**

El muestreo es proceso donde pertenecientes a población, seres vivos u objetos elegidos por propiedades en base a expresado, donde principal característica es su capacidad de reconocer población amplia, eficaz y al asemejarse con población general<sup>21</sup>.

Es por eso que el muestreo no aleatorio o también llamado no probabilístico se da en una etapa donde un insumo pertenece a muestra, pero al elegir el conjunto de componentes, estas no

---

<sup>19</sup> (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 174)

<sup>20</sup> (ARIAS Odón , 2012 pág. 83)

<sup>21</sup> (BAENA Paz, 2017 pág. 84)

necesariamente dependen de las oportunidades sino de otras particularidades que se dan respecto al estudiante, no se basa en las fórmulas, de tal manera que al encontrarse libre reforma general o colectiva, para que muestras selectas se sesgan<sup>22</sup>. Por tanto el muestreo analizado se da a razón de la no probabilidad, ya que su en su gestión no considera la estadística y no fue determinada al azar buscando puntos más críticos.

#### **Unidad de análisis:**

Fue aplicada en estudio científico, en oficina o campo, específico de distintas tipologías, animales, gases, servicios. Por ello se describen por características en comparación con las otras, total o parcialmente, sometidos en puntos<sup>23</sup>. El punto de análisis de la investigación fue el terreno del sector Bellavista, en el distrito de Huaraz.

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

#### **3.3.1. Técnicas de la investigación**

Las técnicas son reacciones del “actuar” y efectúan actividades humanas en campo, considerando nuevas tecnologías que logren el objetivo, respeto al método de estudio, las tecnologías son más sencillas que apoyen el método<sup>24</sup>. En el presente estudio se aplicará la observación directa ya que se relaciona con fenómeno estudiado, y corrobora la acción del fenómeno, sin informar, donde el estudiante dirige y gestiona el proceso.

#### **3.3.2. Instrumentos de la recolección de los datos**

Los instrumentos resultan de recopilación de información, evaluando lo obtenido en base a contextos, hechos y población aledaña al estudio de manera apta, la investigación es importante considerar el procedimiento sector y situación de la recolección, donde la etapa activa del diseño analizado para lograr lo planteado<sup>25</sup>. El estudio toma

---

<sup>22</sup> (ARIAS Odón , 2012 pág. 83)

<sup>23</sup> (SÁNCHEZ Carlessi, y otros, 2018 pág. 123)

<sup>24</sup> (BAENA Paz, 2017 pág. 68)

<sup>25</sup> (USECHE, y otros, 2019 pág. 29)

como herramienta de recopilación de información fichas técnicas, otorgadas por laboratorio, concediendo valores hallados en campo.

### **3.3.3. Validez**

Por tanto, se considera la validez como la manera donde los instrumentos de recolección de información y técnicas medibles con fenómenos incidentes.<sup>26</sup>. Por lo cual, se remarcó los instrumentos empleados para validar el estudio, señalados con normas nacionales e internaciones, después emplea los exámenes de laboratorio, las cuales fueron analizados por 03 conocedores que confirman su autenticidad.

### **3.3.4. Confiabilidad del instrumento**

Sostiene que la Confiabilidad es una lista recopilada de data relacionada particularmente a instrumentos y técnica aplicada que resulta valores fiables<sup>27</sup>. Las técnicas del instrumento aplicado en proyecto fueron manuales y normas predichas analizadas para considerar un estudio por medio de norma ASTM, la NTP, compendio de pistas, dados por los técnicos e ingenieros de confianza con resultados y laboratorios donde ejecutaremos nuestras pruebas, los instrumentos contabilizan con certificados calibrados ISO 9001.

## **3.4. Procedimiento**

El estudio adjudico un procedimiento donde pudo obtener valores estimados mediante variables dichas en el estudio.

El proceso menciono que: Primero, requirió adicionar ceniza de paja de trigo y caña de maíz, luego acudimos a laboratorio de suelo en Huaraz, donde realizaron las pruebas respectivas. Segundo, en carretera del sector Bellavista, zanjaron 3 calicatas con 1.50 de hondura en extremos de norma, resultando la muestra representativa, y para ensayos consideró la muestra hallada de los tramos del sector más crítico. Es imprescindible mencionar que calicatas fueron acordadas con municipalidad de Huaraz. Tercero, realizó

---

<sup>26</sup> (MUÑOZ Rocha , 2015 pág. 168)

<sup>27</sup> (MUÑOZ Rocha , 2015 pág. 186)

granulometría, similar al CBR del terreno determinado empleando la mezcla de cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz, extrayendo datos del aporte de aditivos en optimización de subrasante. Finalmente, evaluaron los valores hallados, para examinar las pruebas adquiridas con las calicatas en base al MTC, desarrollándose analizando los valores se desarrolló lo realizando para alcanzar los resultados, se analizó para adquirir el estabilizador más factible y porción a considerar.

### **3.5. Método de análisis de datos**

Este procedimiento con el cual se pudo establecer a través de un análisis documental, tomando en cuenta el cambio estudiado del sector Bellavista, con topografía oriunda y empleó para considerar como aditivo la ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz. También, para inducción, los aditivos fueron direccionados a laboratorio para prueba respectiva del análisis del comportamiento de los insumos en la zona y el efecto de la adición de la capacidad de soporte de su ficha para corroborar hipótesis elaboradas en tablas de Microsoft Excel.

### **3.6. Aspectos éticos**

La investigación del estudio se da por fuentes confiables así identifica el aporte de los que no proporcionaron datos correctos para estudio, por medio de tesis, artículos científicos, libros, revistas. También, aclara las citas recopiladas y revisadas mediante normas mencionadas en manual ISO 690, la data asociada fue escrita en discusión y la evaluación de datos por lo cual autores rectifican el documento aplicará concretamente, de igual manera se expresaron valores hallados del proyecto.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Nombre del proyecto

El presente trabajo de tesis denominado evolución técnica económica con aditivo de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para el mejoramiento de subrasante Ancash, 2022.

### 4.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA: Ubicación de la zona de trabajo

Para llevar a cabo la investigación se tuvo que realizar principalmente en el distrito de Ocros, puntualmente en el sector de Bellavista, siendo su ubicación en el mapa de 10°23'36.60"S con 77°25'8.7"O con 3458 msnm de elevación ubicada en las progresivas de 11+000 hasta 03+000.

Se pudo determinar que el objetivos es poder determinar la influencia de la adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz (CT y CM) en porcentajes de 1%, 1.5% y 2.0%, en el progreso de firmeza del suelo arcilloso que se para el uso como subrasante, quedando en el sector de Bellavista Ocros-Ancash, 2022.

La localización del proyecto se encuentra en un área la cual se detalla a continuación:

Región	:	Ancash.
Departamento	:	Ocros.
Provincia	:	Ocros.
Región Geográfica	:	Sierra.
Distrito	:	Ocros.
Centro Poblado	:	Bellavista.

El distrito de Ocros, presenta 9196 habitantes como total, teniendo una densidad de 4.7 han./km<sup>2</sup>, cuyo fin se basa en la producción ganadera, agricultura (fruticultura con avance agroindustrial), y el turismo ecológico, el distrito de Ocros mantiene una limitante con el norte con Congas, cajamarquilla y huayllacayan, mientras que por el sur se encuentra con Cochas y Choque, en tanto por el este esta limita con Acas y Chicas, por el Oeste con Choque y Copa y por el noroeste con Huayllacatán.

## Localización geográfica del proyecto

Figura 2

*Ubicación de la Región de Ancash en el mapa del Perú*



Figura 3

*Ubicación de la provincia de Ocos en el mapa de Ancash Región*



### 4.3. Accesibilidad a la zona de estudio

Para trasladarse de Lima a Ocos, es necesario un autobús que se dirija hacia Barranca (200km en la Panamericana Norte) y luego conectar con otro autobús que conexe con Barranca (provincia de Ocos). Es imprescindible mencionar que hay otro tipo de medio de transporte para llegar a la provincia mencionada ya sea por camiones que tengan conocimiento de las rutas. Esta ruta dura 4 horas entre Barranca y Lima. Otra puede ser al Sur de Huaraz (departamento Ancash), con distancia aprox. de 130 km.

### 4.4. Estado actual de la zona del proyecto

La vía en análisis tiene similares caracteres en el kilómetro y medio, en tanto presenta un inmejorable tráfico de vehículos, (tráfico operacional local),

mostrándose como un avance vegetativo, por tanto el tráfico existente que se da en lugar puede derivar de los vehículos mixtos el cual circula de manera habitual conteniendo material de cultivo del lugar.

#### 4.5. Trabajo de campo: Ubicación de las calicatas

Efectuaron 3 calicatas en kilómetro y medio que abarca proyecto, cada una tiene un código de identificación objetivo, C-01, C-02 y C-03, la cual se señala en la figura N° 04.

Figura 4

*Ubicación in situ de las calicatas C-01, C02 y C-03.*



*Nota.* Cada una de las calicatas se realizó en puntos críticos de la vía, según menciona el texto de las carreteras y suelos del MTC, siendo la calicata C-01, el

cual se sitúa en la progresiva 01+ 200, C-02 se ubica en 02+320 y última el C-03 se localiza en 02+950, y se desempeñaron siguiendo los procedimientos, normas y reglas vinculadas a las pruebas, de forma que desempeñen las pruebas objetivas.

En la Figura 5 muestra georreferenciados las ubicaciones de las tres calicatas realizadas en los puntos más críticos del tramo de la vía.

Figura 5

*Ubicación de las calicatas C-01, C-02 y C-03*



*Nota.* Se estableció el desarrollo de las pruebas de laboratorio con la muestra hallada de las calicatas C-01, C-02 y C-03, a razón que la ubicación en el sitio indicado se examina respetando ciertos parámetros particulares y diferentes propiedades físicas.

La tabla 5, desarrolla la ubicación y descripción de calicatas realizadas indicando datos recolectados in situ.

Tabla 5

*Ubicación y descripción técnica de las calicatas*

*Ubicación y descripción técnica de las calicatas*

Calicata	Progresiva	Profundidad	Lado	Coordenada
C-01	01 + 200	1.5	DERECHO	77°41'70.01"O
C-02	02 + 320	1.5	DERECHO	77°41'53.64"O
C-03	02 + 950	1.5	DERECHO	77°41'52.47"O

#### 4.6. Trabajo de laboratorio

Para el estudio, los valores fueron localizados y también extraídos del suelo natural de la ciudad de Anchas, donde se agregó el 1%, el 1.5% y el 20% respectivamente de las cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz con un promedio de 25 mm, de largo, que se necesita para poder alcanzar lo requerido, donde los ensayos tuvieron consideración al ASTM y MTC, el cual comenzó respecto las normas de ensayps de los materiales, efectuando las pruebas de las calicatas de C-01 al C-03, siendo este en un terreno natural, con incremento de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz, el cual se observa en la figura 6, preliminarmente se realiza el acopio de la materia prima orgánica.

Figura 6

*Acopio de paja de trigo y caña de maíz*



- Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de aditivo de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica para el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante, Ancash-2022
- Seguidamente, está presente granulometría, que tiene una presentación húmeda y se clasifica por SUCS y AASTHO, dados por 03 calicatas, en la cual sigue los linderos de la resistencia que se da en el terreno natural como cantidades de cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz.

#### 4.7. Análisis granulométrico por tamizado

Para poder obtener la granulometría de tamices se puede considerar la normativa ASTM D-422, MTC E 107, NTP 339, 128, la cual pudo alcanzar individualidades físicas del terreno oriundo, separando y clasificando según dimensión, dicho análisis se realizó empleando mallas con dimensiones distintas, los resultados mostrados son de las calicatas C-1, C-2, C-3 en la tabla 6, tabla 7, tabla 8.

#### Calicatas

Tabla 6

#### *Granulometría de muestra de suelo de C-1*

KM 1+200 (M-1)			KM 1+200 (M-2)			KM 1+200 (M-3)		
TAMIZ	AASHTO T-27	%	TAMIZ	AASHTO T-27	%	TAMIZ	AASHTO T-27	%
(PULG.)	(mm)	QUE PASA	(PULG.)	(mm)	QUE PASA	(PULG.)	(mm)	QUE PASA
3"	76.200	100.000	3"	76.200	100.000	3"	76.200	100.000
2 1/2"	63.500	100.000	2 1/2"	63.500	100.000	2 1/2"	63.500	100.000
2"	50.800	100.000	2"	50.800	100.000	2"	50.800	100.000
1 1/2"	38.100	100.000	1 1/2"	38.100	100.000	1 1/2"	38.100	100.000
1"	25.400	100.000	1"	25.400	100.000	1"	25.400	100.000
3/4"	19.050	100.000	3/4"	19.050	100.000	3/4"	19.050	100.000
1/2"	12.500	100.0	1/2"	12.500	100.0	1/2"	12.500	100.0
3/8"	9.500	89.9	3/8"	9.500	91.3	3/8"	9.500	89.9
1/4"	6.350	84.3	1/4"	6.350	85.5	1/4"	6.350	84.3
Nº 4	4.750	74.9	Nº 4	4.750	76.0	Nº 4	4.750	74.9
Nº 8	2.360	73.2	Nº 8	2.360	74.2	Nº 8	2.360	73.2
Nº 10	2.000	72.2	Nº 10	2.000	72.9	Nº 10	2.000	72.2
Nº 16	1.190	68.5	Nº 16	1.190	69.6	Nº 16	1.190	68.5
Nº 20	0.840	66.1	Nº 20	0.840	67.1	Nº 20	0.840	66.1
Nº 30	0.600	63.1	Nº 30	0.600	64.5	Nº 30	0.600	63.1
Nº 40	0.420	59.6	Nº 40	0.420	60.4	Nº 40	0.420	59.6
Nº 50	0.300	57.4	Nº 50	0.300	58.7	Nº 50	0.300	57.4
Nº 100	0.150	43.4	Nº 100	0.150	44.0	Nº 100	0.150	43.4
Nº 200	0.075	36.9	Nº 200	0.075	36.6	Nº 200	0.075	36.9

Tabla 7

#### *Granulometría de muestra de suelo de C-2*

KM 2+320 (M-1)			KM 2+320 (M-2)			KM 2+320 (M-3)		
TAMIZ	AASHTO T-27	%	TAMIZ	AASHTO T-27	%	TAMIZ	AASHTO T-27	%
(PULG.)	(mm)	QUE PASA	(PULG.)	(mm)	QUE PASA	(PULG.)	(mm)	QUE PASA
3"	76.200	100.000	3"	76.200	100.000	3"	76.200	100.000
2 1/2"	63.500	100.000	2 1/2"	63.500	100.000	2 1/2"	63.500	100.000
2"	50.800	100.000	2"	50.800	100.000	2"	50.800	100.000
1 1/2"	38.100	100.000	1 1/2"	38.100	100.000	1 1/2"	38.100	100.000
1"	25.400	100.000	1"	25.400	100.000	1"	25.400	100.000
3/4"	19.050	100.0	3/4"	19.050	100.0	3/4"	19.050	100.0
1/2"	12.500	96.1	1/2"	12.500	96.3	1/2"	12.500	96.0
3/8"	9.500	94.6	3/8"	9.500	94.5	3/8"	9.500	94.4
1/4"	6.350	91.0	1/4"	6.350	90.6	1/4"	6.350	91.1
Nº 4	4.750	87.7	Nº 4	4.750	87.7	Nº 4	4.750	87.2
Nº 8	2.360	79.9	Nº 8	2.360	80.3	Nº 8	2.360	79.1
Nº 10	2.000	78.8	Nº 10	2.000	79.4	Nº 10	2.000	78.2
Nº 16	1.190	75.7	Nº 16	1.190	76.2	Nº 16	1.190	75.4
Nº 20	0.840	74.6	Nº 20	0.840	74.9	Nº 20	0.840	74.4
Nº 30	0.600	73.4	Nº 30	0.600	74.0	Nº 30	0.600	73.2
Nº 40	0.420	72.7	Nº 40	0.420	72.9	Nº 40	0.420	72.2
Nº 50	0.300	72.3	Nº 50	0.300	72.7	Nº 50	0.300	71.7
Nº 100	0.150	70.4	Nº 100	0.150	70.2	Nº 100	0.150	69.7
Nº 200	0.075	68.5	Nº 200	0.075	67.7	Nº 200	0.075	67.5

**Tabla 08**  
*Granulometría de muestra de suelo de C-3*

KM 2+290 (M-1)			KM 2+290 (M-2)			KM 2+290 (M-3)		
TAMIZ	AASHTO T-27	%	TAMIZ	AASHTO T-27	%	TAMIZ	AASHTO T-27	%
(PULG.)	(mm)	QUE PASA	(PULG.)	(mm)	QUE PASA	(PULG.)	(mm)	QUE PASA
3"	76.200	100.000	3"	76.200	100.000	3"	76.200	100.000
2 1/2"	63.500	100.000	2 1/2"	63.500	100.000	2 1/2"	63.500	100.000
2"	50.800	100.000	2"	50.800	100.000	2"	50.800	100.000
1 1/2"	38.100	100.000	1 1/2"	38.100	100.000	1 1/2"	38.100	100.000
1"	25.400	100.000	1"	25.400	100.000	1"	25.400	100.000
3/4"	19.050	100.000	3/4"	19.050	100.000	3/4"	19.050	100.000
1/2"	12.500	100.000	1/2"	12.500	100.000	1/2"	12.500	100.000
3/8"	9.500	100.0	3/8"	9.500	100.0	3/8"	9.500	100.0
1/4"	6.350	99.3	1/4"	6.350	99.1	1/4"	6.350	99.0
Nº 4	4.750	98.5	Nº 4	4.750	98.5	Nº 4	4.750	98.1
Nº 8	2.360	98.0	Nº 8	2.360	97.5	Nº 8	2.360	97.7
Nº 10	2.000	96.4	Nº 10	2.000	96.4	Nº 10	2.000	95.8
Nº 16	1.190	94.9	Nº 16	1.190	94.7	Nº 16	1.190	94.6
Nº 20	0.840	94.1	Nº 20	0.840	94.0	Nº 20	0.840	93.9
Nº 30	0.600	92.9	Nº 30	0.600	92.4	Nº 30	0.600	92.5
Nº 40	0.420	91.7	Nº 40	0.420	91.1	Nº 40	0.420	90.9
Nº 50	0.300	90.6	Nº 50	0.300	89.9	Nº 50	0.300	90.0
Nº 100	0.150	86.5	Nº 100	0.150	85.1	Nº 100	0.150	84.8
Nº 200	0.075	82.1	Nº 200	0.075	81.9	Nº 200	0.075	81.2

*Nota. Se visualiza variación de curva granulométrica con la dosificación que pasa los gránulos del suelo que se da en la calicata C-1, C-02 y C-03.*

En la tabla 9 indicamos, que una parte imperiosa de la muestra C-01 son los suelos que tienen una representación del 38.5% los finos con 36.9% y las gravas con 24.73%. Al agregar la fracción estimada por partículas gruesas (gravas + arenas) expresando 63.23%, típico de terreno granular.

La porción absoluta de la calicata C-02 indican que son finos con un porcentaje del 67.9%, teniendo el 19.63% de arenas y con las gravas el 12.46%. Al adjuntar la parte constitutiva permite mejorar las gravas o arenas a través de las partículas gruesas que representa el 32.09% siendo este de un suelo granular.

Tabla 09

*Composición granulométrica de muestra de suelo de C-01, C-02, C-03*

<b>Calicata</b>	<b>Muestra</b>	<b>% Grava</b>	<b>% Arena</b>	<b>% Finos</b>
<b>C-01</b>	M-1	25.10	38.0	36.9
	M-2	24.00	39.5	36.6
	M-3	25.10	38.0	36.9
	Promedio	24.73	38.5	36.9
<b>C-02</b>	M-1	12.30	19.20	68.5
	M-2	12.30	20.00	67.7
	M-3	12.80	19.70	67.5
	Promedio	12.46	19.63	67.9
<b>C-03</b>	M-1	1.46	16.50	82.10
	M-2	1.53	16.60	81.90
	M-3	1.87	16.90	81.20
	Promedio	1.62	16.67	81.73

#### 4.8. Contenido de humedad

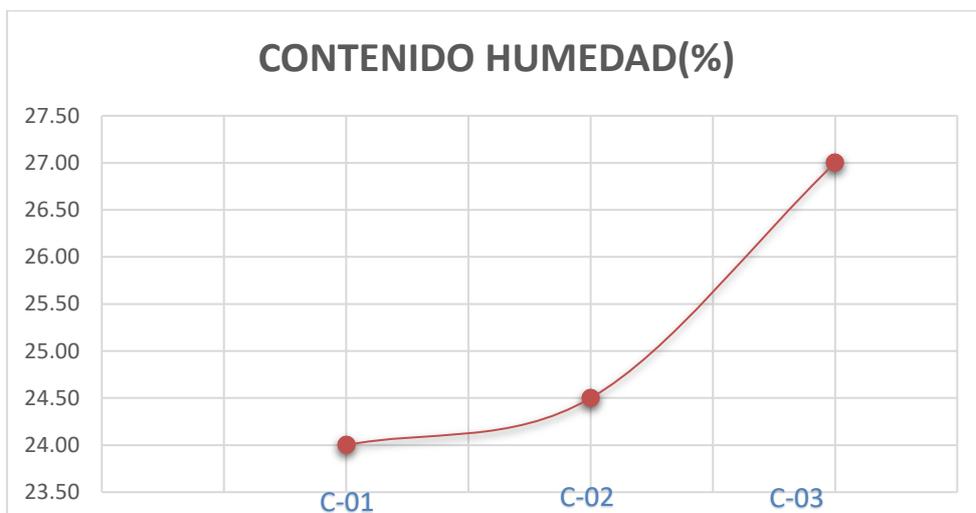
Este punto indica que la humedad del suelo naturalmente queda mencionado en el esquema N° 10 y el grafico N° 07, detallando un argumento húmedo cuyas muestras de calicatas del C-01, C-02 y C-03 de dan en un 24%, 24.50 y 27% de forma respectiva.

Tabla 10

*Contenido de humedad de suelo natural de C-01, C-02, C-03*

<b>Descripción</b>	<b>Resultados de calicatas</b>		
	<b>C-01 PROMEDIO</b>	<b>C-02 PROMEDIO</b>	<b>C-03 PROMEDIO</b>
<b>Contenido de humedad (%)</b>	24.00	24.50	27.00

Figura 7  
Curva de contenido de humedad C-01, C-02 y C-03



**Fuente:** Elaboración propia

*Nota.* El contenido húmedo llevado a cabo en la prueba resulta un valor referencial para reconocer si es mayor o menor a un contenido óptimo compacto, donde los efectos cambian en base al análisis realizado, es necesario añadir que su contenido húmedo de la muestra C-03 es mayor.

#### 4.9. Clasificación de suelo SUCS y AASTHO

**Respecto** al contenido de la tabla N° 11, la taxonomía de los suelos especificado por SUCS y AASHTO, en las calicatas C-01, C-02 y C-03, mencionan un terreno de: (SC, SC, SC, SM- CL y CL) respectivamente un promedio de porcentajes de coeficientes Grava: C-01 C-02, C-03 presentaron un porcentaje de : (24.72%- 12.49%- 1.62%) porcentajes de coeficientes Arena: C-01 C-02, C-03 presentaron un porcentaje de : (38.49%- 19.49%- 16.65%) porcentajes de coeficientes Finos: C-01 C-02, C-03 presentaron un porcentaje de : (36.79%- 67.87%- 81.73%) para las calicatas.

**Tabla 11**  
*Clasificación de suelos según SUSC y AATHO de las calicatas C-01, C-02 y C-03*

Calicata	C-01	C-02	C-03
Profundidad (m)	1.5	1.5	1.5
Muestra	1, 2, 3 y 4	1, 2, 3 y 4	1, 2, 3 y 4
Grava (%)	24.73	12.46	1.62
Arena (%)	38.50	19.63	16.67
Finos (%)	36.90	67.90	81.73

Clasificación SUCS	SC, SC, SC y SM	CL	CL
Clasificación AASTHO	A-4(0)	A-4(4)	A-6(9)

*Nota.* Se realizarán los ensayos a las calicatas C-01 y C-02 y C-03 adicionando los porcentajes de 1%, 1.5%, y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.

#### 4.10. Límites de consistencia

En cuanto a los valores encontrados dentro del laboratorio estableciendo límite líquido, plástico e índice plástico del terreno indicado en la figura 8.

Figura 8  
*Límite líquido y plástico*



Tabla 12  
*Límites de consistencia C-01, C-02 y C-03 de suelo natural con adición al 1%, 1.5% y 2.0% de las cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.*

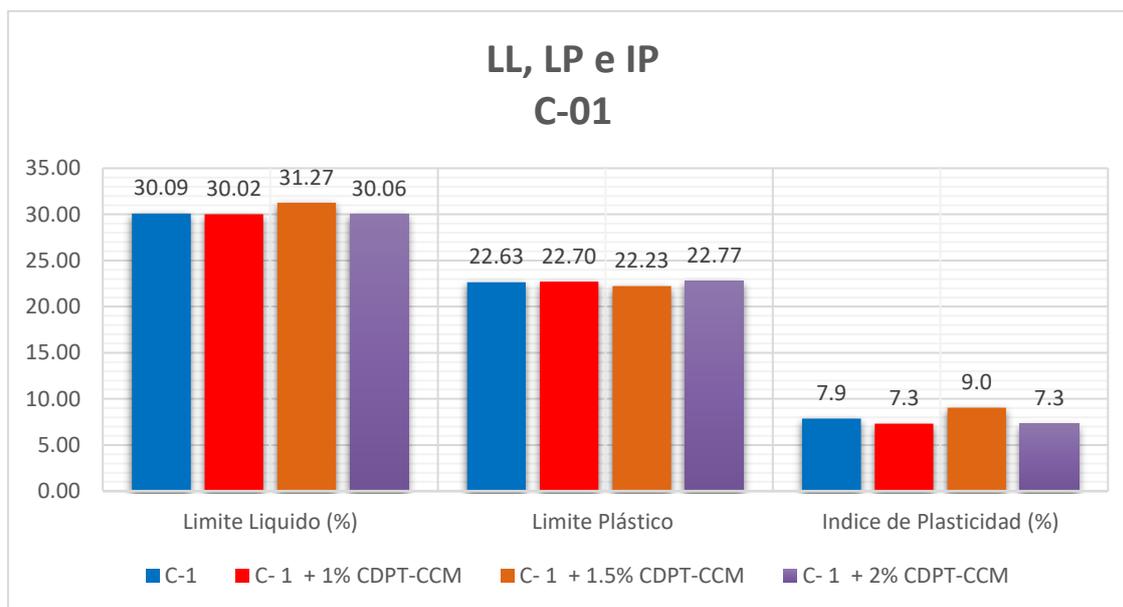
<b>Suelo natural C-1</b>	<b>30.09</b>	<b>22.63</b>	<b>7.9</b>
C-1 + 1.0% CDPT-CCM	30.02	22.70	7.3
C-1 + 1.5% CDPT-CCM	31.27	22.23	9.0
C-1 + 2.0% CDPT-CCM	30.06	22.77	7.3
<b>Suelo natural C-2</b>	<b>27.43</b>	<b>18.22</b>	<b>9.2</b>
C-2 + 1.0% CDPT-CCM	27.7	18.18	9.5
C-2 + 1.5% CDPT-CCM	27.61	18.29	9.3
C-2 + 2.0% CDPT-CCM	27.52	18.18	9.3
<b>Suelo natural C-3</b>	<b>31.71</b>	<b>19.68</b>	<b>11.9</b>
C-3 + 1.0% CDPT-CCM	31.66	19.59	12.1

C-3 + 1.5% CDPT-CCM	31.34	19.59	11.7
C-3 + 2.0% CDPT-CCM	31.35	19.36	12.0

En la figura 09, observamos los resultantes de la tabla de consistencia que se da en la calicata C-01 dados por el suelo patrón, en las que se añade las cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz, cuyo patrón resulto LL de 30.09% un LP de 22,63%, teniendo un IP de 7,9%, para el 1% de CDPT-CCM: donde el LL de 31.27%, en tanto el LP se da en un 22.23%, IP de 9.0%; y para el 2% de CDPT-CCM se obtiene que el LL de 30.06%, LP de 22.77% e IP de 7.3%; el IP descendió al adicionar 1% en 7.59%, y ascendió al adicionar 1.5% y 2% en 13.92% y 7.59%, al respecto.

Figura 9

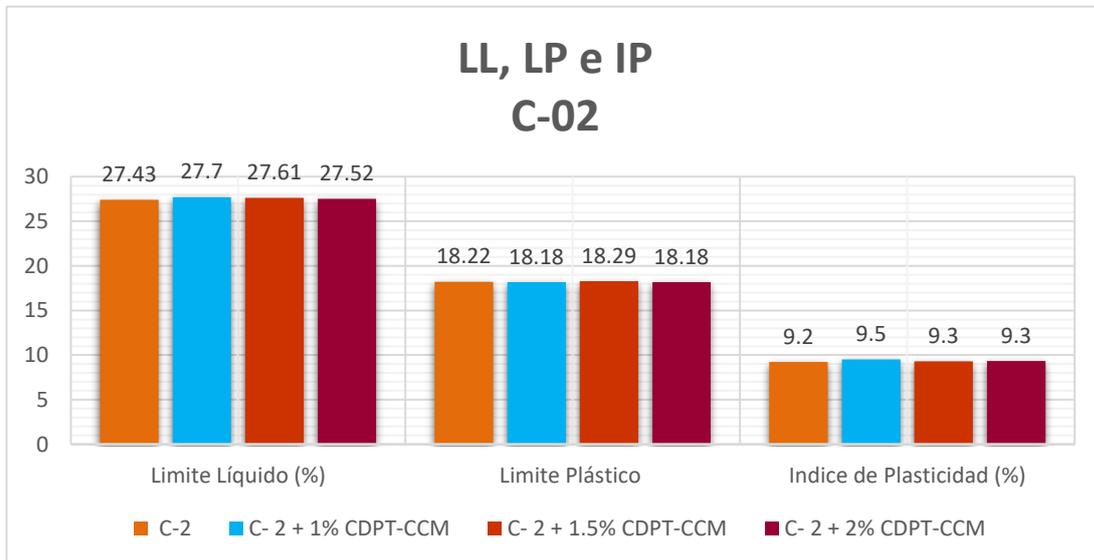
*Limite liquido, limite plástico e indice de plasticidad de C-01, al suelo natural y con adición de 1%, 1.5 y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.*



Se tiene en la figura N°10, en la cual se mencionan los valores de la prueba de consistencia de la calicata N° 02, que se da por el suelo patrón, en la que se añade las cenizas de paja de trigo cenizas de caña de maíz: el suelo patrón resultando que LL de 27.43%, en tanto el LP de 18.22% y el IP de 9.2%; siendo para 1% de CDPT-CCM el resultado de LL de 27.7%, LP de 18.18 % e IP de 9.5 %; en tanto el 1.5% de CDPT-CCM: LL de 27.61%, LP de 18.29% e IP de 9.3%; para 2% de CDPT-CCM LL de 27.52%, LP de 18.18%, IP de 9.3%; el IP incrementó en: 3.26%, 1.09% y 1.09%, respectivamente.

Figura 10

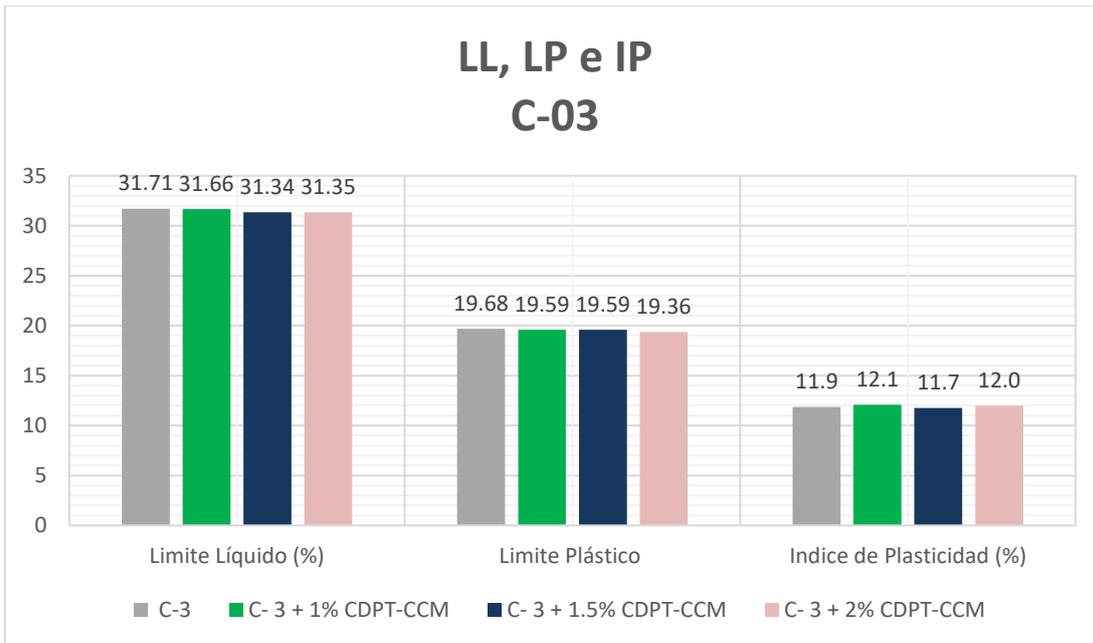
*Limite líquido, limite plástico e Índice de Plasticidad de C-02 al suelo natural y con adición 1%, 1.5%, y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz*



En la figura 11, observamos lo resultante de límite de consistencia que se presenta en la calicata C-03, donde el suelo patrón el cual se añade cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz, se obtuvo que LL de 31.71%, donde el LP de 19.68%, y el IP de 11.9%; para 1% de CDPT-CCM: LL de 31.66%, P de 19.59 % e IP de 12.1 %; para 1.5% de CDPT-CCM: LL de 31.34%, LP de 19.59% e IP de 11.7%; para 2% de CDPT-CCM LL de 31.35%, LP de 19.36% e IP de 12.0%; el IP ascendió al 1% y 2% en 1.68% y 0.84%, y descendió al adicionar 1.5% en 1.68%, de manera respectiva.

Figura 11

*Limite líquido, limite plástico e Índice de Plasticidad de C-03 al suelo natural y con adición 1%, 1.5%, y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz*



- Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de aditivo de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica para el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante, Ancash-2022

Proctor modificado

- En la presente prueba se procedió a aplicar el sistema “C” que establece un contenido húmedo cuyas densidades secas llegan a alcanzar una curva compacta. Es necesario saber que hallando una máxima densidad seca y un argumento húmedo óptimo respecto a los agregados de cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz es esencial establecer el peso originario de nuestra muestra que se podrá mezclar más adelante con las agregadas dosificaciones del 1%, 1.5% y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz, indicada en la figura 12.

Figura 12 Proctor modificado



En la figura 13 y en la tabla 13, expresan lo hallado dentro del OCH del patrón y añadiendo cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz en calicata C-01, C-02 y C-03.

Para el suelo patrón de C-01 fue 16.7% y añadiendo CDPT-CCM al 1%, 1.5% y 2%, los resultados fueron: 18.9%, 20.4%, y 16.3%, el OCH incrementó al 1% y 1.5% en 13.17% 22.15%, y descendió al 2% en 2.39%, de manera respectiva. Para obtener una muestra patrón de nuestra calicata de C-02 fue 17.0% y al adicionar 1%, 1.5% y 2%, CDPT-CCM, los resultados fueron: 18.2%, 17.6% y 18.2%, el OCH incrementó en: 7.06%, 3.53% y 7.06%, respectivamente. Para el patrón de C-03 fue 17.3% y al añadir 1%, 1.5% y 2%, CDPT-CCM, los resultados fueron: 18.5%, 15.8% y 15.2%, el OCH incrementó al 1% en 6.94%, y descendió al 1.5% y 2% en 8.67% y 12.14%, respectivamente.

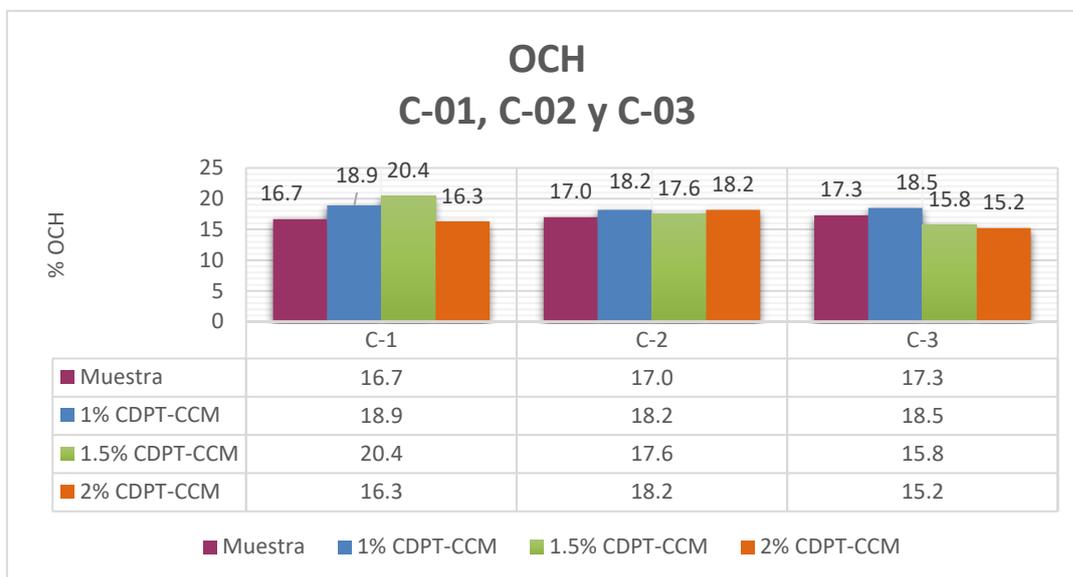
Tabla 13

Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca de C-01, C-02 y C-03, del suelo natural y con adicción del 1%, 1.5 y 2.0 de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz

Muestra	Identificación	Optimo contenido de Humedad (%)	Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>C-1</b>	<b>Suelo natural</b>	<b>16.7</b>	<b>1.62</b>
C-1	C-1 + 1% CDPT-CDCM	18.9	1.63
C-1	C-1 + 1.5% CDPT-CCM	20.4	1.64
C-1	C-1 + 2.0% CDPT-CCM	16.3	1.69
<b>C-2</b>	<b>Suelo natural</b>	<b>17.0</b>	<b>1.58</b>
C-2	C-2 + 1% CDPT-CCM	18.2	1.65
C-2	C-2 + 1.5% CDPT-CCM	17.6	1.71
C-2	C-2 + 2.0% CDPT-CCM	18.2	1.66
<b>C-3</b>	<b>Suelo natural</b>	<b>17.3</b>	<b>1.59</b>
C-3	C-3 + 1% CDPT-CCM	18.5	1.61
C-3	C-3 + 1.5% CDPT-CCM	15.8	1.66
C-3	C-3 + 2.0% CDPT-CCM	15.2	1.71

Figura 13

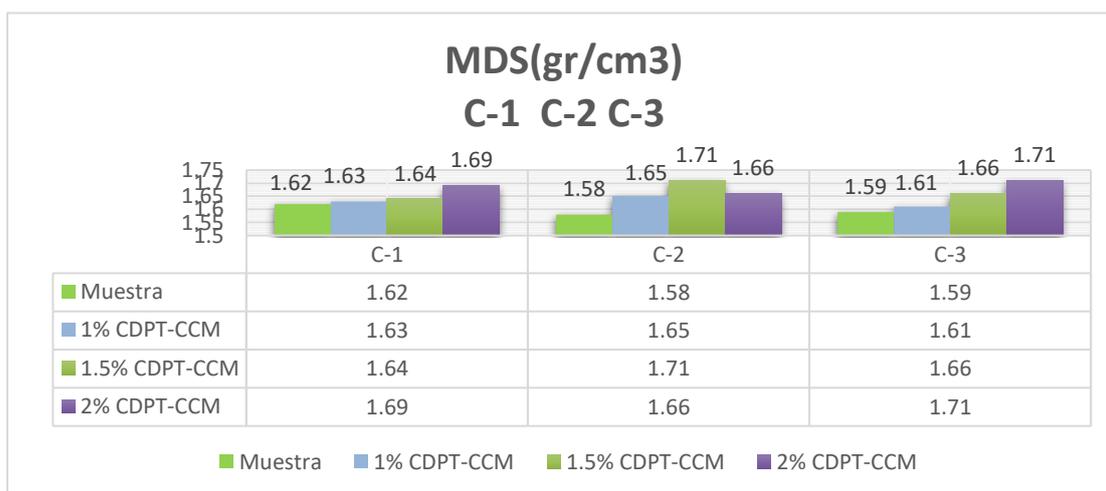
Óptimo contenido de humedad de C-01, C-02 y C-03 de suelo natural y con adición de ceniza de 1%, 1.5% y 2.0 de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.



En la figura 14 presentan los valores de la MDS añadiendo cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz para C-01 C-02 y C-03. Para el suelo patrón de C-01 es 1.62gr/cm<sup>3</sup> y agregando CDPT-CCM al 1%, 1.5% y 2.0%, con resultados: 1.63gr/cm<sup>3</sup>, 1.64gr/cm<sup>3</sup> y 1.69gr/cm<sup>3</sup>, la MDS incrementó: 0.62%, 1.23%, y 4.32%. Para suelo patrón de C-02 fue 1.58gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar CDPT-CCM al 1%, 1.5% y 2%, como valores tuvo: 1.65gr/cm<sup>3</sup>, 1.71gr/cm<sup>3</sup> m y 1.66gr/cm<sup>3</sup>, MDS aumentó: 4.43%, 8.23% y 5.06%. Para el suelo patrón de C-03 es 1.59gr/cm<sup>3</sup> y agregando CDPT-CCM al 1%, 1.5% y 2%, los resultados fueron: 1.61gr/cm<sup>3</sup>, 1.66gr/cm<sup>3</sup> m 1.71gr/cm<sup>3</sup>, la MDS aumentó: 1.26%, 4.40% y 7.55% respectivamente.

Figura 14

Máxima densidad seca de C-01, C-2 y C-3 de suelo natural y con adición de ceniza de 1%, 1.5% y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz.



## CBR

El estudio del CBR establece que para un terreno natural de 1%, 1.5% y 2.0% de las cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz del MDS con penetración de 01", efectuando al contenido óptimo húmedo hallando Proctor modificado mostrado en la figura 15. Se pudo establecer que las muestras del terreno presentan una cantidad en la que se ejecutan 3 estratos con energías distintas del N° de golpes de 10, 25 y 56, se muestra los resultados en la tabla 14.

Figura 15

CBR



Tabla 14

*CBR del suelo natural de C-1, C-2 Y C-3 al 100% y 95% MDS de suelo natural y con adición de 1%, 1.5%, y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz*

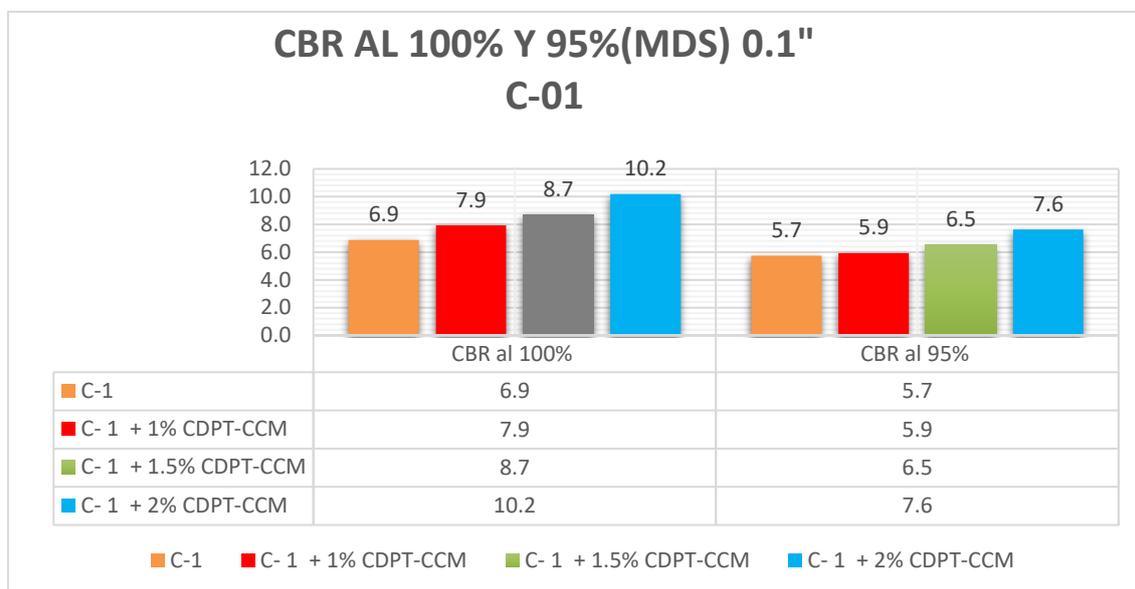
Muestra	Estado de la muestra	CBR al (100% MDS) 0.1"	CBR al (95% MDS) 0.1"
<b>C-1</b>	<b>Suelo natural</b>	6.9	5.7
C-1	C-1 + 1% de CDPT-CCM	7.9	5.9
C-1	C-1 + 1.5% de CDPT-CCM	8.7	6.5
C-1	C-1 + 2.0 de CDPT-CCM	10.2	7.6
<b>C-2</b>	<b>Suelo natural</b>	<b>6.9</b>	<b>5.8</b>
c-2	C-2 + 1% de CDPT-CCM	7.4	5.5
C-2	C-2 + 1.5% de CDPT-CCM	9.3	7.0
C-2	C-2 + 2.0 de CDPT-CCM	11.3	8.5
<b>C-3</b>	<b>Suelo natural</b>	<b>7.4</b>	<b>6.3</b>
c-3	C-3 + 1% de CDPT-CCM	8.1	6.1
C-3	C-3 + 1.5% de CDPT-CCM	10.7	8.0

<b>C-3</b>	C-3 + 2.0 de CDPT-CCM	13.5	10.1
------------	-----------------------	------	------

En el grafico N° 16 se pueden describir los valores del ensayo del CBR en proporciones del 95% y 100% del MDS , teniendo una penetración de 01", para patrón de C-01 fue 6.9% y 5.7% y al agregar CDPT-CCM al 1%, 1.5% y 2% fueron: (7.9%, 8.7% y 10.2%); (5.9%, 6.5% y 7.6%) respectivamente, el CBR incrementó en: (14.49%, 26.09% y 47.83%) y (3.51%, 14.03% y 33.33%).

Figura 16

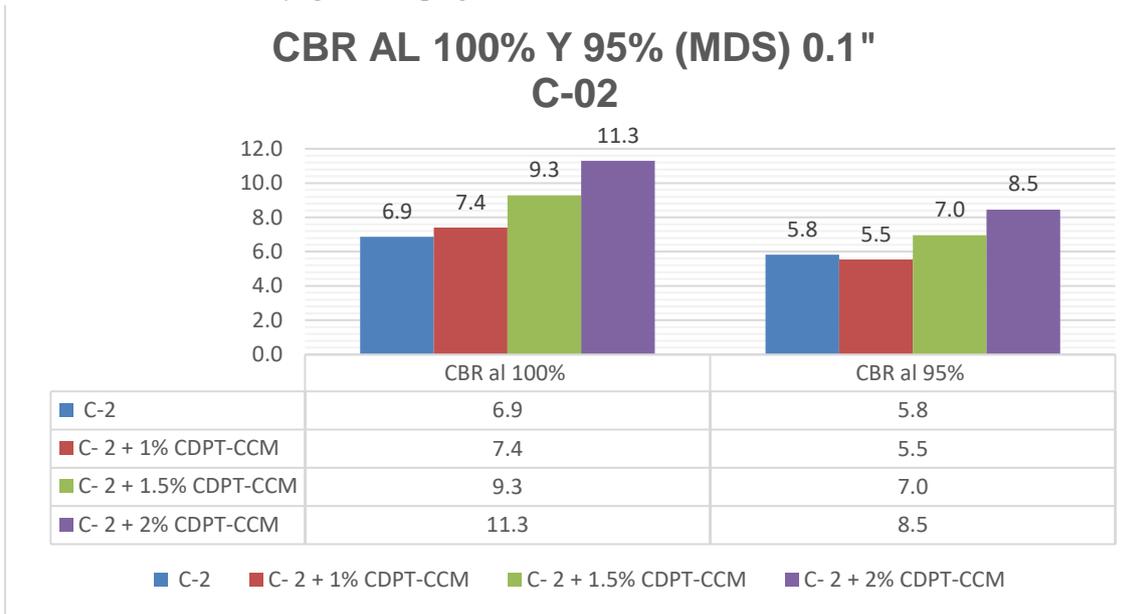
*CBR de C-01 al 100% y 95% de MDS del suelo natural y con adición de 1%, 1.5%, y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz*



En el grafico N° 17 se pueden mencionar los resultados del CBR en montos porcentuales del 95% y 100% del MDS y 01" de penetración para el suelo patrón del C-02 dándose el 6.9% y 5.8% y agregar CDPT-CCM al 1%, 1.5% y 2% fueron: (7.4%, 9.3% y 11.3%); (5.5%, 7.0% y 8.5%), el CBR incrementó en: (7.25%, 34.78% y 63.77%) y (5.17%, 20.69% y 46.55%).

Figura 17

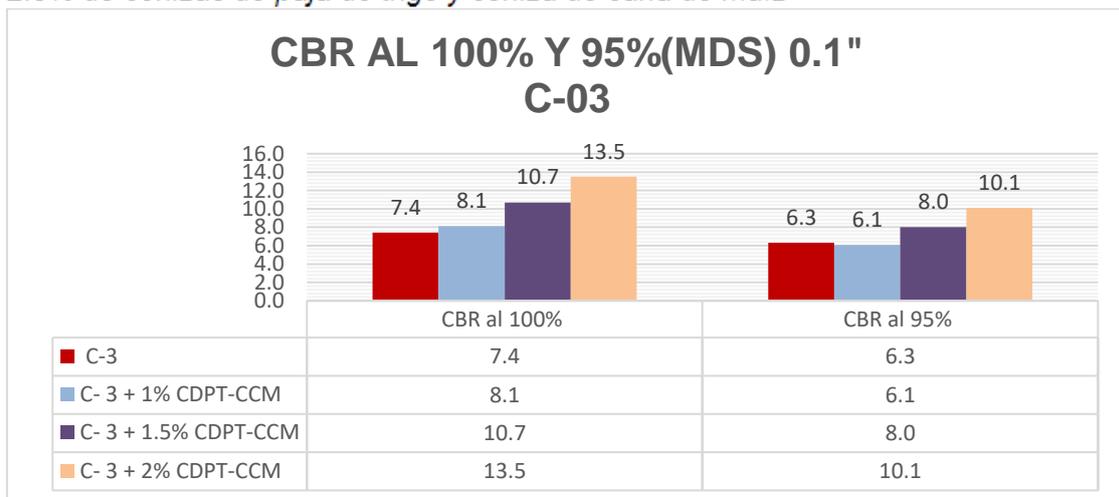
CBR de C-02 al 100% y al 95% de MDS del suelo natural y con adición de 1%, 1.5%, y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz



En el grafico N° 18 se detalla que los datos del CBR están al 95% y 100% del MDS y con 01" de penetración, en tanto para el patrón de la calicata C-3 se da por 7.4% y 6.3% y al añadir CDPT-CCM al 1%, 1.2% y 2% fueron: (8.1%, 10.7% y 13.5%); (6.1%, 8.0%, 10.1%), el CBR incrementó en: (9.46%, 44.59% y 82.43%) y (3.17%, 26.98% y 60.32%).

Figura 18

CBR C-03 al 100% y 95% de MDS del suelo natural y con adición de 1%, 1.5%, y 2.0% de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz



- Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de aditivo de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en los costos para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante, Ancash-2022

### Análisis de costos unitarios

De acuerdo al contenido de investigación: "Evaluación técnica económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para el mejoramiento de subrasante, Ancash-2022".

Utilizando el programa S10 del presupuesto del año 2005, se calcularon los datos en los que se obtuvieron las ACU y las dosis sugeridas para el suelo natural de C-01:

#### ACU PARA EL SUELO NATURAL Y DOSIFICACIONES

La determinación del análisis de costo unitario (A.C.U.) de las actividades de las partidas desarrolla un papel fundamental para establecer valores que determinan el costo de una obra como indica el contenido 15, la muestra patrón al 0.0% de aditivos CDPT Y CCM.

#### 1.1. ACU para el suelo natural y dosificaciones

**Tabla 15**

*Análisis de precio unitario de suelo natural*

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de obra</b>					
101010005	Peón	hh	1	0.0167	15.78	0.26
	<b>Materiales</b>					
	<b>Equipos</b>					
	Rodillo liso vibratorio.					
03011000060003	Autopropulsado 101-135hp10-12T	hm	1.0000	0.0167	152.40	2.55
03012000010004	Motoniveladora 125HP	hm	1.0000	0.0167	175.16	2.93
03012200050001	Camión cisterna (2.500 GL)	hm	0.5000	0.0083	157.01	1.30
0301220009	Camión esparcidor de aditivos solidos	hm	0.5000	0.0083	157.01	1.30
Costo unitario directo por m3 (suelo natural + 0.0% de CDPT y CCM)						<b>S/ 8.34</b>

*Nota.* Resultando en un costo unitario directo por m3 para SN+0.0% de CDPT y CCM: S/. 8.34

#### 1.2. ACU para SN + 1.0% de CDPT y CCM

En la tabla 16, el ACU se determina añadiendo a la muestra patrón el 1.0% de aditivos CDPT Y CCM

Tabla 16

### Análisis de precio de suelo + 1% de CPDT y CCM

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>						
101010005	Peón	hh	1	0.0167	15.78	0.26
<b>Materiales</b>						
2130100010004	CPDT y CCM	l		0.1613	10.53	1.70
<b>Equipos</b>						
Rodillo liso vibratorio						
03011000060003	Autopropulsado 101-135hp10-12T	hm	1.0000	0.0167	152.40	2.55
03012000010004	Motoniveladora 125HP	hm	1.0000	0.0167	175.16	2.93
03012200050001	Camión cisterna (2.500 GL)	hm	0.5000	0.0083	157.01	1.30
0301220009	Camión esparcidor de aditivos solidos	hm	0.5000	0.0083	157.01	1.30
Costo unitario directo por m3 (suelo natural + 1% de CPDT y CCM)						<b>S/ 10.04</b>

*Nota.* Resultando en un costo unitario directo por m3 para SN+1.0% de CDPT y CCM: S/.10.04 Incrementando el precio en S/. 1.7, que representa 20.38%.

### 1.3. ACU para SN + 1.5% de CDPT y CCM

En la tabla 17, el ACU se determina añadiendo a la muestra patrón el 1.5% de aditivos CDPT Y CCM.

**Tabla 17**

#### Análisis de precio unitario de suelo + 1.5% de CDPT y CCM

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>						
101010005	Peón	hh	1	0.0167	15.78	0.26
<b>Materiales</b>						
2130100010004	CPDT y CCM	l		0.2419	10.53	2.55
<b>Equipos</b>						
Rodillo liso vibratorio						
03011000060003	Autopropulsado 101-135hp10-12T	hm	1	0.0167	152.40	2.55
03012000010004	Motoniveladora 125HP	hm	1	0.0167	175.16	2.93
03012200050001	Camión cisterna (2.500 GL)	hm	0.5	0.0083	157.01	1.30
0301220009	Camión esparcidor de aditivos solidos	hm	0.5	0.0083	157.01	1.30
Costo unitario directo por m3 (suelo natural + 1.5% de CDPT y CCM)						<b>S/ 10.89</b>

*Nota.* Resultando en un costo unitario directo por m3 para SN+1.5% de CDPT y CCM: S/.10.89 Incrementando el precio en S/.2.55, que representa un 30.57%.

### 1.4. ACU para + 2% de CDPT y CCM

En la tabla 18, el ACU se determina añadiendo a la muestra patrón el 2.0% de aditivos CDPT Y CCM.

**Tabla 18***Análisis de precio unitario de suelo +2% de CDPT y CCM*

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>						
101010005	Peón	hh	1	0.0167	15.78	0.26
<b>Materiales</b>						
2130100010004	CPDT y CCM	l		0.3226	10.53	3.40
<b>Equipos</b>						
03011000060003	Rodillo liso vibratorio Autopropulsado 101-135hp10-12T	hm	1.00	0.0167	152.40	2.55
03012000010004	Motoniveladora 125HP	hm	1.00	0.0167	175.16	2.93
03012200050001	Camión cisterna (2.500 GL)	hm	0.5	0.0083	157.01	1.30
0301220009	Camión esparcidor de aditivos solidos	hm	0.5	0.0083	157.01	1.30
Costo unitario directo por m3 (suelo natural + 2% de CDPT y CCM)						<b>S/ 11.74</b>

*Nota. Resultando en un costo unitario directo por m3 para SN+2.0% de CDPT y CCM: S/.11.74. Incrementando el precio en S/.3.40, que representa un 40.77%.*

**Comparación de precios:**

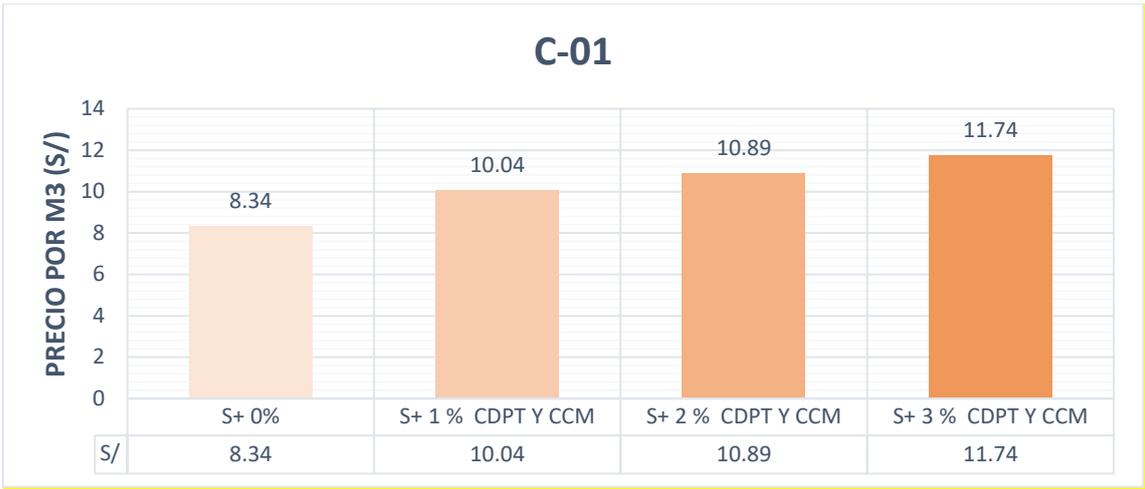
En el siguiente esquema se puede explicar las variaciones de precios por m3, indicados en la tabla 19 y figura 19

**Tabla 19***Resumen de costo directo de un m3*

Dosificaciones	Parcial S/.	Variación %
Suelo + 0.0% de CDPT y CCM	S/ 8.34	
Suelo + 1.0% de CDPT y CCM	S/10.04	20.38
Suelo + 1.5% de CDPT y CCM	S/10.89	30.57
Suelo + 2.0% de CDPT y CCM	S/11.74	40.77

Figura 19

*Resumen de costo directo de un m3*



**Nota.** Se aprecia que para la dosificación óptima de 2.0% de CDPT y CCM el precio aumenta en S/.3.40 que representa un 40.77%.

## PRUEBA DE NORMALIDAD Y PRUEBA ESTADÍSTICA.

**Hipótesis 01:** La adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz influye positivamente en los costos para el mejoramiento de subrasante Ancash -2022

### Prueba de normalidad de la variable:

Análisis de Costos Unitarios por m3 (ACU)

Planteamiento de la normalidad

Hipótesis Nula (H0) y Alternativa (H1)

Se utilizó el programa SPSS para obtener los resultados estadísticos de la prueba de normalidad, como se indica en la tabla 20.

### Tabla 20

*Pruebas de normalidad: Análisis de costos unitarios por m3*

	Kolmogorov - Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de CCM y CDPT	,192	4	.	,971	4	,850
Análisis de Costos Unitarios por m3	,192	4	.	,971	4	,850

**Fuente: Programa SPSS**

H0: Datos de los Análisis de Costos Unitarios del mejoramiento de subrasante (ACU) tiene normalidad

H1: Los Análisis de Costos Unitarios del mejoramiento de subrasante (ACU) no presentan normalidad.

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$  (5%)

Elección de la prueba estadística

- Se tiene que si la muestra obtenida sobrepasa el  $n > 50$  se procederá a trabajar con Kolmogorov-Smirnov, y si la muestra es menor  $n < 50$  se trabaja con Shapiro-Wilk, por consiguiente, nuestra investigación presenta 4 casos por lo que se utilizara la segunda opción.
- La regla de toma de decisión será cuando se obtenga  $p \leq 0.05$  en la cual se procede a rechazar la hipótesis nula, teniendo que nuestro caso representa

0,850>0.05, por lo que se procede a aceptar la hipótesis planteada por el investigador, utilizando la correlación de Pearson.

- Correlación “r” de Pearson:

- **Planteamiento de problema:**

H0: Los Análisis de Costos Unitarios del mejoramiento de subrasante (ACU) NO está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

H1: Los Análisis de Costos Unitarios del mejoramiento de subrasante (ACU) SI está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

- **Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)**

Elección de Prueba estadística: n=4 muestras (Correlación “r” de Pearson).

- **Regla de decisión:**

Si  $p>\alpha$ , entonces se acepta H0, caso contrario H1.

Por lo que  $0.00<0.05$ , se acepta H1.

- **Conclusión:**

Existe evidencia estadística de que: Los Análisis de Costos Unitarios del mejoramiento de subrasante (ACU) Si está relacionada con la adición de CCM Y CDPT.

- Si está relacionada de manera directa y positiva con la adición de CCM y CDPT ( $r=1.000$ ).

- Mediante el programa SPSS se obtuvo los resultados estadísticos de la Correlación bilateral, como se indica en la tabla 21.

**Tabla 21**

*Correlaciones; Análisis de costos unitarios por m3*

	Adición de CCM y CDPT	Análisis de costos unitarios por m3
Adición de CCM y CDPT	Correlación de Pearson	1,000
	Sig. (bilateral)	,000
	N	4

**Fuente:** Programa SPSS

## Hipótesis 02

La adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz influye positivamente en las propiedades físicas para el mejoramiento de subrasante Ancash -2022.

### - Prueba de normalidad de la variable:

Análisis de las propiedades físicas IP C-01 (IP).

### - Planteamiento de Normalidad:

- Hipótesis Nula (H0) y Alternativa (H1)
- Se utilizó el programa SPSS para obtener los resultados estadísticos de la prueba de normalidad, como se indica en la tabla 22.

**Tabla 22**

*Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-01*

	Kolmogorov - Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de CCM y CDPT	,192	4	.	,971	4	,850
Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-01	,263	4	.	,834	4	,179

**Fuente:** Programa SPSS

H0: Datos de la variable Análisis de propiedades físicas IP C-01 (Índice de Plasticidad) tiene normalidad

H1: La variable Análisis de propiedades físicas IP C-01 (Índice de Plasticidad) no tiene normalidad

Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)

### - Elección de Prueba estadística:

- Si  $n > 50$  (Kolmogorov–Smirnov), si  $n < 50$  (Shapiro-Wilk) para este caso  $n=4$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

### - Regla de decisión:

$p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.850 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la H0.

Por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación "r" de Pearson:

- Planteamiento de problema:
- H0: Los Análisis de las propiedades físicas IP C-01 (Índice de Plasticidad) NO está relacionada con la adición de CCM y CDPT.
- H1: Los Análisis de las propiedades físicas IP C-01(Índice de Plasticidad) SI está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

**Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)**

Elección de Prueba estadística: n=4 muestras (Correlación “r” de Pearson).

**Regla de decisión:**

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta H0, caso contrario H1.

Por lo que  $0.982 < 0.05$ , se acepta H0.

**Conclusión:**

- Existe evidencia estadística de que: Los Análisis de las propiedades físicas IP C-01(Índice de Plasticidad) NO está relacionada con la adición de CCM Y CDPT.

NO está relacionada de manera directa y positiva con la adición de CCM y CDPT ( $r = -0.018$ ).

Mediante el programa SPSS se obtuvo los resultados estadísticos de la Correlación bilateral, como se indica en la tabla 23.

**Tabla 23**

*Correlaciones Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-01*

		Adición de CCM y CDPT	Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-01
Adición de CCM y CDPT	Correlación de Pearson	1	-,018
	Sig. (bilateral)	.	,982
	N	4	4
Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-01	Correlación de Pearson	-,018	1
	Sig. (bilateral)	,982	.
	N	4	4

**Fuente:** Programa SPSS

**Hipótesis 02.** La adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz influye positivamente en las propiedades físicas para el mejoramiento de subrasante Ancash -2022

**Prueba de normalidad de la variable:**

Análisis de las propiedades físicas IP C-02 (IP).

**Planteamiento de Normalidad:**

Hipótesis Nula (H0) y Alterna (H1)

Se utilizó el programa SPSS para obtener los resultados estadísticos de la prueba de normalidad, como se indica en la tabla 24.

**Tabla 24**

*Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-02*

	Kolmogorov - Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de CCM y CDPT	,192	4	.	,971	4	,850
nálisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-02	,329	4	.	,895	4	,406

**Fuente:** Programa SPSS

H0: Datos de la variable Análisis de propiedades físicas IP C-02 (Índice de Plasticidad) tiene normalidad

H1: La variable Análisis de propiedades físicas IP C-02 (Índice de Plasticidad) no tiene normalidad

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

**Elección de Prueba estadística:**

- Si  $n > 50$  (Kolmogorov–Smirnov), si  $n < 50$  (Shapiro-Wilk) para este caso  $n=4$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

**Regla de decisión:**

$p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.406 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la H0.

Por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

Planteamiento de problema:

H0: Los Análisis de las propiedades físicas IP C-02 (Índice de Plasticidad) NO están relacionados con la adición de CCM y CDPT.

H1: Los Análisis de las propiedades físicas IP C-02 (Índice de Plasticidad) SI está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

**Elección de Prueba estadística:**

n=4 muestras (Correlación “r” de Pearson).

**Regla de decisión:**

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta H0, caso contrario H1.

Por lo que  $0.729 < 0.05$ , se acepta H0.

**Conclusión:**

Existe evidencia estadística de que: Los Análisis de las propiedades físicas IP C-02 (Índice de Plasticidad) NO está relacionada con la adición de CCM Y CDPT.

NO está relacionada de manera directa y positiva con la adición de CCM y CDPT ( $r= 0.271$ ).

Mediante el programa SPSS se obtuvo los resultados estadísticos de la Correlación bilateral, como se indica en la tabla 25.

**Tabla 25**

*Correlaciones Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-02*

		Adición de CCM y CDPT	Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-02
Adición de CCM y CDPT	Correlación de Pearson	1	,271
	Sig. (bilateral)	.	,729
	N	4	4
Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-02	Correlación de Pearson	,271	1
	Sig. (bilateral)	,729	.
	N	4	4

**Fuente:** Programa SPSS

**Hipótesis 02.** La adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz influye positivamente en las propiedades físicas para el mejoramiento de subrasante Ancash -2022

**Prueba de normalidad de la variable:**

Análisis de las propiedades físicas IP C-03 (IP).

**Planteamiento de Normalidad:**

Hipótesis Nula (H0) y Alterna (H1)

Se utilizó el programa SPSS para obtener los resultados estadísticos de la prueba de normalidad, como se indica en la tabla 26.

**Tabla 26**

*Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-03*

	Kolmogorov - Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de CCM y CDPT	,192	4	.	,971	4	,850
nálisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-03	,192	4	.	,971	4	,850

**Fuente:** Programa SPSS

H0: Datos de la variable Análisis de propiedades físicas IP C-03 (Índice de Plasticidad) tiene normalidad

H1: La variable Análisis de propiedades físicas IP C-03 (Índice de Plasticidad) no tiene normalidad

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

**Elección de Prueba estadística:**

Si  $n > 50$  (Kolmogorov–Smirnov), si  $n < 50$  (Shapiro-Wilk) para este caso  $n=4$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

$p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.850 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la H0.

Por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

**Planteamiento de problema:**

H0: Los Análisis de las propiedades físicas IP C-03 (Índice de Plasticidad) NO está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

H1: Los Análisis de las propiedades físicas IP C-03(Índice de Plasticidad) SI está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

Elección de Prueba estadística: n=4 muestras (Correlación “r” de Pearson).

**Regla de decisión:**

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta H0, caso contrario H1.

**Por lo que**  $0.971 < 0.05$ , se acepta H0.

**Conclusión:**

Existe evidencia estadística de que: Los Análisis de las propiedades físicas IP C-03 (Índice de Plasticidad) NO está relacionada con la adición de CCM Y CDPT.

NO está relacionada de manera directa y negativa con la adición de CCM y CDPT ( $r = -0.029$ ).

Mediante el programa SPSS se obtuvo los resultados estadísticos de la Correlación bilateral, como se indica en la tabla 27.

**Tabla 27**

*Correlaciones Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-03*

		Adición de CCM y CDPT	Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-03
Adición de CCM y CDPT	Correlación de Pearson	1	-,029
	Sig. (bilateral)	.	,971
	N	4	4
Análisis de las propiedades físicas Índice de Plasticidad IP C-03	Correlación de Pearson	-,029	1
	Sig. (bilateral)	,971	.
	N	4	4

**Fuente:** Programa SPSS

**Hipótesis 03.** La adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz influye positivamente en las propiedades mecánicas para el mejoramiento de subrasante Ancash -2022

**Prueba de normalidad de la variable:**

Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01.

**Planteamiento de Normalidad:**

Hipótesis Nula (H0) y Alterna (H1)

Se utilizó el programa SPSS para obtener los resultados estadísticos de la prueba de normalidad, como se indica en la tabla 28.

**Tabla 28**

*Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01*

	Kolmogorov - Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de CCM y CDPT	,192	4	.	,971	4	,850
Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01	,172	4	.	,989	4	,954

**Fuente:** Programa SPSS

H0: Datos de la variable Análisis de propiedades mecánicas CBR C-01 (California Bearing Ratio) tiene normalidad.

H1: La variable Análisis de propiedades mecánicas CBR C-01 (California Bearing Ratio) no tiene normalidad

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

**Elección de Prueba estadística:**

Si  $n > 50$  (Kolmogorov–Smirnov), si  $n < 50$  (Shapiro-Wilk) para este caso  $n=4$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

**Regla de decisión:**

$p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.954 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la H0.

Por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

**Planteamiento de problema:**

H0: Los Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01(California Bearing Ratio) NO está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

H1: Los Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01(California Bearing Ratio) SI está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

Elección de Prueba estadística: n=4 muestras (Correlación “r” de Pearson).

**Regla de decisión:**

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta H0, caso contrario H1.

**Por lo que**  $0.087 < 0.05$ , se acepta H0.

**Conclusión:**

Existe evidencia estadística de que: Los Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01(California Bearing Ratio) NO está relacionada con la adición de CCM Y CDPT.

NO está relacionada de manera directa y negativa con la adición de CCM y CDPT ( $r = - 0.913$ ).

Mediante el programa SPSS se obtuvo los resultados estadísticos de la Correlación bilateral, como se indica en la tabla 29.

**Tabla 29***Correlaciones Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01*

		Adición de CCM y CDPT	Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01
Adición de CCM y CDPT	Correlación de Pearson	1	-,913
	Sig. (bilateral)	.	,087
	N	4	4
Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-01	Correlación de Pearson	-,913	1
	Sig. (bilateral)	,087	.
	N	4	4

**Fuente:** Programa SPSS

**Hipótesis 03.** La adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz influye positivamente en las propiedades mecánicas para el mejoramiento de subrasante Ancash -2022

**Prueba de normalidad de la variable:**

Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02.

**Planteamiento de Normalidad:**

Hipótesis Nula (H0) y Alterna (H1)

Se utilizó el programa SPSS para obtener los resultados estadísticos de la prueba de normalidad, como se indica en la tabla 30.

**Tabla 30***Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02*

	Kolmogorov - Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de CCM y CDPT	,192	4	.	,971	4	,850
Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02	,246	4	.	,926	4	,571

**Fuente:** Programa SPSS

H0: Datos de la variable Análisis de propiedades mecánicas CBR C-02 (California Bearing Ratio) tiene normalidad.

H1: La variable Análisis de propiedades mecánicas CBR C-02 (California Bearing Ratio) no tiene normalidad

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

**Elección de Prueba estadística:**

Si  $n>50$  (Kolmogorov–Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk) para este caso  $n=4$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

**Regla de decisión:**

$p\leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.571>0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

**Por ello se utiliza** Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

**Planteamiento de problema:**

H0: Los Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02(California Bearing Ratio) NO está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

H1: Los Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02(California Bearing Ratio) SI está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

Elección de Prueba estadística:  $n=4$  muestras (Correlación “r” de Pearson).

**Regla de decisión:**

Si  $p>\alpha$ , entonces se acepta  $H_0$ , caso contrario  $H_1$ .

Por lo que  $0.087<0.05$ , se acepta  $H_0$ .

**Conclusión:**

Existe evidencia estadística de que: Los Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02(California Bearing Ratio) NO está relacionada con la adición de CCM Y CDPT.

NO está relacionada de manera directa y negativa con la adición de CCM y CDPT ( $r= - 0.913$ ).

Mediante el programa SPSS se obtuvo los resultados estadísticos de la Correlación bilateral, como se indica en la tabla 31.

**Tabla 31**

*Correlaciones Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02*

		Adición de CCM y CDPT	Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02
Adición de CCM y CDPT	Correlación de Pearson	1	-,913
	Sig. (bilateral)	.	,087
	N	4	4
Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-02	Correlación de Pearson	-,913	1
	Sig. (bilateral)	,087	.
	N	4	4

**Fuente:** Programa SPSS

**Hipótesis 03:** La adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz influye positivamente en las propiedades mecánicas para el mejoramiento de subrasante Ancash -2022

**Prueba de normalidad de la variable:**

Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03.

**Planteamiento de Normalidad:**

Hipótesis Nula (H0) y Alternativa (H1)

Se utilizó el programa SPSS para obtener los resultados estadísticos de la prueba de normalidad, como se indica en la tabla 30.

**Tabla 32**

*Pruebas de normalidad Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03*

	Kolmogorov - Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de CCM y CDPT	,192	4	.	,971	4	,850
Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03	,245	4	.	,926	4	,574

**Fuente:** Programa SPSS

H0: Datos de la variable Análisis de propiedades mecánicas CBR C-03 (California Bearing Ratio) tiene normalidad.

H1: La variable Análisis de propiedades mecánicas CBR C-03 (California Bearing Ratio) no tiene normalidad

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

**Elección de Prueba estadística:**

Si  $n>50$  (Kolmogorov–Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk) para este caso  $n=4$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

**Regla de decisión:**

$p\leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.574>0.05$ ; por lo tanto; se acepta la H0.

Por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

**Planteamiento de problema:**

H0: Los Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03 (California Bearing Ratio) NO está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

H1: Los Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03 (California Bearing Ratio) SI está relacionada con la adición de CCM y CDPT.

**Nivel de significancia:**  $\alpha=0.05$  (5%)

Elección de Prueba estadística:  $n=4$  muestras (Correlación “r” de Pearson).

**Regla de decisión:**

Si  $p>\alpha$ , entonces se acepta H0, caso contrario H1.

**Por lo que**  $0.087<0.05$ , se acepta H0.

**Conclusión:**

Existe evidencia estadística de que: Los Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03 (California Bearing Ratio) NO está relacionada con la adición de CCM Y CDPT.

NO está relacionada de manera directa y positiva con la adición de CCM y CDPT ( $r= 0.913$ ).

Mediante el programa SPSS se obtuvo los resultados estadísticos de la Correlación bilateral, como se indica en la tabla 33.

**Tabla 33**

*Correlaciones Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03*

		Adición de CCM y CDPT	Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03
Adición de CCM y CDPT	Correlación de Pearson	1	,913
	Sig. (bilateral)	.	,087
	N	4	4
Análisis de las propiedades mecánicas CBR C-03	Correlación de Pearson	,913	1
	Sig. (bilateral)	,087	.
	N	4	4

**Fuente:** Programa SPSS

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo específico 1:** Determinar cómo influye la adición de aditivo de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica para el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante, Ancash-2022

**Rosales** (2020), de lo mencionado por el autor sobre la valoración de las propiedades subrasante que presentan menor capacidad que agregan al CTM y CCM del VTM 2019, en las que el patrón alcanzó el 9.90%, adicionando que el 5%, 10% y 15% del CTM obtuvieron el 8.80%, 7.10% y 5.80% en tanto el IP se redujo a 11.11%, 28.28% y 41.41% como indica la figura 20

**Figura 20.**

*Índice de Plasticidad de CTM y CCM*



**Fuente:** Rosales 2020

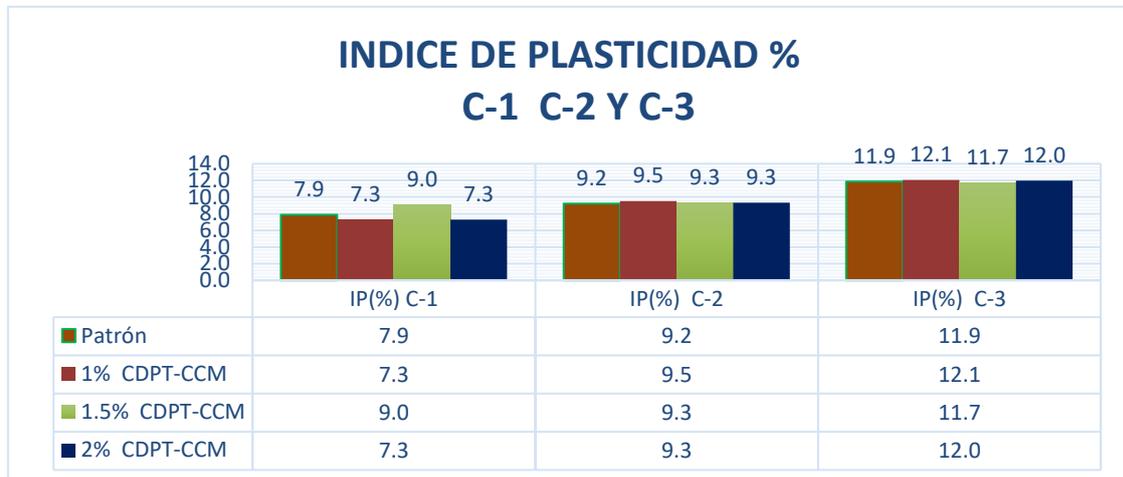
### Interpretación

Del estudio el IP de suelo patrón C-1 fue 7.9%, y adicionando 1%, 1.5% y 2.0% de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) fue: 7.3%, 9.0% y 7.3%; el IP disminuyó al 1% en 7.59%, y al 1.5% y 2% incrementó en 13.92% y 7.59%. El IP en el suelo patrón C-2 fue 9.2%, y agregando 1%, 1.5% y 2.0% de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) fue: 9.5%, 9.3% y 9.3%; el IP incrementó en: 3.26%, 1.09% y 1.09%. El IP de muestra patrón C-3 fue de 11.9%, y agregando 1%, 1.5% y 2.0% de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) fue: 12.1%, 11.7% y 12.0%; el IP incrementó al 1%

y 2% en 1.68% y 0.84%, y al 1.5% descendió en 1.68%, respectivamente, indicado en la figura 21.

**Figura 21.**

*Índice de plasticidad de CDPT y CCM*



**Interpretación:**

Asimismo Rosales (2020), al adicionar CTM (Ceniza de Tusa de Maíz) al 5%, 10% y 15% en el suelo patrón el IP reducido: 11.11%, 28.28% y 41.41%, y en la actual indagación al añadir CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) al 1.0%, 1.5% y 2.0% los resultados fueron: para C-01, el IP disminuyó al 1% en 7.59%, y al 1.5% y 2% incrementó en 13.92% y 7.59%, para C-02, el IP incrementó en: 3.26%, 1.09% y 1.09%, para C-03, el IP incrementó al 1% y 2% en 1.68% y 0.84%, y al 1.5% descendió en 1.68%; habiendo SIMILITUD con lo obtenido por Rosales.

De acuerdo a Rosales (2020), se pudo llegar a obtener datos sobre el IP que se presentan en el proyecto en los que se clasifican como terreno bajo (% IP<7%), en tanto medianamente plástico se dio en un 7%<%IP<20%) y refiriéndose a la clasificación de la tabla sobre el terreno del texto y pavimentos del MTC.

La reacción de la adición de las cenizas en las propiedades físicas fluctúa en decimas de porcentajes según las dosificaciones planteadas manteniéndose en la clasificación como terreno bajo y medianamente plástico siendo un resultado neutral sin modificación.

Las pruebas de consistencia en las que se emplearon la metodología que permite establecer el IP, por tanto es apta en el estudio, por lo tanto, se establece que existen valores en diferentes proporciones de la ceniza de paja de trigo y cenizas de caña de maíz.

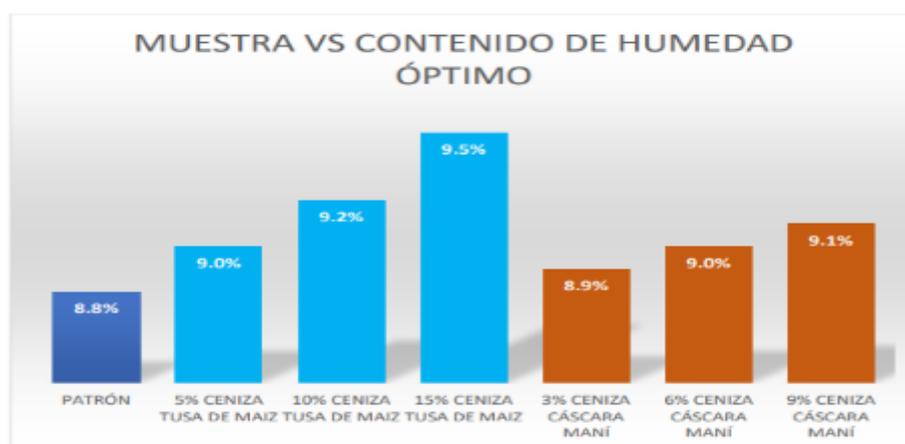
**Objetivo específico 2:** Determinar cómo influye la adición de aditivo de cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante, Ancash-2022.

### Óptimo contenido de humedad

Respecto al autor Rosales (2020), menciona que el OCH del suelo patrón tuvo un porcentaje del 8.8%, con 5%, 10% y 15%, en tanto del CTM lo obtenido llegó a 9%, 9.2% y 9.5%, por tanto el OCH incremento en 2.27%, 4.55% y 7.95% indicado en la figura 22

**Figura 22.**

*Óptimo contenido de humedad (OCH) de CTM y CCM*



**Fuente:** Rosales 2020

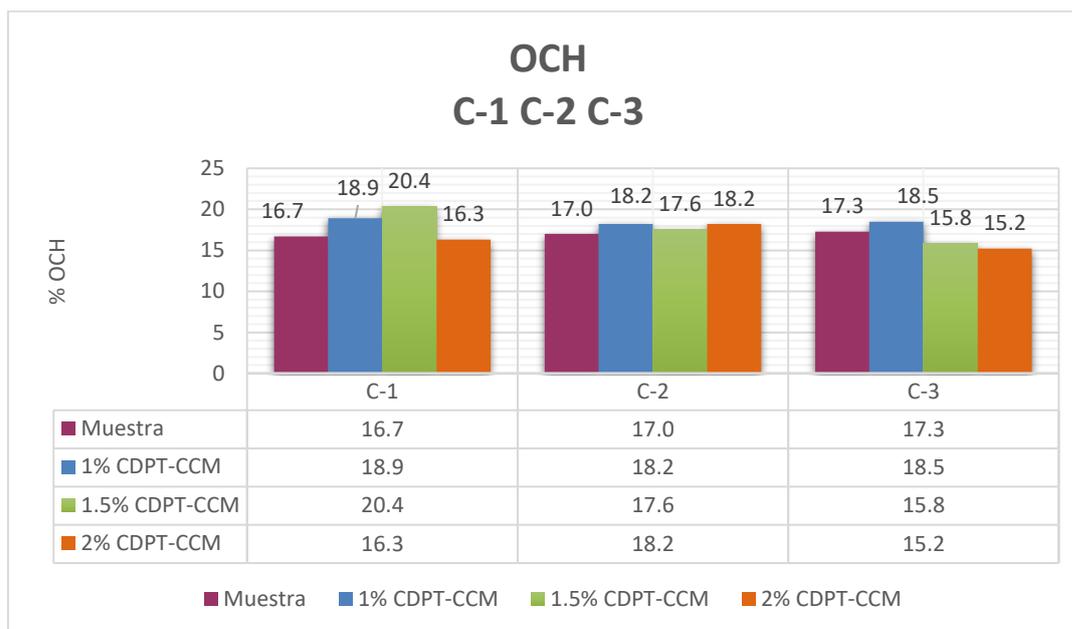
### Interpretación:

En nuestro estudio el OCH del suelo patrón C-01 fue 16.7%, y añadiendo 1.0%, 1.5% y 2.0% de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz), los resultados fueron: 18.9%, 20.4% y 16.3%; el OCH al 1% y 1.5% incrementó en 13.17% y 22.15%, y al 2% disminuyó en 2.39%. En OCH el suelo patrón C-02 fue 17.0% y añadiendo 1%, 1.5% y 2.0% de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) fue: 18.2%, 17.6%, 18.2%; el OCH incrementó en: 7.06%,

3.53% y 7.06%. El OCH en la muestra patrón C-03 fue de 17.3% y agregando 1%, 1.5% y 2.0% de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) fue: 18.5%, 15.8% y 15.2%; el OCH al 1% incrementó en 6.94%, y al 1.5% y 2% descendió en 8.67% y 12.14%, respectivamente indicado en la figura 23.

**Figura 23**

*Optimo contenido de humedad (OCH) de CDOT y CCM*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Interpretación:**

Respecto a Rosales (2020) al adicionar CTM (Ceniza de Tusa de Maíz) al 5%, 10% y 15% en el suelo patrón el OCH aumentó: 2.27%, 4.55% y 7.95%, y el presente estudio añadiendo CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) al 1.0%, 1.5% y 2.0% los resultados fueron: para C-1 el OCH al 1% y 1.5% incrementó en 13.17% y 22.15%, y al 2% disminuyó en 2.39%. Para C-02 el OCH incrementó en: 7.06%, 3.53% y 7.06%. Para C-03 el OCH al 1% incrementó en 6.94%, y al 1.5% y 2% descendió en 8.67% y 12.14%, habiendo similitud en base a lo obtenido por Rosales.

Es poco preferible el aumento OCH al agregar CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz)

## Máxima densidad seca

Se tiene en cuenta que Rosales (2020), menciona que el MDS del suelo patrón tiene un  $1.877 \text{ gr/cm}^3$  donde se procede a adicionar un 5%, 10% y 15%, mientras que el CTM, se tiene que el resultado se da en un  $1.87 \text{ gr/dm}^3$ ,  $1.864 \text{ gr/cm}^3$  y  $1.857 \text{ gr/cm}^3$ , por lo tanto existe una disminución del 0.32%, 0.69% y 1.07%, indicado en la figura 24.

**Figura 24**

*Máxima densidad seca (MDS) de CTM y CCM*



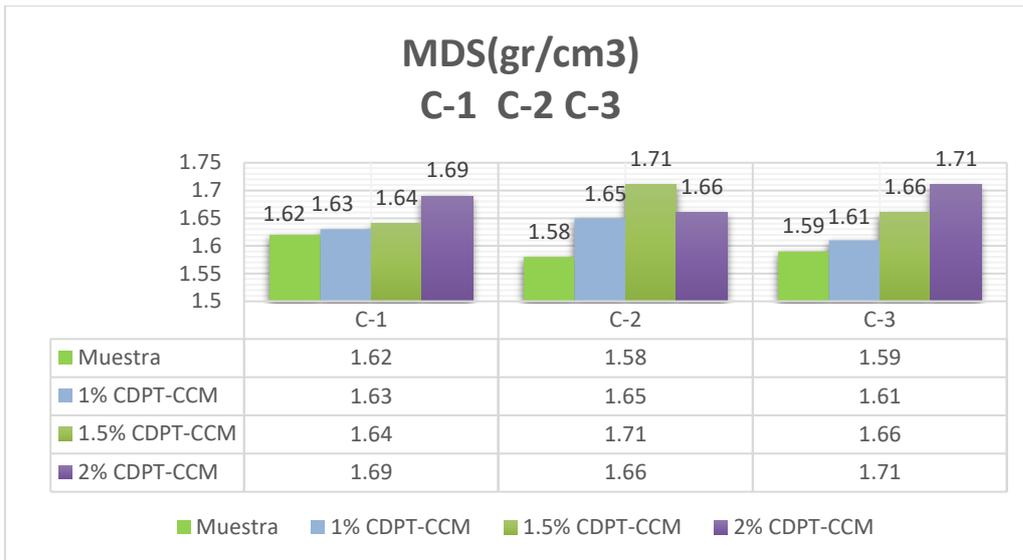
**Fuente:** Rosales 2020

## Interpretación:

En nuestra tesis la MDS del patrón C-01, C-02 y C-03 fueron:  $1.62 \text{ gr/cm}^3$ ,  $1.58 \text{ gr/cm}^3$  y  $1.59 \text{ gr/cm}^3$ , agregando 1.0%, 1.5% y 2.0% de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) los resultados fueron: ( $1.63 \text{ gr/cm}^3$ ,  $1.64 \text{ gr/cm}^3$  y  $1.69 \text{ gr/cm}^3$ ), ( $1.65 \text{ gr/cm}^3$ ,  $1.71 \text{ gr/cm}^3$  y  $1.66 \text{ gr/cm}^3$ ) y ( $1.61 \text{ gr/cm}^3$ ,  $1.66 \text{ gr/cm}^3$  y  $1.71 \text{ gr/cm}^3$ ), añadiendo: (0.62%, 1.23% y 4.32%), (4.43%, 8.23% y 5.06%) y (1.26%, 4.40% y 7.55%), respectivamente indicado en la figura 25.

**Figura 25**

*Máxima densidad seca (MDS de CDPT y CCM)*



**Fuente:** Elaboración propia

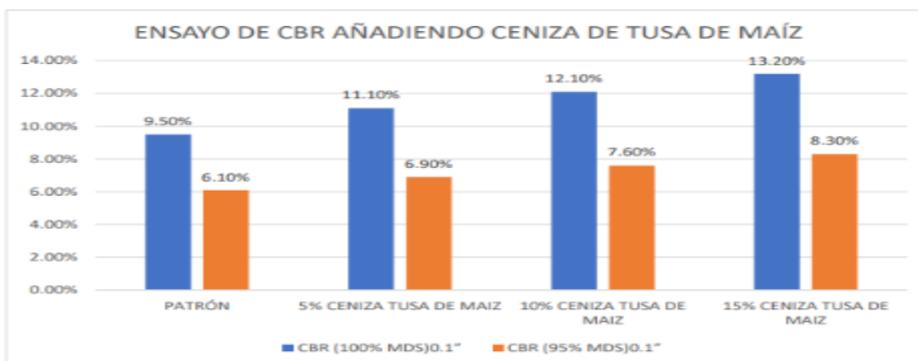
**Interpretación:**

Para Rosales (2020), la MDS al agregar CTM (Ceniza de Tusa de Maíz) reducido: 0.32%, 0.69% y 1.07%, y del actual estudio la MDS al adicionar CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) al 1.0%, 1.5% y 2.0%, incrementó en: (0.62%, 1.23% y 4.32%), (4.43%, 8.23% y 5.06%) y (1.26%, 4.40% y 7.55%), respectivamente, existiendo discrepancia con Rosales.

Se puede tener en cuenta que la metodología del proctor modificado fue de una presentación óptima determinando los valores al agregar 1%, 1.5% y 2%.

**Figura 26**

*CBR (California Bearing Ratio) de CTM y CCM*



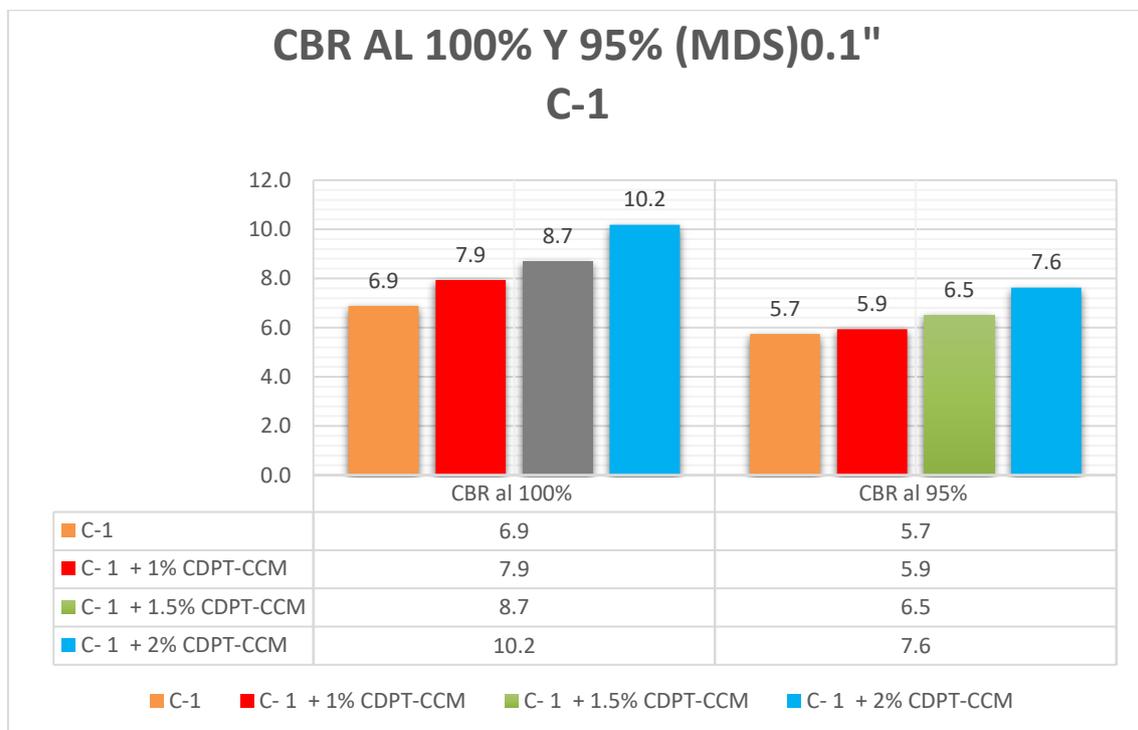
**Fuente:** Rosales 2020

De nuestro estudio el CBR al 100% y 95% de MDS del suelo patrón C-01 fue de 6.9% y 5.7% y se procedió a añadir 1.0%, 1.5% y 2.0% de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) fueron: (7.9%, 8.7% y 10.2%); (5.9%, 6.5%

y 7.6%), el CBR incrementó en: (14.49%, 26.09% y 47.83%) y (3.51%, 14.03% y 33.33%). Para nuestro patrón la muestra de la calicata de C-2 fue de 6.9% y 5.8% al respecto y agregando las mismas dosificaciones fueron: (7.4%, 9.3% y 11.3%) y (5.5%, 7.0% y 8.5%), el CBR incrementó en: (7.25%, 34.78% y 63.77%) y (5.17%, 20.69% y 46.55%). Para el suelo patrón de C-3 fue 7.4% y 6.3% y añadiendo de las mismas dosificaciones fueron: (8.1%, 10.7% y 13.5%); (6.1%, 8.0% y 10.1%), el CBR incrementó en: (9.46%, 44.59% y 82.43%); (3.17%, 26.98% y 60.32%), indicado en la figura 27, figura 28 y figura 29.

**Figura 27**

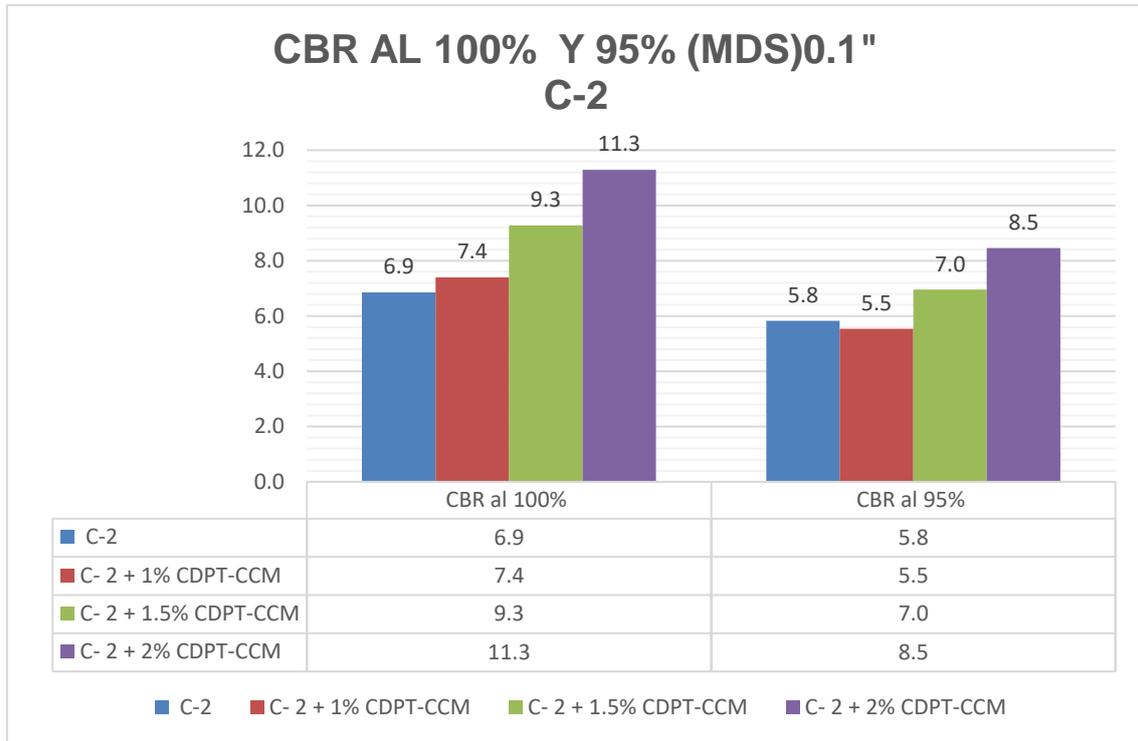
*CBR (California Bearing Ratio) de CTM y CCM C-01*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura 28**

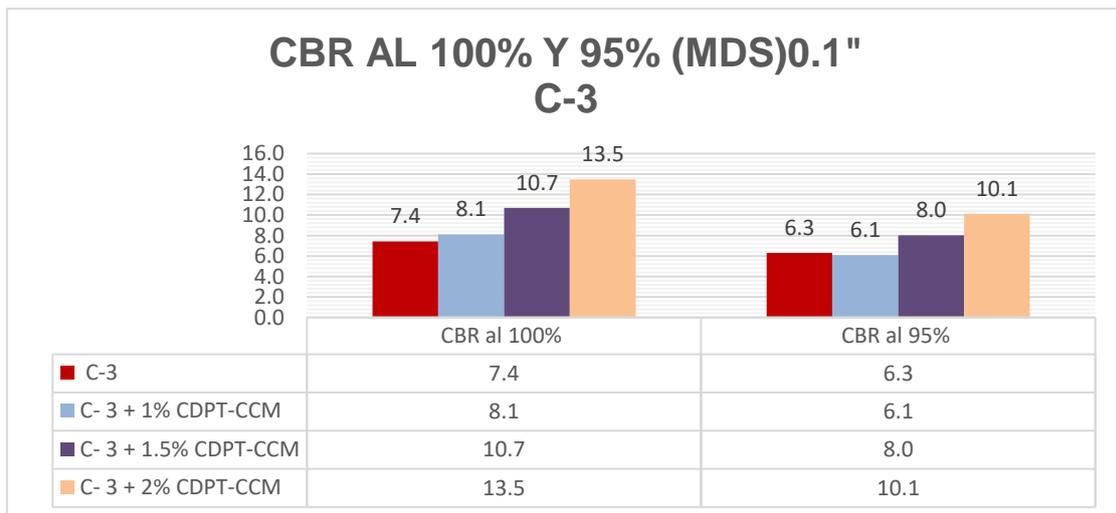
CBR (California Bearing Ratio) de CTM y CCM C-02



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 29**

CBR (California Bearing Ratio) de CTM y CCM C-03



*Fuente: Elaboración propia*

### **Interpretación:**

Para Rosales (2020), el CBR aumentó al añadir CTM (Ceniza de Tusa de Maíz) : (11.10%, 12.10%, 13.20%) y (6.90%,7.60%, 8.30%); del actual estudio el CBR al 100% y 95% de MDS en C-01, C-02 y C-03 al adicionar 1.0%, 1.5% y 2.0% de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz), incrementaron en: (14.49%, 26.09% y 47.83%) y (3.51%, 14.03% y 33.33%);(7.25%, 34.78% y 63.77%) y (5.17%, 20.69% y 46.55%) y (9.46%, 44.59% y 82.43%); (3.17%, 26.98% y 60.32%), respectivamente, habiendo concordancia con valores de Rosales.

Lo obtenido por Rosales y presente trabajo respetan categoría de subrasante regular ( $6\% < \text{CBR} < 10\%$ ) y buena ( $10\% < \text{CBR} < 20\%$ ), en base a norma MTC.

Los ensayos de CBR son aceptables, por que determinó los valores al añadir 1%,1.5% y 2.0% de CDPT-CCM.

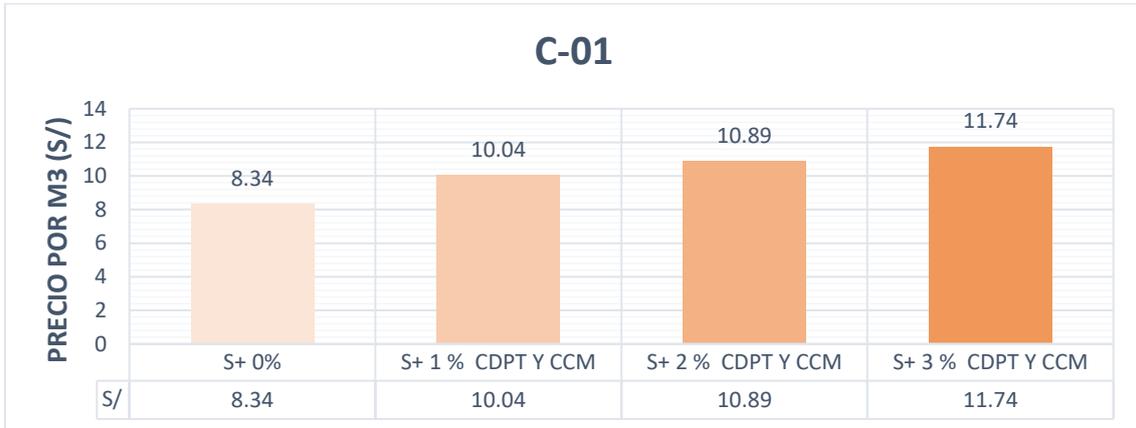
**Objetivo específico 3:** Determinar cómo influye la adición de aditivo de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en los costos para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante Ancash-2022.

Para Rosales (2020), los costos de los precios unitarios al adicionar la CTM al 5%, 10% y 15% en la muestra C-1, no incrementó considerablemente.

En nuestra investigación los costos de los precios unitarios al adicionar la combinación de CDPT (Ceniza de Paja de Trigo) – CCM (Ceniza de Caña Maíz) en la muestra C-1, no incrementaron considerablemente.

**Figura 30**

*Análisis de precios unitarios de CDPT y CCM C-01*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Interpretación:**

Para Rosales y el actual proyecto hay una concordancia los precios unitarios, ya que ambos estudios tuvieron un incremento no considerablemente.

## VI. CONCLUSIONES

Basándose en el aspecto y la textura de las cenizas de paja de trigo y de caña de maíz, se considera lo siguiente:

En primera instancia se determinó la caracterización de insumos para subrasante de carretera en C.P. Bellavista, se realizó la tipificación del suelo clasificándola: En la calicata se clasificó C-01 como arenas arcillosas y limosas de plasticidad media (SC y SM), el índice plástico se encuentra en rango  $7\% < IP < 20\%$ , respecto a la taxonomía del SUCS y terreno limoso cuya actitud total como subrasante se considera que no es aceptada A-4(0), en tanto la clasificación del AASHRO para el C-02 y C-03 de gredas inorgánicas con una plasticidad media (CI), arcillas inorgánicas de plasticidad media (CL), el indicador plástico en rango  $7\% < IP < 20\%$ , según SUCS, y terreno limoso cuya actitud total como subrasante no es aceptable A-4(4), según AASHTO. Por tanto, con la adición de cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz en muestra patrón C-01, C-02 y C-03, en dosificaciones 1.0%, 1.5% y 2.0%, los resultados fueron: para C-01: el IP disminuyó al 1% en 7.59%, y al 1.5% y 2% incrementó en 13.92% y 7.59%. Para C-02: el IP incrementó en: 3.26%, 1.09% y 1.09%. Para C-03: el IP incrementó al 1% y 2% en 1.68% y 0.84%, y al 1.5% descendió en 1.68%, respectivamente, en clasificación de terreno bajo y medianamente plástico en rango  $7\% > IP$  y  $7\% < IP < 20\%$ , respectivamente, del MTC. La reacción de la adición de las cenizas en las propiedades físicas fluctúa en decimas de porcentajes según las dosificaciones planteadas manteniéndose en la clasificación como terreno bajo y medianamente plástico siendo un resultado neutral sin modificación.

En segunda instancia las propiedades mecánicas al adicionar cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz (CDPT y CCM) en la muestra patrón C-01, C-02 y C-03, en dosificaciones 1.0%, 1.5% y 2.0%, para el progreso de la subrasante se tiene: se pudo establecer que el OCH para C-01: al 1% y 1.5% incrementó en: 13.17% y 22.15%, y al 2% disminuyó en 2.39%. En C-02: incrementó en: 7.06%, 3.53% y 7.06%. En C-03: al 1% incrementó en 6.94%, y al 1.5% y 2% descendió en 8.67% y 12.14%, por lo tanto, se indica que al descender el OCH indica una mejor consistencia del material. La MDS incrementó en (0.62%, 1.23% y 4.32%), (4.43%, 8.23% y 5.06%) y (1.26%, 4.40% y 7.55%), respectivamente; afirmando

que mientras más elevada es la densidad se adquiere mayor resistencia y compactación, disminuyendo porosidad. El CBR al 100% y 95% de MDS, incrementó: [(14.49%, 26.09% y 47.83%) y (3.51%, 14.03% y 33.33%)]; [(7.25%, 34.78% y 63.77%) y (5.17%, 20.69% y 46.55%)] y [(9.46%, 44.59% y 82.43%); (3.17%, 26.98% y 60.32%)], respectivamente; afectando notoriamente la subrasante por agregar CBR, siguiendo el manual de suelos y pavimentos MTC 2014, clasificando como subrasante regular y buena, rango  $6\% < \text{CBR} < 10\%$  y  $10\% < \text{CBR} < 20\%$ , respectivamente. Se realiza la comparación de la muestra patrón en las propiedades mecánicas de la subrasante se observa el mejoramiento de los tres tipos de calicatas tiene un mejor comportamiento en la dosificación 2% de CCM (Ceniza de Caña de Maíz) Y CDPT (Ceniza de Caña de Paja de Trigo), realizando una mejora de subrasante regular a una subrasante buena.

En última instancia se determinó la adición al 1%, 1.5% y 2% de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la subrasante, el costo de precios unitarios con respecto a la muestra patrón incrementaron por metro cubico de suelo en: 20.38%, 30.57% y 40.77%, respectivamente, no siendo considerablemente dicho incremento en los resultados presentados. Se realizó una comparación de análisis de costos unitarios con trabajos de similares a la línea de investigación a el presente trabajo de investigación, el cual indica que existe similitud por lo tanto indica un mayor grado de veracidad con los resultados presentados, por ello se realizó el estudio sobre el mejoramiento de subrasante con aditivos orgánicos en la zona, elaborando una evaluación económica arrojando datos positivos con respecto las posibilidades de la obtención del material para los trabajos de mejoramiento de subrasante con CCM Y CDPT.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En primera instancia se recomienda llevar a cabo estudios con aditivos o estabilizadores naturales para proponer soluciones con productos como la presente investigación adición de ceniza de cascara de maíz y ceniza de paja de trigo para el mejoramiento de subrasante, dado que se obtienen resultados positivos, además que al realizar la evaluación económica arroja datos positivos con similitud a otros trabajos de investigación realizando la comparación con productos industriales que se comercializan en el presente son nocivos y afectan el ambiente.

En segunda estancia se recomienda tomar en cuenta que cenizas de fibras naturales, tienen propiedades que favorecen las propiedades físicas y mecánicas al terreno, constituyéndose como alternativa en estabilización de la subrasante en pavimentos flexibles o rígidos, obteniendo una mayor gama de soluciones estabilizantes a los terrenos inestables presentados en muchos casos como ejemplo terrenos arcillosos con rocas conglomeradas, combinado con un clima húmedo genera mucha inestabilidad, lo por que como alternativa de solución las cenizas naturales aplicándose al terreno ayudará a su estabilización.

En última estancia se recomienda que, en el proceso de aplicación de estabilización de subrasante, cuando se considere el empleo de aditivos naturales, es necesario la aplicación de sustancias químicas en proporciones menores, para evitar el ingreso de impurezas que podrían afectar las propiedades físicas y mecánicas de subrasante, con el fin de lograr los datos deseados en el desarrollo de estabilización del terreno.

## REFERENCIAS

- ACEROS AREQUIPA . *MANUAL de Construcción para Maestros de Obra*. Lima : s.n. pág. 104.
- AGUILAR Yanez, Gonzalo. 2012. *MANUAL PRÁCTICO DE MECÁNICA DE SUELOS*. Babahoyo : s.n., 2012. pág. 107.
- ALAN NEILL , David y CORTEZ SUÁREZ, Liliana. 2017. *PROCESOS Y FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. 1era. Machala : Colección, 2017. pág. 127. ISBN: 978-9942-24-093-4.
- ARIAS Odón , Fidias Gerardo. 2012. *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. 6ta. Caracas : Episteme, 2012. pág. ISBN: 138. 980-07-8529-9.
- ARAGON Universidad. 2018. Saica y Acciona prueban en Aragon el uso de cenizas en la construcción de carretera. [En línea] 3 de octubre de 2018. [Citado el: 25 de abril de 2020.] <https://aragonuniversidad.es/actualidad/saica-y-acciona-prueban-en-aragon-el-uso-de-cenizas-en-la-construccion-de-carreteras/>.
- ASTOCONDOR Peñarrieta , Diego. *ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO*. 2020. pág. 201.
- BAENA Paz, Guillermina. 2017. *Metodología de la investigación*. México : PATRIA, 2017. pág.157. ISBN: 978-607-744-748-1.
- BECERRA Salas , Mario. 2012. *Tópicos de Pavimentos de Concreto*. Lima : FLUJO LIBRE, 2012. pág. 315.
- BRICEÑO M., J. Hildemaro. 2015. *MANUAL PARA LA MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD DEL SUELO*. 2015. pág. 27.
- CASTELLANOS D., Oscar Fernando , TORRES P., Luz Marina y ROJAS L., July Cateline. 2009. *AGENDA PROSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA CADENA PRODUCTIVA DE FIQUE EN COLOMBIA*. Bogotá : s.n., 2009. pág. 222. ISBN: 978-958-8536-01-9.
- CHAVARRÍA Araúz , Francisco J. 2011. *EDAFOLOGÍA 1*. 1era. Caldas : s.n., 2011. pág. 170.

- DAS, Brajam M. 2013. *FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA*. [trad.] Javier León Cardenas. Cuarta. s.l. : Cengage Learning, 2013. pág. 658. ISBN: 978-607-519-373-1.
- DAUD, Nik, y otros. 2018. *The important aspects of subgrade stabilization for road construction*. 2018. pág. 10.
- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 2006. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. 4ta. Iztapalapa : s.n., 2006. pág. ISBN: 882. 970-10-5753-8.
- JUÁREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. 1973. *MECANICA DE SUELOS*. Segunda. s.l. : LIMUSA, 1973. pág. 522. Vol. Tomo I. ISBN: 968-18-0069-9.
- KOEPSSELL, David R. y RUIZ De Chávez, Manuel. 2015. *ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN*. Tlalpan : s.n., 2015. pág. ISBN: 180. 978-607-460-506-8.
- LOCKUÁN Lavado, Fidel Eduardo. 2012. *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD*. 2012. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. 6ta. México : s.n., 2014. pág. ISBN: 634. 978-4562-2396-0.
- MINISTERIO de transporte y comunicaciones. 2013. *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS*. Lima : s.n., 2013. pág. 355.
- MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2010. *NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE*. Lima : s.n., 2010. pág. 79. 978-9972-9433-5-5.
- MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. Lima : s.n., 2016. pág. 1090.
- MTC. E108. *Manual de ensayos de materiales para carreteras*, 2006
- MUELAS Rodriguez, Angel. *MANUAL DE MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES*.
- MUÑOZ Rocha , Carlos I. 2015. *Metodología de la investigación*. 1era. México : Progreso S.A, 2015. pág. 307. ISBN: 9786074265422.
- REYES Lizcano, Fredy Alberto. 2003. *DISEÑO RACIONAL DE PAVIMENTOS*. Bogotá : Escuela Colombiana de Ingeniería, 2003. pág. 555. ISBN: 958-683-622-3.

- RUCKS, L, y otros. 2004. *Propiedades Físicas del Suelo*. Montevideo : s.n., 2004. pág. 68.
- TÉCNICO ASOCIADO. 1975. *MECÁNICA DE SUELOS REUNIÓN DE INGENIEROS*. Barcelona : s.n., 1975.
- USECHE, María Cristina, y otros. 2019. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos Cualitativos*. 1era. 2019. pág. 87. 978-956-6037-04-0.
- UTN. *CABUYA UNA VISIÓN DEL FUTURO TEXTIL*.
- VIDAL, Gladys y HORMAZÁBAL, Sujey. 2016. *LAS FIBRAS VEGETALES Y SUS APLICACIONES*. Concepción : Universidad Concepción, 2016. pág. 100. 978-956-227-405-0.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. Matriz de Consistencia

TITULO: “Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022”

AUTOR: Br. Felix Alejandro Vera Agüero

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES	INTRUMENTOS		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL							
¿Cómo influye la adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica, económica para el mejoramiento de subrasante Ancash-2022?	Evaluar cómo influye la adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz en la evaluación técnica, económica para el mejoramiento de subrasante Ancash-2022	La adición de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz mejorará de manera significativa la evaluación técnica, económica para mejoramiento de subrasante Ancash-2022	INDEPENDIENTE	Ceniza de paja de trigo (CPT) y ceniza de caña de maíz (CCM)	Dosificación	0%, 1%, 1.5% y 2% de la combinación de CPT y CCM	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.		
			DEPENDIENTE	Evaluación técnica, económica de la subrasante de subrasante	Propiedades físicas	Análisis granulométrico (%). Contenido de humedad (%). Clasificación de suelos SUCS, AASHTO. Limite Liquido (%). Limite Plástico (%). Indice de plasticidad (IP) (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 350.001 /MTC E-105-		
							Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.127 /MTC E-108		
							Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2487, M-145		
							Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.129 /MTC E-111		
							Ficha de recolección de datos del ensayo Norma NTP 339.129 /MTC E-111		
							Ficha de recolección de datos del ensayo de según Norma ASTM D2487 /MTC E-108		
							Propiedades Mecánicas	Densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> ).	Ficha de recolección de datos del ensayo Próctor según Norma NTP 339.142 /MTC E-115.
								Optimo contenido de humedad (%).	
								CBR (%).	
								Costos	Costo directo y Costo Indirecto

## ANEXO 2. Matriz de Operacionalizacion de la variable

TITULO: "Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022"

AUTOR: Br. Felix Alejandro Vera Agüero

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz		Se evaluará técnica y económicamente la adición de ceniza de paja de trigo y caña de maíz para el mejoramiento de subrasante en sus diferentes porcentajes a ensayar en las respectivas muestras.	Dosificación	0%, 1%, 1.5% y 2% de ceniza de paja de trigo y ceniza de caña de maíz	Razón	<p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Población:</b> Subrasante de la carretera del sector Bellavista</p> <p><b>Muestra:</b> 2 calicatas.</p> <p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico - se ensayará en todas las calicatas.</p> <p><b>Técnica:</b> Observación directa.</p> <p><b>Instrumento de recolección de datos:</b> - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio.</p>
Evaluación técnica, económica para mejoramiento de subrasante	La subrasante es un conjunto de procesos físicos, mecánicos los cuales tienden a modificar las propiedades de los suelos pobres o inadecuados de baja resistencia para que sea capaz de cumplir los requerimientos necesarios para ser usada en los diferentes tipos de vía (Hinostrza, 2020).	La caracterización de este dependerá de diferentes factores los cuales serán: Contenido de humedad, Analisis granulometrico, Limite Liquido, Limite Platico, Indice de plasticidad (IP), Ensayo de Proctor modificado, Ensayo de CBR y costos.	Propiedades Físicas	Análisis granulométrico (%)	Razón	
				Contenido de humedad (%).		
				Clasificación de suelos SUCS, AASHTO.		
				Limite Plástico (%).		
Indice de plasticidad (%).						
Propiedades Mecánicas	Densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> ).					
	Óptimo contenido de humedad (%).					
	CBR (%).					
Costos			Costo directo y Costo Indirecto	Excel		

## Anexo 3. CONFIABILIDAD



Punto de Precisión SAC

### PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 155 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 132-2022  
Fecha de emisión : 2022-03-21

1. Solicitante : VERA & MORENO S.A. CONSULTORES DE INGENIERIA

Dirección : AV. JOSE LEAL NRO. 1526 - LINCE - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : PINZUAR

Modelo de Copa : DS/11

Serie de Copa : 989

Procedencia : COLOMBIA

Marca de Contómetro : COUNTER

Serie de Contómetro : RS-204-51

Contómetro : ANALÓGICO

Identificación : 6

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE VERA & MORENO S.A. CONSULTORES DE INGENIERIA  
20 - MARZO - 2022

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.  
Tomando como referencia la Norma ASTM D-4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1096 - 2018	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,4	26,5
Humedad %	60	60

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 155

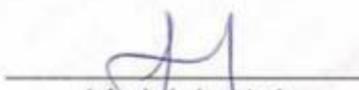
Página : 2 de 2

### Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE							
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPEJOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPEJOR	LARGO	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	53,68	1,91	26,75	46,65	51,42	152,45	124,65
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125
TOLERANCIA ±	2	0,1	1	1	5	5	5
ERROR	-0,32	-0,09	-0,25	-0,35	1,42	2,45	-0,35

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 187 - 2022

Página: 1 de 3

Expediente : T 132  
Fecha de Emisión : 2022-03-21

1. Solicitante : VERA & MORENO S.A. CONSULTORES DE INGENIERIA  
Dirección : AV. JOSE LEAL NRO. 1526 - LINCE - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS  
Modelo : EB30  
Número de Serie : 8030425320  
Alcance de Indicación : 30000 g  
División de Escala de Verificación ( e ) : 1 g  
División de Escala Real (d) : 1 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : NO INDICA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2022-03-20

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de VERA & MORENO S.A. CONSULTORES DE INGENIERIA  
AV. JOSE LEAL NRO. 1526 - LINCE - LIMA



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,7 °C	25,9 °C
Humedad Relativa	60 %	58 %

### 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018 / LM-094-2018
		LM-095-2018

### 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000 g		Carga L2= 30 000 g			
	f(g)	$\Delta L(g)$	E(g)	f(g)	$\Delta L(g)$	E(g)
1	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,9	-0,4
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
6	15 000	0,0	0,5	30 000	0,5	0,0
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
9	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
Diferencia Máxima		0,9		0,4		
Error máximo permitido $\pm$		2 g		$\pm$ 3 g		



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



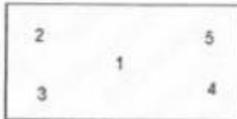
Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 187

Página: 3 de 3



Vista Frontal

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	ℓ(g)	Δℓ(g)	E <sub>g</sub> (g)	Carga (g)	ℓ(g)	Δℓ(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
Temp. (°C) Inicial: 25,7 Final: 25,7									
1	20	20	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2
2		20	0,8	-0,3		10 000	0,5	0,0	0,3
3		20	0,6	-0,1		10 001	0,3	1,2	1,3
4		20	0,9	-0,4		9 999	0,6	-1,1	-0,7
5		20	0,8	-0,3		9 999	0,5	-1,0	-0,7
Error máximo permitido: ± 2 g									

(\*) valor entre 0 y 10 e

### ENSAYO DE PESAJE

Carga ℓ(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) #g
	ℓ(g)	Δℓ(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	ℓ(g)	Δℓ(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
20	20	0,6	-0,1						1
50	50	0,5	0,0	0,1	50	0,8	-0,3	-0,2	1
100	100	0,9	-0,4	-0,3	100	0,7	-0,2	-0,1	1
500	500	0,9	-0,4	-0,3	500	0,6	-0,1	0,0	1
1 000	1 000	0,8	-0,3	-0,2	1 000	0,5	0,0	0,1	1
5 000	5 000	0,7	-0,2	-0,1	5 000	0,6	-0,1	0,0	1
10 000	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,5	0,0	0,1	2
15 000	15 000	0,9	-0,4	-0,3	15 000	0,6	-0,1	0,0	2
20 000	20 000	0,8	-0,3	-0,2	20 000	0,7	-0,2	-0,1	2
25 000	25 001	0,3	1,2	1,3	25 000	0,8	-0,3	-0,2	3
30 000	30 000	0,5	0,0	0,1	30 000	0,5	0,0	0,1	3

(\*\*) error máximo permitido

### Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00000595 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,416 \text{ g}^2 + 0,0000000282 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    Δℓ: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

# Certificado de Calibración

## LFP - 319 - 2022

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	<b>96829</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	<b>PUNTO DE PRECISION S.A.C.</b>	
Dirección	<b>Av. Los Angeles 653 - Villa El Salvador</b>	
Instrumento de Medición	<b>MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA</b>	
Intervalo de Indicaciones	<b>0 psi a 100 psi (0 kPa a 689 kPa )</b>	
Resolución	<b>0,2 psi</b>	
Clase de Exactitud	<b>0,25 % FS</b>	
Marca	<b>OMEGA ENGINEERING</b>	
Número de Serie	<b>EFP-10 (*)</b>	
Procedencia	<b>USA</b>	
Fecha de Calibración	<b>2021-09-19</b>	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.  
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha

Responsable del Area de  
Mecánica

Responsable del laboratorio



2017-09-19

ALDO QUIROGA ROJAS

LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA



**INACAL**

Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

de Fuerza y Presión

# Certificado de Calibración

## LFP – 319 – 2022

Página 2 de 4

### Método de Calibración

Método de comparación directa

### Lugar de Calibración

Laboratorio de Fuerza y Presión  
Calle De la Prosa N° 150 - San Borja, Lima

### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,7 °C	19,8 °C
Humedad Relativa	66,0 %	65,4 %
Presión Atmosférica	997,6 mbar	997,3 mbar

### Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia del Centro Nacional de Metrología de México (CENAM)	Transductor de Presión LFP 02 025 Clase de Exactitud: 0,025 % FS	INACAL/DM-LFP-200-2017 De: 2017-05-31

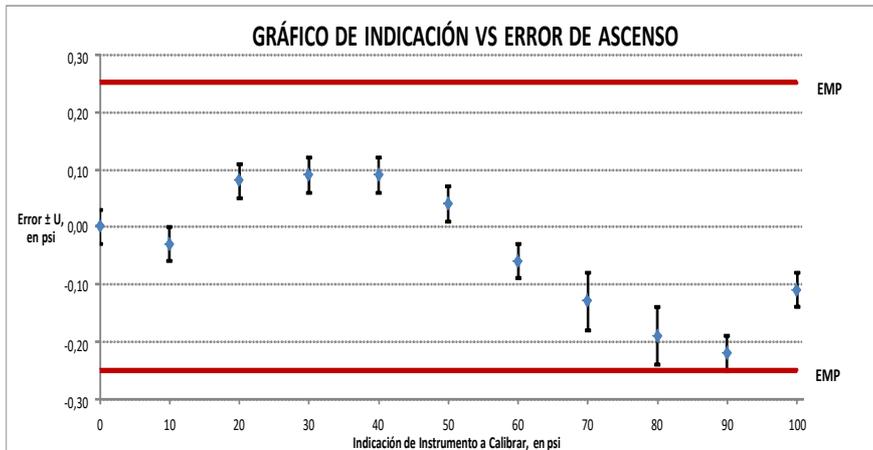


**Laboratorio de Fuerza y Presión**

**Resultados de Medición**

Indicación de Instrumento a Calibrar		Indicación de Instrumento Patrón		Error de Indicación		Error de Histéresis <sup>b)</sup>	Incertidumbre
		Ascenso <sup>a)</sup>	Descenso	Ascenso	Descenso		
kPa	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
69	10,00	10,03	10,02	-0,03	-0,02	0,00	0,03
138	20,00	19,92	19,92	0,08	0,08	0,00	0,03
207	30,00	29,91	29,89	0,09	0,11	0,01	0,03
276	40,00	39,91	39,91	0,09	0,09	0,00	0,03
345	50,00	49,96	49,97	0,04	0,03	-0,02	0,03
414	60,00	60,06	60,08	-0,06	-0,08	-0,02	0,03
483	70,00	70,13	70,08	-0,13	-0,08	0,04	0,05
552	80,00	80,19	80,13	-0,19	-0,13	0,06	0,05
621	90,00	90,22	90,21	-0,22	-0,21	0,01	0,03
689	100,00	100,11	100,11	-0,11	-0,11	0,00	0,03

Máximo Error Absoluto de Indicación :	0,22 psi
Máximo Error Absoluto de Histéresis :	0,06 psi



El error máximo permitido para manómetros de 0,00 psi a 100,00 psi de clase de exactitud 0,25 % FS es de  $\pm 0,25$  psi

Se realizaron 3 series, las 2 primeras sólo lecturas de ascenso y la última serie lecturas de ascenso y descenso

<sup>a)</sup> Promedio de las 3 indicaciones de ascenso.

<sup>b)</sup> Error de indicación de descenso de tercera serie - Error de indicación de ascenso de tercera serie.

Laboratorio de Fuerza y Presión

**INFORME TÉCNICO**

Página 4 de 4

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye un efecto de variaciones a largo plazo.

**Recalibración**

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

**DIRECCION DE METROLOGIA**

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 1 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

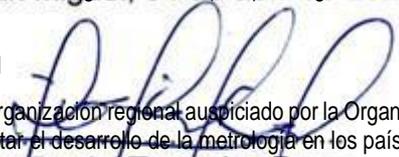
El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas ISO 17034 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metroológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metroológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Metrología Industrial (INMI) del Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

**SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM**

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM. Además forma parte de la Red ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Laboratorio de Fuerza y Presión  
Estructuras Antisísmicas

## CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

### 1. GENERALIDADES.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el 28 de marzo de 2018.

### 2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : AEP transducers - 100t.
- N° serie : 402416
- Capacidad : 100000 kg (nominal)

Indicador Digital: AEP transducers

- Modelo: : MP10
- N° serie : 6271-2009
- Carga nominal : 100000 kg

### 3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, U1, N° 87747, 1000 KN, con última calibración efectuada el 21 de febrero de 2018.
- Amplificador, HBM MGCplus1 ch6 Nr.: 801061435
- Celda de carga, HBM, C1, N° 95857, 200 KN, con última calibración efectuada el 14 de febrero de 2018.
- Amplificador, HBM MGCplus1 ch3 F. Nr.: 801061435
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN: 700 SER N°: 263915

### 4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-13a y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicado en las página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### 5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.

Celda calibrada: AEP transducers

N° serie: 402416

Carga nominal = 100 t

Indicador Digital: AEP transducers

Tipo: MP10

N° serie: 6271-2009

Resolución: 1 kg

Celda patrón: HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN, LLF = 0.39 kN

Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6

Calibrada en LEDI-PUCP el 21 de febrero 2018

Celda patrón: HBM #serie: 95857 Capacidad: 200 kN, LLF = 0.06 kN

Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch3

Calibrada en LEDI-PUCP el 14 de febrero 2018

Norma de referencia: ASTM E74-13a

Fecha: 2018-03-28

Ejecutores: S. Gonzales G. - M. Huamancayo P.

La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			Lecturas Indicador MP10 (kg)		
10194	10194	10194	10155	10125	10112
20391	20391	20390	20312	20272	20269
30063	30062	30061	29928	29985	29971
40087	40086	40085	39954	39983	40049
50109	50108	50107	49945	50014	50061
60130	60128	60126	59954	60019	60106
70148	70146	70145	70043	70071	70160
80165	80163	80161	80087	80128	80241
90180	90178	90175	90146	90179	90214
100193	100190	100188	100220	100234	100382

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

$$A = -33.8655384124$$

$$B = 0.9961787761$$

$$C = 0.0000000493$$

Obteniéndose como resultado:

$$\text{Desviación Standard } S = 51.0 \quad \text{kg}$$

$$\text{LLF(Lower Limit Factor)} = 122.4 \quad \text{kg}$$

$$U = 211 \quad \text{kg}$$

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 100000 kg

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital MP10

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 093

Página : 1 de 6

**Expediente** : T 132-20  
**Fecha de Emisión** : 2022-03-21

**1. Solicitante** : VERA & MORENO S.A. CONSULTORES DE INGENIERIA  
**Dirección** : AV. JOSE LEAL NRO. 1526 - LINCE - LIMA

**2. Descripción del Equipo** : ANILLO DE CARGA DE PRENSA A

**Marca de Prensa** : NO INDICA  
**Marca de Anillo** : NO INDICA  
**Modelo de Anillo** : NO INDICA  
**Serie de Anillo** : 10093  
**Capacidad del Anillo** : 10000 lbs  
**Marca del Dial** : BAKER  
**Modelo del Dial** : NO INDICA  
**Serie del Dial** : SLB782  
**Procedencia** : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE VERA & MORENO S.A. CONSULTORES DE INGENIERIA  
20 - MARZO

### 4. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

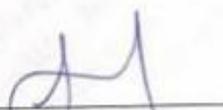
### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,5	26,6
Humedad %	61	61

### 7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 093

Página : 2 de 6

TABLA N° 1

SISTEMA ANALÓGICO "A" DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)			PROMEDIO "B" kgf
	SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	
100	495,91	478,74	473,13	482,59
200	1 019,46	1 006,76	1 003,78	1 010,00
300	1 551,59	1 537,03	1 533,30	1 540,64
400	2 065,05	2 050,87	2 047,51	2 054,48
500	2 587,11	2 575,91	2 571,43	2 578,15
600	3 115,89	3 108,42	3 104,68	3 109,66
700	3 639,43	3 635,70	3 632,71	3 635,95

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

Coefficiente Correlación:  $R^2 = 1,0000$

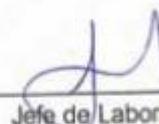
Ecuación de ajuste para valores en kgf:  $y = 5,2489x - 40,7752$

Donde: x : Lectura del dial  
y : Fuerza promedio (kgf)

Ecuación de ajuste para valores en lbf:  $y = 11,5718x - 89,8939$

Donde: x : Lectura del dial  
y : Fuerza promedio (lbf)



  
\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

### CARTA DE CALIBRACIÓN EN kgf

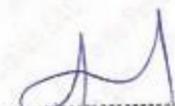
Página 3 de 6

Marca de Prensa	NO INDICA	Marca del Dial	BAKER
Marca de Anillo	NO INDICA	Modelo del Dial	NO INDICA
Serie de Anillo	10093	Serie del Dial	SLB782
Capacidad del Anillo	10000 lbs		

$$y = 5,2489x - 40,7752$$

Divisiones del Dial	Valores Ajustados en kgf									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	484,11	489,36	494,61	499,86	505,11	510,36	515,61	520,86	526,11	531,35
110	536,60	541,85	547,10	552,35	557,60	562,85	568,10	573,35	578,60	583,84
120	589,09	594,34	599,59	604,84	610,09	615,34	620,59	625,84	631,08	636,33
130	641,58	646,83	652,08	657,33	662,58	667,83	673,08	678,32	683,57	688,82
140	694,07	699,32	704,57	709,82	715,07	720,32	725,56	730,81	736,06	741,31
150	746,56	751,81	757,06	762,31	767,56	772,80	778,05	783,30	788,55	793,80
160	799,05	804,30	809,55	814,80	820,04	825,29	830,54	835,79	841,04	846,29
170	851,54	856,79	862,04	867,28	872,53	877,78	883,03	888,28	893,53	898,78
180	904,03	909,28	914,52	919,77	925,02	930,27	935,52	940,77	946,02	951,27
190	956,52	961,76	967,01	972,26	977,51	982,76	988,01	993,26	998,51	1 003,76
200	1 009,00	1 014,25	1 019,50	1 024,75	1 030,00	1 035,25	1 040,50	1 045,75	1 051,00	1 056,24
210	1 061,49	1 066,74	1 071,99	1 077,24	1 082,49	1 087,74	1 092,99	1 098,24	1 103,49	1 108,73
220	1 113,98	1 119,23	1 124,48	1 129,73	1 134,98	1 140,23	1 145,48	1 150,73	1 155,97	1 161,22
230	1 166,47	1 171,72	1 176,97	1 182,22	1 187,47	1 192,72	1 197,97	1 203,21	1 208,46	1 213,71
240	1 218,96	1 224,21	1 229,46	1 234,71	1 239,96	1 245,21	1 250,45	1 255,70	1 260,95	1 266,20
250	1 271,45	1 276,70	1 281,95	1 287,20	1 292,45	1 297,69	1 302,94	1 308,19	1 313,44	1 318,69
260	1 323,94	1 329,19	1 334,44	1 339,69	1 344,93	1 350,18	1 355,43	1 360,68	1 365,93	1 371,18
270	1 376,43	1 381,68	1 386,93	1 392,17	1 397,42	1 402,67	1 407,92	1 413,17	1 418,42	1 423,67
280	1 428,92	1 434,17	1 439,41	1 444,66	1 449,91	1 455,16	1 460,41	1 465,66	1 470,91	1 476,16
290	1 481,41	1 486,65	1 491,90	1 497,15	1 502,40	1 507,65	1 512,90	1 518,15	1 523,40	1 528,65
300	1 533,89	1 539,14	1 544,39	1 549,64	1 554,89	1 560,14	1 565,39	1 570,64	1 575,89	1 581,13
310	1 586,38	1 591,63	1 596,88	1 602,13	1 607,38	1 612,63	1 617,88	1 623,13	1 628,38	1 633,62
320	1 638,87	1 644,12	1 649,37	1 654,62	1 659,87	1 665,12	1 670,37	1 675,62	1 680,86	1 686,11
330	1 691,36	1 696,61	1 701,86	1 707,11	1 712,36	1 717,61	1 722,86	1 728,10	1 733,35	1 738,60
340	1 743,85	1 749,10	1 754,35	1 759,60	1 764,85	1 770,10	1 775,34	1 780,59	1 785,84	1 791,09
350	1 796,34	1 801,59	1 806,84	1 812,09	1 817,34	1 822,58	1 827,83	1 833,08	1 838,33	1 843,58
360	1 848,83	1 854,08	1 859,33	1 864,58	1 869,82	1 875,07	1 880,32	1 885,57	1 890,82	1 896,07
370	1 901,32	1 906,57	1 911,82	1 917,06	1 922,31	1 927,56	1 932,81	1 938,06	1 943,31	1 948,56
380	1 953,81	1 959,06	1 964,30	1 969,55	1 974,80	1 980,05	1 985,30	1 990,55	1 995,80	2 001,05
390	2 006,30	2 011,54	2 016,79	2 022,04	2 027,29	2 032,54	2 037,79	2 043,04	2 048,29	2 053,54
400	2 058,78	2 064,03	2 069,28	2 074,53	2 079,78	2 085,03	2 090,28	2 095,53	2 100,78	2 106,02
410	2 111,27	2 116,52	2 121,77	2 127,02	2 132,27	2 137,52	2 142,77	2 148,02	2 153,27	2 158,51
420	2 163,76	2 169,01	2 174,26	2 179,51	2 184,76	2 190,01	2 195,26	2 200,51	2 205,75	2 211,00
430	2 216,25	2 221,50	2 226,75	2 232,00	2 237,25	2 242,50	2 247,75	2 252,99	2 258,24	2 263,49
440	2 268,74	2 273,99	2 279,24	2 284,49	2 289,74	2 294,99	2 300,23	2 305,48	2 310,73	2 315,98
450	2 321,23	2 326,48	2 331,73	2 336,98	2 342,23	2 347,47	2 352,72	2 357,97	2 363,22	2 368,47
460	2 373,72	2 378,97	2 384,22	2 389,47	2 394,71	2 399,96	2 405,21	2 410,46	2 415,71	2 420,96
470	2 426,21	2 431,46	2 436,71	2 441,95	2 447,20	2 452,45	2 457,70	2 462,95	2 468,20	2 473,45
480	2 478,70	2 483,95	2 489,19	2 494,44	2 499,69	2 504,94	2 510,19	2 515,44	2 520,69	2 525,94
490	2 531,19	2 536,43	2 541,68	2 546,93	2 552,18	2 557,43	2 562,68	2 567,93	2 573,18	2 578,43
500	2 583,67	2 588,92	2 594,17	2 599,42	2 604,67	2 609,92	2 615,17	2 620,42	2 625,67	2 630,91
510	2 636,16	2 641,41	2 646,66	2 651,91	2 657,16	2 662,41	2 667,66	2 672,91	2 678,16	2 683,40



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página 4 de 6

### Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
520	2 688,65	2 693,90	2 699,15	2 704,40	2 709,65	2 714,90	2 720,15	2 725,40	2 730,64	2 735,89
530	2 741,14	2 746,39	2 751,64	2 756,89	2 762,14	2 767,39	2 772,64	2 777,88	2 783,13	2 788,38
540	2 793,63	2 798,88	2 804,13	2 809,38	2 814,63	2 819,88	2 825,12	2 830,37	2 835,62	2 840,87
550	2 846,12	2 851,37	2 856,62	2 861,87	2 867,12	2 872,36	2 877,61	2 882,86	2 888,11	2 893,36
560	2 898,61	2 903,86	2 909,11	2 914,36	2 919,60	2 924,85	2 930,10	2 935,35	2 940,60	2 945,85
570	2 951,10	2 956,35	2 961,60	2 966,84	2 972,09	2 977,34	2 982,59	2 987,84	2 993,09	2 998,34
580	3 003,59	3 008,84	3 014,08	3 019,33	3 024,58	3 029,83	3 035,08	3 040,33	3 045,58	3 050,83
590	3 056,08	3 061,32	3 066,57	3 071,82	3 077,07	3 082,32	3 087,57	3 092,82	3 098,07	3 103,32
600	3 108,56	3 113,81	3 119,06	3 124,31	3 129,56	3 134,81	3 140,06	3 145,31	3 150,56	3 155,80
610	3 161,05	3 166,30	3 171,55	3 176,80	3 182,05	3 187,30	3 192,55	3 197,80	3 203,05	3 208,29
620	3 213,54	3 218,79	3 224,04	3 229,29	3 234,54	3 239,79	3 245,04	3 250,29	3 255,53	3 260,78
630	3 266,03	3 271,28	3 276,53	3 281,78	3 287,03	3 292,28	3 297,53	3 302,77	3 308,02	3 313,27
640	3 318,52	3 323,77	3 329,02	3 334,27	3 339,52	3 344,77	3 350,01	3 355,26	3 360,51	3 365,76
650	3 371,01	3 376,26	3 381,51	3 386,76	3 392,01	3 397,25	3 402,50	3 407,75	3 413,00	3 418,25
660	3 423,50	3 428,75	3 434,00	3 439,25	3 444,49	3 449,74	3 454,99	3 460,24	3 465,49	3 470,74
670	3 475,99	3 481,24	3 486,49	3 491,73	3 496,98	3 502,23	3 507,48	3 512,73	3 517,98	3 523,23
680	3 528,48	3 533,73	3 538,97	3 544,22	3 549,47	3 554,72	3 559,97	3 565,22	3 570,47	3 575,72
690	3 580,97	3 586,21	3 591,46	3 596,71	3 601,96	3 607,21	3 612,46	3 617,71	3 622,96	3 628,21
700	3 633,45	3 638,70	3 643,95	3 649,20	3 654,45	3 659,70	3 664,95	3 670,20	3 675,45	3 680,69
710	3 685,94	3 691,19	3 696,44	3 701,69	3 706,94	3 712,19	3 717,44	3 722,69	3 727,94	3 733,18
720	3 738,43	3 743,68	3 748,93	3 754,18	3 759,43	3 764,68	3 769,93	3 775,18	3 780,42	3 785,67
730	3 790,92	3 796,17	3 801,42	3 806,67	3 811,92	3 817,17	3 822,42	3 827,66	3 832,91	3 838,16
740	3 843,41	3 848,66	3 853,91	3 859,16	3 864,41	3 869,66	3 874,90	3 880,15	3 885,40	3 890,65
750	3 895,90	3 901,15	3 906,40	3 911,65	3 916,90	3 922,14	3 927,39	3 932,64	3 937,89	3 943,14
760	3 948,39	3 953,64	3 958,89	3 964,14	3 969,38	3 974,63	3 979,88	3 985,13	3 990,38	3 995,63
770	4 000,88	4 006,13	4 011,38	4 016,62	4 021,87	4 027,12	4 032,37	4 037,62	4 042,87	4 048,12
780	4 053,37	4 058,62	4 063,86	4 069,11	4 074,36	4 079,61	4 084,86	4 090,11	4 095,36	4 100,61
790	4 105,86	4 111,10	4 116,35	4 121,60	4 126,85	4 132,10	4 137,35	4 142,60	4 147,85	4 153,10
800	4 158,34	4 163,59	4 168,84	4 174,09	4 179,34	4 184,59	4 189,84	4 195,09	4 200,34	4 205,58
810	4 210,83	4 216,08	4 221,33	4 226,58	4 231,83	4 237,08	4 242,33	4 247,58	4 252,83	4 258,07
820	4 263,32	4 268,57	4 273,82	4 279,07	4 284,32	4 289,57	4 294,82	4 300,07	4 305,31	4 310,56
830	4 315,81	4 321,06	4 326,31	4 331,56	4 336,81	4 342,06	4 347,31	4 352,55	4 357,80	4 363,05
840	4 368,30	4 373,55	4 378,80	4 384,05	4 389,30	4 394,55	4 399,79	4 405,04	4 410,29	4 415,54
850	4 420,79	4 426,04	4 431,29	4 436,54	4 441,79	4 447,03	4 452,28	4 457,53	4 462,78	4 468,03
860	4 473,28	4 478,53	4 483,78	4 489,03	4 494,27	4 499,52	4 504,77	4 510,02	4 515,27	4 520,52
870	4 525,77	4 531,02								



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CARTA DE CALIBRACIÓN EN lbf

Página 5 de 6

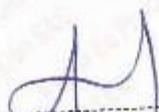
Marca de Prensa	NO INDICA	Marca del Dial	BAKER
Marca de Anillo	NO INDICA	Modelo del Dial	NO INDICA
Serie de Anillo	10093	Serie del Dial	SLB782
Capacidad del Anillo	10000 lbs		

$$y = 11,5718x - 89,8939$$

#### Valores Ajustados en lbf

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	1 067,29	1 078,86	1 090,43	1 102,00	1 113,57	1 125,15	1 136,72	1 148,29	1 159,86	1 171,43
110	1 183,00	1 194,58	1 206,15	1 217,72	1 229,29	1 240,86	1 252,43	1 264,01	1 275,58	1 287,15
120	1 298,72	1 310,29	1 321,87	1 333,44	1 345,01	1 356,58	1 368,15	1 379,72	1 391,30	1 402,87
130	1 414,44	1 426,01	1 437,58	1 449,16	1 460,73	1 472,30	1 483,87	1 495,44	1 507,01	1 518,59
140	1 530,16	1 541,73	1 553,30	1 564,87	1 576,45	1 588,02	1 599,59	1 611,16	1 622,73	1 634,30
150	1 645,88	1 657,45	1 669,02	1 680,59	1 692,16	1 703,74	1 715,31	1 726,88	1 738,45	1 750,02
160	1 761,59	1 773,17	1 784,74	1 796,31	1 807,88	1 819,45	1 831,02	1 842,60	1 854,17	1 865,74
170	1 877,31	1 888,88	1 900,46	1 912,03	1 923,60	1 935,17	1 946,74	1 958,31	1 969,89	1 981,46
180	1 993,03	2 004,60	2 016,17	2 027,75	2 039,32	2 050,89	2 062,46	2 074,03	2 085,60	2 097,18
190	2 108,75	2 120,32	2 131,89	2 143,46	2 155,04	2 166,61	2 178,18	2 189,75	2 201,32	2 212,89
200	2 224,47	2 236,04	2 247,61	2 259,18	2 270,75	2 282,33	2 293,90	2 305,47	2 317,04	2 328,61
210	2 340,18	2 351,76	2 363,33	2 374,90	2 386,47	2 398,04	2 409,61	2 421,19	2 432,76	2 444,33
220	2 455,90	2 467,47	2 479,05	2 490,62	2 502,19	2 513,76	2 525,33	2 536,90	2 548,48	2 560,05
230	2 571,62	2 583,19	2 594,76	2 606,34	2 617,91	2 629,48	2 641,05	2 652,62	2 664,19	2 675,77
240	2 687,34	2 698,91	2 710,48	2 722,05	2 733,63	2 745,20	2 756,77	2 768,34	2 779,91	2 791,48
250	2 803,06	2 814,63	2 826,20	2 837,77	2 849,34	2 860,92	2 872,49	2 884,06	2 895,63	2 907,20
260	2 918,77	2 930,35	2 941,92	2 953,49	2 965,06	2 976,63	2 988,20	2 999,78	3 011,35	3 022,92
270	3 034,49	3 046,06	3 057,64	3 069,21	3 080,78	3 092,35	3 103,92	3 115,49	3 127,07	3 138,64
280	3 150,21	3 161,78	3 173,35	3 184,93	3 196,50	3 208,07	3 219,64	3 231,21	3 242,78	3 254,36
290	3 265,93	3 277,50	3 289,07	3 300,64	3 312,22	3 323,79	3 335,36	3 346,93	3 358,50	3 370,07
300	3 381,65	3 393,22	3 404,79	3 416,36	3 427,93	3 439,51	3 451,08	3 462,65	3 474,22	3 485,79
310	3 497,36	3 508,94	3 520,51	3 532,08	3 543,65	3 555,22	3 566,79	3 578,37	3 589,94	3 601,51
320	3 613,08	3 624,65	3 636,23	3 647,80	3 659,37	3 670,94	3 682,51	3 694,08	3 705,66	3 717,23
330	3 728,80	3 740,37	3 751,94	3 763,52	3 775,09	3 786,66	3 798,23	3 809,80	3 821,37	3 832,95
340	3 844,52	3 856,09	3 867,66	3 879,23	3 890,81	3 902,38	3 913,95	3 925,52	3 937,09	3 948,66
350	3 960,24	3 971,81	3 983,38	3 994,95	4 006,52	4 018,10	4 029,67	4 041,24	4 052,81	4 064,38
360	4 075,95	4 087,53	4 099,10	4 110,67	4 122,24	4 133,81	4 145,38	4 156,96	4 168,53	4 180,10
370	4 191,67	4 203,24	4 214,82	4 226,39	4 237,96	4 249,53	4 261,10	4 272,67	4 284,25	4 295,82
380	4 307,39	4 318,96	4 330,53	4 342,11	4 353,68	4 365,25	4 376,82	4 388,39	4 399,96	4 411,54
390	4 423,11	4 434,68	4 446,25	4 457,82	4 469,40	4 480,97	4 492,54	4 504,11	4 515,68	4 527,25
400	4 538,83	4 550,40	4 561,97	4 573,54	4 585,11	4 596,69	4 608,26	4 619,83	4 631,40	4 642,97
410	4 654,54	4 666,12	4 677,69	4 689,26	4 700,83	4 712,40	4 723,97	4 735,55	4 747,12	4 758,69
420	4 770,26	4 781,83	4 793,41	4 804,98	4 816,55	4 828,12	4 839,69	4 851,26	4 862,84	4 874,41
430	4 885,98	4 897,55	4 909,12	4 920,70	4 932,27	4 943,84	4 955,41	4 966,98	4 978,55	4 990,13
440	5 001,70	5 013,27	5 024,84	5 036,41	5 047,99	5 059,56	5 071,13	5 082,70	5 094,27	5 105,84
450	5 117,42	5 128,99	5 140,56	5 152,13	5 163,70	5 175,28	5 186,85	5 198,42	5 209,99	5 221,56
460	5 233,13	5 244,71	5 256,28	5 267,85	5 279,42	5 290,99	5 302,56	5 314,14	5 325,71	5 337,28
470	5 348,85	5 360,42	5 372,00	5 383,57	5 395,14	5 406,71	5 418,28	5 429,85	5 441,43	5 453,00
480	5 464,57	5 476,14	5 487,71	5 499,29	5 510,86	5 522,43	5 534,00	5 545,57	5 557,14	5 568,72
490	5 580,29	5 591,86	5 603,43	5 615,00	5 626,58	5 638,15	5 649,72	5 661,29	5 672,86	5 684,43
500	5 696,01	5 707,58	5 719,15	5 730,72	5 742,29	5 753,87	5 765,44	5 777,01	5 788,58	5 800,15
510	5 811,72	5 823,30	5 834,87	5 846,44	5 858,01	5 869,58	5 881,15	5 892,73	5 904,30	5 915,87



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página 6 de 6

### Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
520	5 927,44	5 939,01	5 950,59	5 962,16	5 973,73	5 985,30	5 996,87	6 008,44	6 020,02	6 031,59
530	6 043,16	6 054,73	6 066,30	6 077,88	6 089,45	6 101,02	6 112,59	6 124,16	6 135,73	6 147,31
540	6 158,88	6 170,45	6 182,02	6 193,59	6 205,17	6 216,74	6 228,31	6 239,88	6 251,45	6 263,02
550	6 274,60	6 286,17	6 297,74	6 309,31	6 320,88	6 332,46	6 344,03	6 355,60	6 367,17	6 378,74
560	6 390,31	6 401,89	6 413,46	6 425,03	6 436,60	6 448,17	6 459,74	6 471,32	6 482,89	6 494,46
570	6 506,03	6 517,60	6 529,18	6 540,75	6 552,32	6 563,89	6 575,46	6 587,03	6 598,61	6 610,18
580	6 621,75	6 633,32	6 644,89	6 656,47	6 668,04	6 679,61	6 691,18	6 702,75	6 714,32	6 725,90
590	6 737,47	6 749,04	6 760,61	6 772,18	6 783,76	6 795,33	6 806,90	6 818,47	6 830,04	6 841,61
600	6 853,19	6 864,76	6 876,33	6 887,90	6 899,47	6 911,05	6 922,62	6 934,19	6 945,76	6 957,33
610	6 968,90	6 980,48	6 992,05	7 003,62	7 015,19	7 026,76	7 038,33	7 049,91	7 061,48	7 073,05
620	7 084,62	7 096,19	7 107,77	7 119,34	7 130,91	7 142,48	7 154,05	7 165,62	7 177,20	7 188,77
630	7 200,34	7 211,91	7 223,48	7 235,06	7 246,63	7 258,20	7 269,77	7 281,34	7 292,91	7 304,49
640	7 316,06	7 327,63	7 339,20	7 350,77	7 362,35	7 373,92	7 385,49	7 397,06	7 408,63	7 420,20
650	7 431,78	7 443,35	7 454,92	7 466,49	7 478,06	7 489,64	7 501,21	7 512,78	7 524,35	7 535,92
660	7 547,49	7 559,07	7 570,64	7 582,21	7 593,78	7 605,35	7 616,92	7 628,50	7 640,07	7 651,64
670	7 663,21	7 674,78	7 686,36	7 697,93	7 709,50	7 721,07	7 732,64	7 744,21	7 755,79	7 767,36
680	7 778,93	7 790,50	7 802,07	7 813,65	7 825,22	7 836,79	7 848,36	7 859,93	7 871,50	7 883,08
690	7 894,65	7 906,22	7 917,79	7 929,36	7 940,94	7 952,51	7 964,08	7 975,65	7 987,22	7 998,79
700	8 010,37	8 021,94	8 033,51	8 045,08	8 056,65	8 068,23	8 079,80	8 091,37	8 102,94	8 114,51
710	8 126,08	8 137,66	8 149,23	8 160,80	8 172,37	8 183,94	8 195,51	8 207,09	8 218,66	8 230,23
720	8 241,80	8 253,37	8 264,95	8 276,52	8 288,09	8 299,66	8 311,23	8 322,80	8 334,38	8 345,95
730	8 357,52	8 369,09	8 380,66	8 392,24	8 403,81	8 415,38	8 426,95	8 438,52	8 450,09	8 461,67
740	8 473,24	8 484,81	8 496,38	8 507,95	8 519,53	8 531,10	8 542,67	8 554,24	8 565,81	8 577,38
750	8 588,96	8 600,53	8 612,10	8 623,67	8 635,24	8 646,82	8 658,39	8 669,96	8 681,53	8 693,10
760	8 704,67	8 716,25	8 727,82	8 739,39	8 750,96	8 762,53	8 774,10	8 785,68	8 797,25	8 808,82
770	8 820,39	8 831,96	8 843,54	8 855,11	8 866,68	8 878,25	8 889,82	8 901,39	8 912,97	8 924,54
780	8 936,11	8 947,68	8 959,25	8 970,83	8 982,40	8 993,97	9 005,54	9 017,11	9 028,68	9 040,26
790	9 051,83	9 063,40	9 074,97	9 086,54	9 098,12	9 109,69	9 121,26	9 132,83	9 144,40	9 155,97
800	9 167,55	9 179,12	9 190,69	9 202,26	9 213,83	9 225,41	9 236,98	9 248,55	9 260,12	9 271,69
810	9 283,26	9 294,84	9 306,41	9 317,98	9 329,55	9 341,12	9 352,69	9 364,27	9 375,84	9 387,41
820	9 398,98	9 410,55	9 422,13	9 433,70	9 445,27	9 456,84	9 468,41	9 479,98	9 491,56	9 503,13
830	9 514,70	9 526,27	9 537,84	9 549,42	9 560,99	9 572,56	9 584,13	9 595,70	9 607,27	9 618,85
840	9 630,42	9 641,99	9 653,56	9 665,13	9 676,71	9 688,28	9 699,85	9 711,42	9 722,99	9 734,56
850	9 746,14	9 757,71	9 769,28	9 780,85	9 792,42	9 804,00	9 815,57	9 827,14	9 838,71	9 850,28
860	9 861,85	9 873,43	9 885,00	9 896,57	9 908,14	9 919,71	9 931,28	9 942,86	9 954,43	9 966,00
870	9 977,57	9 989,14								



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 092 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 132  
Fecha de emisión : 2022-03-21

1. Solicitante : VERA & MORENO S.A. CONSULTORES DE INGENIERIA

Dirección : AV. JOSE LEAL NRO. 1526 - LINCE - LIMA

2. Equipo : SPEEDY

3. Instrumento de Medición : MANÓMETRO DE DETERMINADOR DE HUMEDAD

Alcance de Escala : 0 % H a 20 % H

División de Escala : 0,2 % H

Marca de Manómetro : METROTEST

Tipo de Manómetro : NO INDICA

Posición de Trabajo : POSTERIOR

Marca de Botella : METROTEST

Serie de Botella : MH-214

Material de Botella : ALUMINIO

Procedencia : PERU

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE VERA & MORENO S.A. CONSULTORES DE INGENIERIA  
20 - MARZO

5. Método de Calibración

Calibración por comparación empleando manómetro certificado.

6. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
MANÓMETRO	OMEGA ENGINEERING	LFP - 319 - 2017	INACAL - DM

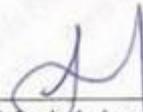
7. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,3	26,3
Humedad %	63	62

8. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 092

Página : 2 de 2

### Resultados

LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY	LECTURA DEL PATRÓN	CORRECCIÓN
% Humedad	% Humedad	% Humedad
0	0,0	0,0
1	1,2	0,2
2	2,2	0,2
3	3,2	0,2
4	4,2	0,2
5	5,1	0,1
6	6,0	0,0
7	7,0	0,0
8	8,0	0,0
9	8,9	-0,1
10	9,9	-0,1
11	10,8	-0,2
12	11,8	-0,2
13	12,8	-0,2
14	13,8	-0,2
15	14,8	-0,2
16	15,8	-0,2
17	16,8	-0,2
18	17,7	-0,3
19	18,7	-0,3
20	19,7	-0,3

LA HUMEDAD CONVENCIONAL VERDADERA (HCV) RESULTA DE LA RELACIÓN  
 $HCV = \text{INDICACIÓN DEL MANÓMETRO DE SPEEDY} + \text{CORRECCIÓN}$

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0660-2022

EXP.: 75445

Pág. 1 de 2

Fecha de emisión: 2022 - 01 - 25

- 1. Solicitante** : PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- 2. Dirección** : Sector 1 Grupo 10 Mz. M lote 23 - Villa el Salvador - Lima
- 3. Medida materializada** : Pesas
- **Marca** : No Indica
  - **Material** : Acero inoxidable
  - **Procedencia** : No Indica
  - **N° de serie** : G1018948
  - **Código** : J2
  - **Valor Nominal** : 1 mg - 200 g
  - **Clase de exactitud** : F1
  - **Cantidad** : 23 unidades
  - **Ubicación** : No Indica
- 4. Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
- 5. Fecha de calibración** : 2022-01-23
- 6. Método de calibración**

La calibración se efectuó mediante el método de doble sustitución con los patrones del laboratorio, según el PC-016 1ª Ed.: 2007 "Procedimiento para la calibración de pesas de precisión" del INDECOPI - SNM.

## 7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-1123	Pesa patrón Clase F2	M-1157-2021/ METROIL S.A.C.

## 8. Condiciones de calibración

- **Temperatura Ambiental** : 22,7 °C a 21,7 °C
- **Humedad Relativa** : 56,2 %H.R. a 52,7 %H.R.
- **Presión Atmosférica** : 1000 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.



**CESAR GUIZA VILLANUEVA**  
Jefe del Laboratorio de Masa

**9. Resultados**

N°	IDENTIF.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MA A CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (F1)
1	--	Cilíndrica con botón			200 g + 0,3 mg	0,3 mg	
		Cilíndrica con botón	NO TIENE	200 g			1,0 mg
2	*	Cilíndrica con botón	NO TIENE		200 g + 0,4 mg	0,3 mg	
		Cilíndrica	NO TIENE	200 g			1,0 mg
3	--		NO TIENE		100 g - 1,04 mg	0,16 mg	
		Cilíndrica	NO TIENE	100 g			0,5 mg
4	--	Cilíndrica	NO TIENE		50 g + 0,02 mg	0,10 mg	
		Cilíndrica	NO TIENE	50 g			0,3 mg
5	--	Cilíndrica	NO TIENE		20 g + 0,06 mg	0,08 mg	
		Cilíndrica	NO TIENE	20 g			0,25 mg
6	*	Cilíndrica	NO TIENE		20 g + 0,10 mg	0,08 mg	
		Cilíndrica	NO TIENE	20 g			0,25 mg
7	--	Laminar	NO TIENE		10 g + 0,10 mg	0,06 mg	
		Laminar	NO TIENE	10 g			0,20 mg
8	--	Laminar	NO TIENE		5 g + 0,03 mg	0,05 mg	
		Laminar	NO TIENE	5 g			0,16 mg
9	--	Laminar	NO TIENE		2 g + 0,05 mg	0,04 mg	
		Laminar	NO TIENE	2 g			0,12 mg
10	*	Laminar	NO TIENE		2 g + 0,06 mg	0,04 mg	
		Laminar	NO TIENE	2 g			0,12 mg
11	--	Laminar	NO TIENE		1 g + 0,05 mg	0,03 mg	
		Laminar	NO TIENE	1 g			0,10 mg
12		Laminar	NO TIENE		0,5 g + 0,050 mg	0,025 mg	

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

E.M.P: Error Máximo Permissible

**10. Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con identificación N° A-01619.
- Manipular con cuidado y mantener limpias las pesas.

F  
I  
N  
D  
E  
L  
D  
O  
C  
U  
M  
E  
N  
T  
O

## ANEXO 4 NORMATIVA

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Año</b>
1	MANUAL DE ESTABILIZACION DE SUELOS TRATADOS CON CAL	2004
2	MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES	2016
3	MANUAL DE CONSTRUCCION PARA MAESTROS DE OBRA	
4	MANUAL PRACTICO DE MECANICA DE SUELOS	2012
5	MANUAL PARA LA MEDICION DE RESISTIVIDAD DEL SUELO	2015
6	MANUAL DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON CAL	1997
7	MANUAL DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON CEMENTO O CAL	2012
8	MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS	2013
9	MANUAL DE MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES	2014
10	NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS	2010

## ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO

### CALICATAS

1. Carretera Sector Bellavista - Ancash Progresiva 1+200 Trazo De Calicata N°1



2. Excavación Y Toma De Medidas De Calicata N°1  
Altura 1.50m X Largo 2.00m X Ancho 0.80m





CALICATA N 1 CARRETERA SECTOR BELLAVISTA - ANCASH



CALICATA N 1 CARRETERA SECTOR BELLAVISTA - ANCASH

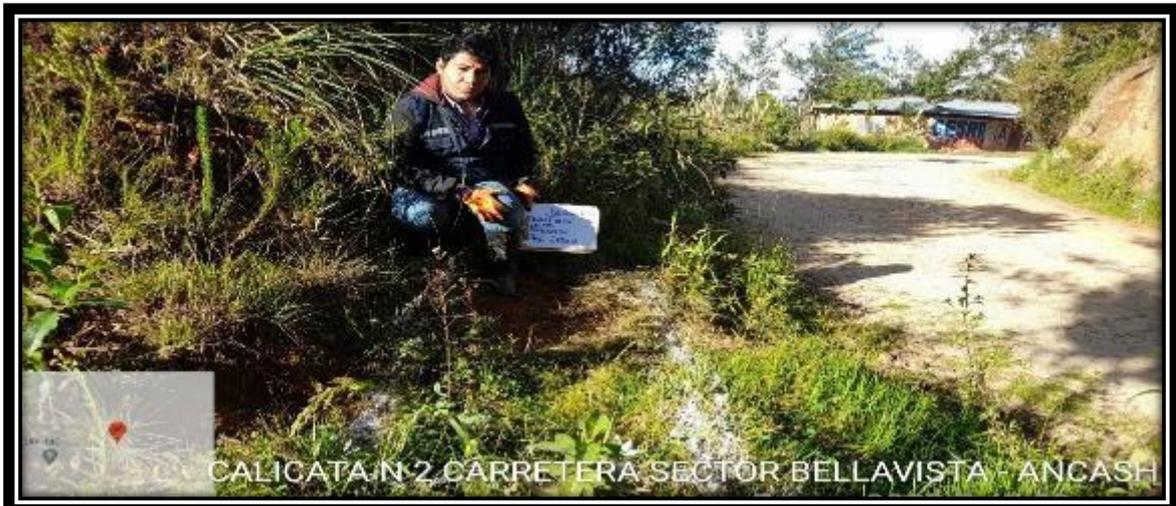


CALICATA N 1 CARRETERA SECTOR BELLAVISTA - ANCASH



CALICATA N 1 CARRETERA SECTOR BELLAVISTA - ANCASH

3. Carretera Sector Bellavista - Ancash Progresiva 2+320 Trazo De Calicata N°2.



CALICATA N 2 CARRETERA SECTOR BELLAVISTA - ANCASH

4. Excavación Y Toma De Medidas De Calicata N°2  
Altura 1.50m X Largo 2.00m X Ancho 0.80m



CALIGATA N 2 CARRETERA SECTOR BELLAVISTA - ANCASH





5. Carretera sector Bellavista - Ancash progresiva 2+950 trazo de calicata n°3.





Limpieza de impureza



Conversión a ceniza volante



Mezcla del material orgánico con la muestra del suelo



Ensayo de granulometría de suelos por Tamizado



## ANEXO 7. FICHAS TÉCNICAS



### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

#### COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E-116

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022.  
**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash  
**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero  
**LADO** : DERECHO  
**IDENTIFICACION** : C-3 M-1  
**PROF. (m)** : 0.05-1.50  
**PROGRESIVA**: KM 02+950  
**REALIZADO POR**: M.C.Q.  
**APROBADO POR**: Y.E.M  
**FECHA**: Abr-22

#### MÉTODO A

DESCRIPCION DEL ENSAYO	Nº	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5618	5705	5794	5772	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1645	1732	1821	1799	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.721	1.812	1.905	1.882	
Recipiente N°		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	702.8	680.0	635.5	678.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	615.8	584.8	537.8	565.8	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	87.0	95.3	97.7	112.9	
Peso del suelo seco	gr	615.8	584.8	537.8	565.8	
Contenido de agua	%	14.13	16.29	18.17	19.96	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.508	1.558	1.612	1.569	
						Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )
						Humedad óptima (%)
						1.614
						18.5



Observaciones:

Inc. Morena Alvaro Livia  
 CONSULTORES DE INGENIERIA

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash

SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero

LADO : DERECHO

IDENTIFICACION : C-3 M-1

PROF. (m) : 0.05-1.50

PROGRESIVA: KM. 02+950  
REALIZADO POR: M.C.O  
APROBADO POR: Y.E.M  
FECHA: May-15

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	3		4		5	
	5		5		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	58		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10826	10914	12020	12122	11840	11945
Peso de molde (g)	7230	7230	8204	8204	8234	8234
Peso del suelo húmedo (g)	3596	3684	3816	3918	3606	3711
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2110	2092	2118	2092	2141
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.720	1.761	1.824	1.873	1.724	1.774
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	525.7	3683.9	642.2	3918.3	560.0	3710.6
Peso suelo seco + tara (g)	492.7	3372.4	541.6	3218.2	472.9	3045.2
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	33.01	311.5	100.62	700.0	87.14	665.4
Peso de suelo seco (g)	492.7	3372.4	541.6	3218.2	472.9	3045.2
Contenido de humedad (%)	6.70	9.24	18.58	21.75	18.43	21.85
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.612	1.698	1.538	1.619	1.456	1.422

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2018	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
16/05/2018	14:01	24	23.000	0.584	0.5	35.000	0.889	0.8	46.000	1.219	1.1
17/05/2018	14:41	48	35.000	0.889	0.8	55.000	1.397	1.2	66.000	1.676	1.5
18/05/2018	15:21	72	62.000	0.991	0.9	92.000	1.446	1.3	155.000	2.718	2.4
19/05/2018	16:01	96	88.000	1.346	1.2	125.000	1.778	1.5	205.000	3.531	3.1

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		5	22.3			4	17.1			2	10.7		
1.270		10	44.5			8	34.2			5	21.4		
1.905		16	71.1			12	54.7			8	34.2		
2.540	70.310	27	120.0	111.8	8.1	21	92.3	86.0	8.2	13	57.7	53.8	3.9
3.810		41	182.3			32	140.2			20	87.6		
5.080	105.68	57	253.5	252.0	12.1	44	195.0	193.9	9.3	27	121.6	121.1	6.8
7.620		85	378.2			65	290.8			41	181.7		
10.160		104	462.9			80	355.9			50	222.3		
12.700													

*Moisés*  
Ingeniero Moisés Alamo Luján

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-3 M-1

**PROF. (m)** : 0.05-1.50

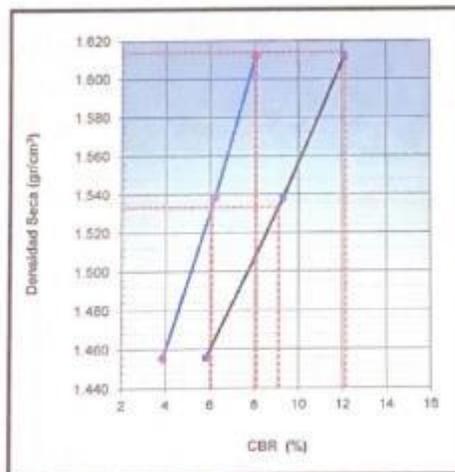
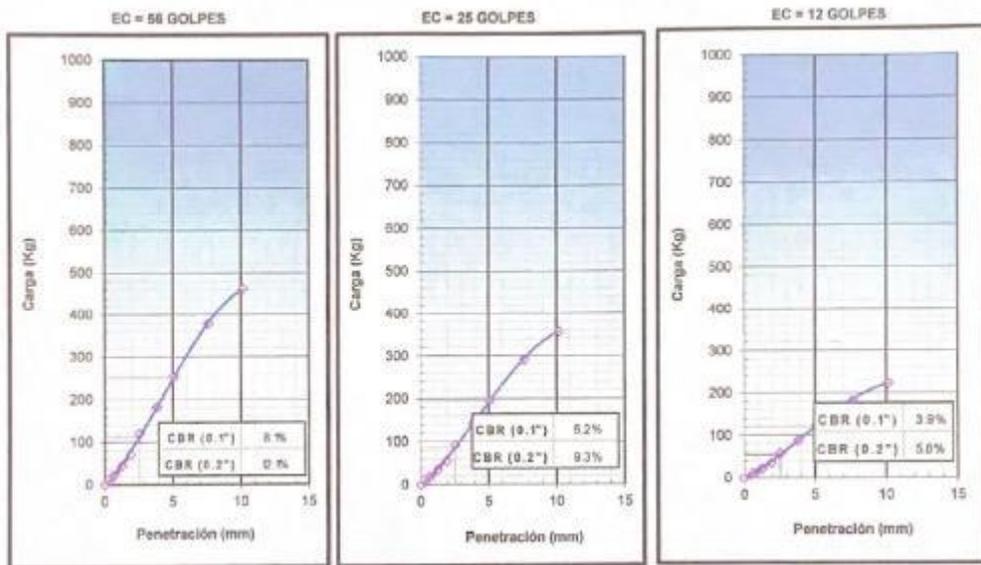
**PROGRESIVA**: KM. 02+950

**REALIZADO POR**: M.C.Q.

**APROBADO POR**: Y.E.M.

**FECHA**: Abr-22

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



METODO DE COMPACTACION : A  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.614  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 18.5  
 98% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.533

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	8.1	0.2"	12.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	6.1	0.2"	9.1

**RESULTADOS:**

<b>C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)</b>	<b>0.1" =</b>	<b>8.1 (%)</b>
<b>C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)</b>	<b>0.1" =</b>	<b>6.1 (%)</b>

**Caracterización del Suelo**

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-7-6(20)

*[Handwritten Signature]*  
Ing. Moisés Gilario Leiva

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
MTC E-116

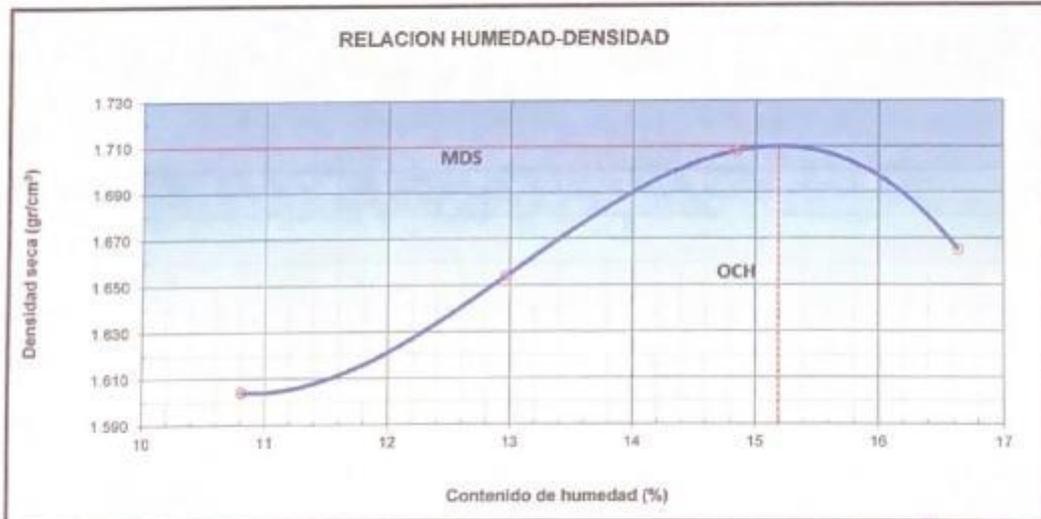
PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash  
SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero  
LADO : DERECHO  
IDENTIFICACION : C-3 M-3  
PROF. (m) : 0.05-1.50

PROGRESIVA: KM. 02+950  
REALIZADO POR: M.C.O.  
APROBADO POR: Y.E.M  
FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	N°	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5672	5759	5848	5830	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1699	1786	1875	1857	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.777	1.869	1.962	1.942	
Recipiente N°		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	663.1	641.0	597.7	639.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	598.4	567.4	520.4	548.4	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	64.7	73.6	77.3	91.3	
Peso del suelo seco	gr	598.4	567.4	520.4	548.4	
Contenido de agua	%	10.81	12.97	14.85	16.64	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.604	1.654	1.708	1.665	
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>						1.710
<i>Humedad óptima (%)</i>						15.2



Observaciones:

*Moisés Ataró*  
Ing. Moisés Ataró Leiva  
C.P. N° 69895 CN° 6996

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**
**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**

MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022  
**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash  
**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero  
**LADO** : DERECHO  
**IDENTIFICACION** : C-3 M-3  
**PROF. (m)** : 0.05-1.50  
**PROGRESIVA**: KM. 02+950  
**REALIZADO POR**: M.C.O.  
**APROBADO POR**: Y.E.M  
**FECHA**: May-18

**COMPACTACIÓN**

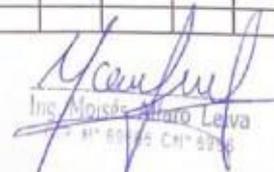
	3		4		5	
Molde N°	3		4		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11043	11130	12133	12230	11947	12052
Peso de molde (g)	7230	7230	8204	8204	8234	8234
Peso del suelo húmedo (g)	3813	3900	3929	4032	3713	3818
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2105	2092	2112	2092	2120
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.822	1.864	1.878	1.927	1.775	1.825
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	665.1	3899.9	774.8	4032.3	694.7	3818.5
Peso suelo seco + tara (g)	623.3	3573.3	672.2	3409.0	603.5	3226.0
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	41.76	326.6	102.57	623.3	91.18	592.5
Peso de suelo seco (g)	623.3	3573.3	672.2	3409.0	603.5	3226.0
Contenido de humedad (%)	6.70	9.14	15.26	18.26	15.11	18.37
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.708	1.697	1.629	1.614	1.642	1.621

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2018	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
16/05/2018	14:01	24	10.000	0.254	0.2	19.000	0.483	0.4	28.000	0.711	0.6
17/05/2018	14:41	48	19.000	0.483	0.4	35.000	0.889	0.8	45.000	1.143	1.0
18/05/2018	15:21	72	38.000	0.711	0.6	62.000	1.092	0.9	89.000	1.549	1.3
19/05/2018	16:01	96	51.000	0.813	0.7	88.000	1.346	1.2	125.000	2.032	1.8

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		8	35.8			6	27.4			4	17.1		
1.270		18	80.0			14	61.6			9	38.5		
1.905		33	146.7			25	112.9			16	70.5		
2.540	70.310	46	204.5	186.0	13.4	35	157.3	143.0	10.3	22	98.3	89.4	6.6
3.810		60	266.8			46	205.2			29	126.2		
5.080	105.56	80	355.9	362.9	17.4	62	273.7	279.1	13.4	38	171.0	174.4	8.4
7.620		115	511.9			88	393.6			55	245.9		
10.160		133	592.3			102	455.3			64	284.4		
12.700													


 Ing. Moisés Arturo Leiva  
 N° 10105 CMI 2016

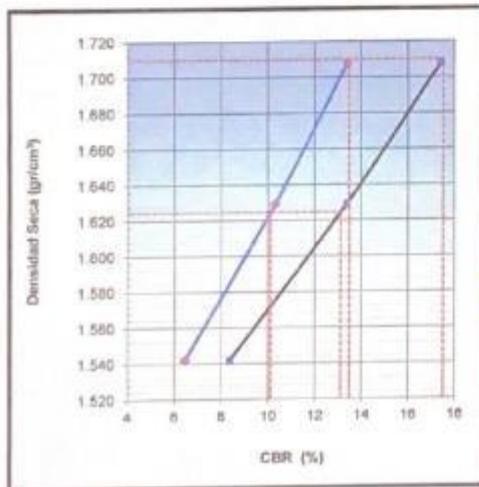
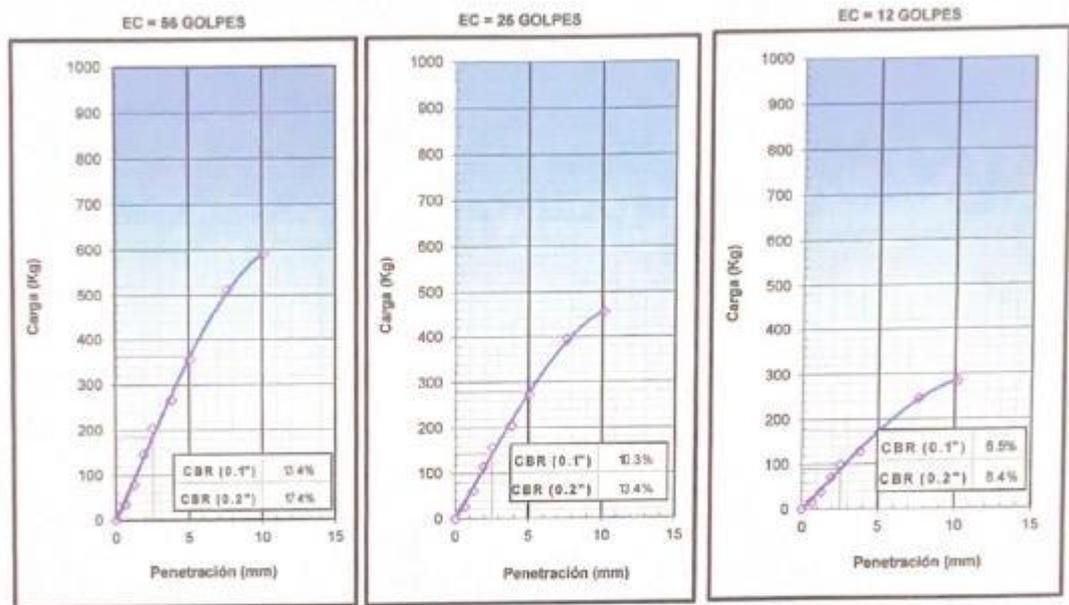
**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash  
**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero  
**LADO** : DERECHO  
**IDENTIFICACION** : C-3 M-3  
**PROF. (m)** : 0.05-1.50

**PROGRESIVA**: KM. 02+950  
**REALIZADO POR**: M.C.D.  
**APROBADO POR**: Y.E.M.  
**FECHA**: Abr-22

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



METODO DE COMPACTACION : A  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.710  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.2  
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.624

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 13.5	0.2": 17.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 10.1	0.2": 13.1

**RESULTADOS:**

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	0.1" =	13.5 (%)
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	0.1" =	10.1 (%)

**Caracterización del Suelo**

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-4(2)

*Moisés Alvaro Lelva*  
Ing. Moisés Alvaro Lelva  
C.P. N° 59566 CN° 6996

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
MTC E-116

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash

SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero

LADO : DERECHO

IDENTIFICACION : C-2 M-2

PROF. (m) : 0.05-1.50

PROGRESIVA: KM. 02+320

REALIZADO POR: M C Q.

APROBADO POR: Y E M

FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	Nº	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5711	5799	5890	5870	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1738	1826	1917	1897	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.818	1.911	2.005	1.984	
Recipiente Nº		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	608.1	583.9	538.3	579.9	
Peso del suelo seco + tara	gr	537.1	506.1	459.1	487.1	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	71.0	77.8	79.2	92.7	
Peso del suelo seco	gr	537.1	506.1	459.1	487.1	
Contenido de agua	%	13.21	15.37	17.25	19.04	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.606	1.656	1.710	1.667	
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>						1.712
<i>Humedad óptima (%)</i>						17.6



Observaciones:

Ing. Moisés Alfaro Luján  
 C.P. N° 25555 C.N° 8936

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**

MTC E 132

**PROYECTO :** Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN :** Departamento de Ancash

**SOLICITANTE :** Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO :** DERECHO

**IDENTIFICACION :** C-2 M-2

**PROF. (m) :** 0.05-1.50

**PROGRESIVA:** KM. 02+320

**REALIZADO POR:** M.C.O.

**APROBADO POR:** Y.E.M

**FECHA:** May-18

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	3		4		5	
	5		5		5	
Capas N°	56		28		12	
Golpes por capa N°	56		28		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11047	11134	12220	12324	12029	12135
Peso de molde (g)	7230	7230	8204	8204	8234	8234
Peso del suelo húmedo (g)	3817	3904	4016	4120	3795	3901
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2114	2092	2121	2092	2129
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.824</b>	<b>1.866</b>	<b>1.919</b>	<b>1.969</b>	<b>1.814</b>	<b>1.866</b>
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	567.5	3904.4	683.5	4119.5	601.9	3901.0
Peso suelo seco + tara (g)	532.0	3577.4	580.9	3413.0	512.2	3229.7
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	35.64	327.0	102.57	706.5	89.67	671.3
Peso de suelo seco (g)	532.0	3577.4	580.9	3413.0	512.2	3229.7
Contenido de humedad (%)	6.70	9.14	17.66	20.70	17.51	20.79
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.710</b>	<b>1.892</b>	<b>1.631</b>	<b>1.609</b>	<b>1.544</b>	<b>1.517</b>

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2018	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
16/05/2018	14:01	24	22.000	0.559	0.5	33.000	0.838	0.7	51.000	1.295	1.1
17/05/2018	14:41	48	33.000	0.838	0.7	56.000	1.422	1.2	75.000	1.905	1.6
18/05/2018	15:21	72	70.000	1.219	1.1	95.000	1.575	1.4	132.000	2.057	1.8
19/05/2018	16:01	96	95.000	1.575	1.4	132.000	1.930	1.7	174.000	2.515	2.2

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		6	25.7			5	20.6			3	12.9		
1.270		12	53.4			9	41.1			6	25.7		
1.905		20	88.9			15	68.4			10	42.8		
2.540	70.310	32	142.3	128.0	9.2	25	109.4	98.5	7.1	15	68.4	61.6	4.4
3.810		44	195.6			34	150.5			21	94.0		
5.080	105.68	63	280.2	280.6	13.5	48	215.5	215.8	10.4	30	134.7	134.9	6.5
7.620		94	418.3			72	321.6			45	200.9		
10.160		111	494.1			85	379.9			53	237.3		
12.700													

*Moisés Piato Leiva*  
Ing. Moisés Piato Leiva  
C.O.E. N° 5293

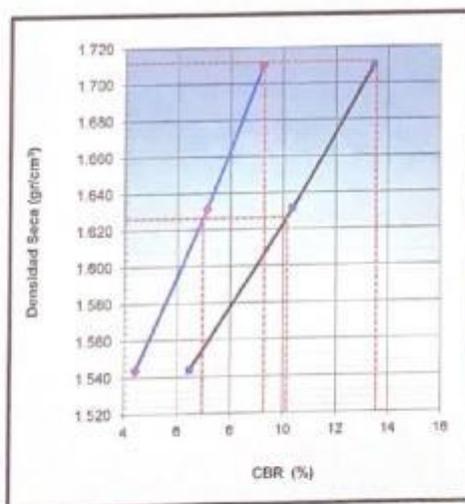
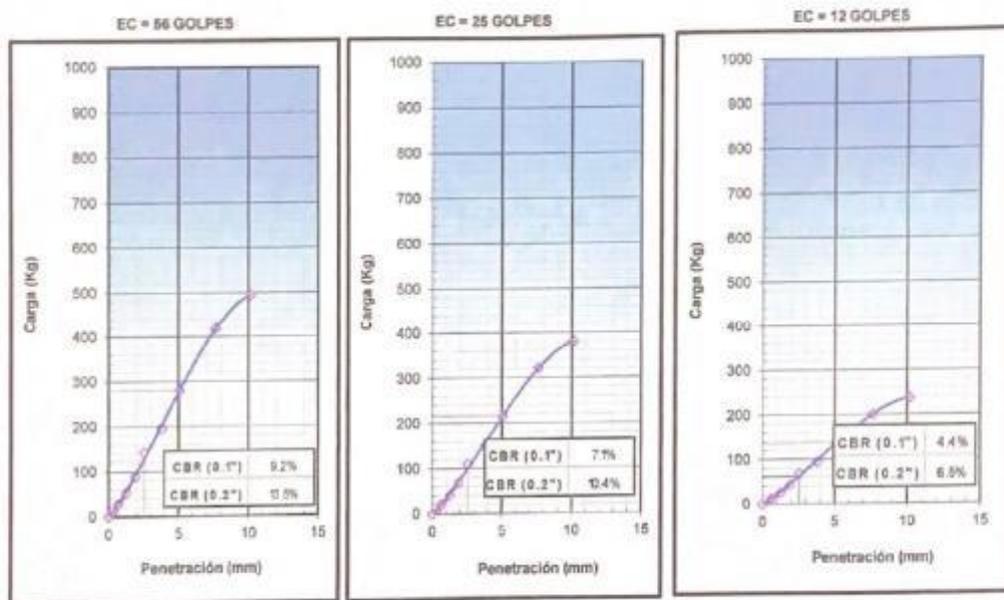
**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasanta Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash  
**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero  
**LADO** : DERECHO  
**IDENTIFICACION** : C-2 M-2  
**PROF. (m)** : 0.05-1.50

**PROGRESIVA**: KM. 02+320  
**REALIZADO POR**: M.C.O.  
**APROBADO POR**: Y.E.M  
**FECHA**: Abr-22

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



METODO DE COMPACTACION : A  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.712  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 17.6  
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.625

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1''	9.3	0.2''	13.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1''	7.0	0.2''	10.1

**RESULTADOS:**

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	0.1'' =	9.3 (%)
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	0.1'' =	7.0 (%)

**Caracterización del Suelo**

- Clasificación SUCS	CL-ML
- Clasificación AASHTO	A-4(0)

*[Handwritten Signature]*  
Ing. Mercedes Alfaro Leiva  
C.O. N° 5055 CHI 0773

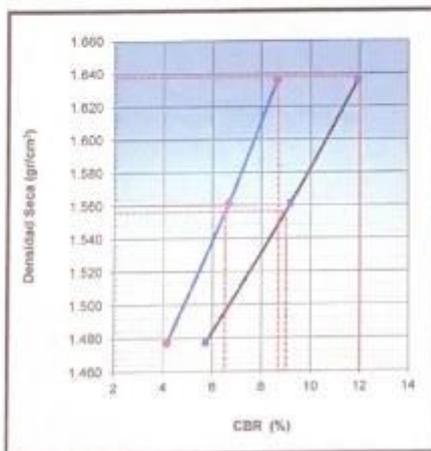
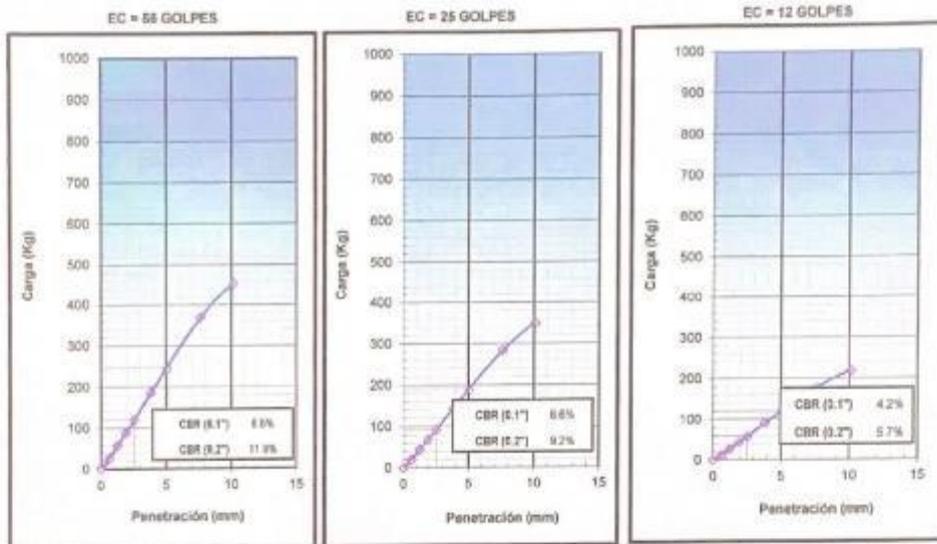
**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y cenizas de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash  
**SOLICITANTE** : Félix Alejandro Vera Agüero  
**LADO** : DERECHO  
**IDENTIFICACION** : C-1 M-2  
**PROF. (m)** : 0.05-1.50

**PROGRESIVA**: KM 01+200  
**REALIZADO POR**: M.C.Q  
**APROBADO POR**: Y.E.M  
**FECHA**: Abr-22

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



METODO DE COMPACTACION : A  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.638  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 20.4  
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.556

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1'' = 8.7	0.2'' = 12.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1'' = 6.5	0.2'' = 9.0

**RESULTADOS:**

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	0.1'' = 8.7 (%)
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	0.1'' = 6.5 (%)

**Caracterización del Suelo**

- Clasificación SUCS	C <sub>u</sub>
- Clasificación AASHTO	A-5(9)

*Moises Añato Leiva*  
Ing. Moises Añato Leiva  
C.O. N° 69166 CN° 6956

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**

MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-1 M-2

**PROF. (m)** : 0.05-1.50

PROGRESIVA: KM. 29+690  
REALIZADO POR: M.C.Q.  
APROBADO POR: Y.E.M.  
FECHA: May-18

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	3		4		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10882	10968	12137	12241	11951	12057
Peso de molde (g)	7230	7230	8204	8204	8234	8234
Peso del suelo húmedo (g)	3652	3738	3933	4037	3717	3823
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2115	2092	2124	2092	2144
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.746	1.787	1.880	1.929	1.777	1.827
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	509.1	3737.9	633.5	4036.6	550.1	3822.5
Peso suelo seco + tara (g)	477.1	3422.6	526.0	3265.9	457.3	3090.4
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	31.97	315.3	107.50	770.6	92.78	732.1
Peso de suelo seco (g)	477.1	3422.6	526.0	3265.9	457.3	3090.4
Contenido de humedad (%)	6.70	9.21	20.44	23.60	20.29	23.89
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.838	1.818	1.581	1.538	1.477	1.442

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2018	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.0
16/05/2018	14:01	24	28.000	0.711	0.6	42.000	1.067	0.9	56.000	1.422	1.2
17/05/2018	14:41	48	39.000	0.991	0.9	64.000	1.626	1.4	80.000	2.032	1.8
18/05/2018	15:21	72	78.000	1.270	1.1	111.000	1.753	1.5	168.000	2.845	2.5
19/05/2018	16:01	96	102.000	1.600	1.4	145.000	2.057	1.8	230.000	3.810	3.3

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		6	26.7			5	20.6			3	12.9		
1.270		13	57.8			10	44.5			6	27.8		
1.905		20	88.9			15	68.4			10	42.8		
2.540	70.310	27	120.0	119.8	8.6	21	92.3	92.1	6.6	13	57.7	57.6	4.2
3.810		42	186.7			32	143.6			20	89.8		
5.080	105.68	55	244.6	248.9	11.9	42	188.1	191.4	9.2	26	117.6	119.6	8.7
7.620		83	359.3			64	284.0			40	177.4		
10.160		102	454.0			78	349.1			49	218.1		
12.700													

*Mohes Alvaro Leiva*  
Ing. Mohes Alvaro Leiva  
C.P. N° 87566 CN° 8996

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
MTC E-116

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash

SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero

LADO : DERECHO

IDENTIFICACION : C-1 M-2

PROF. (m) : 0.05-1.50

PROGRESIVA: KM. 01+200

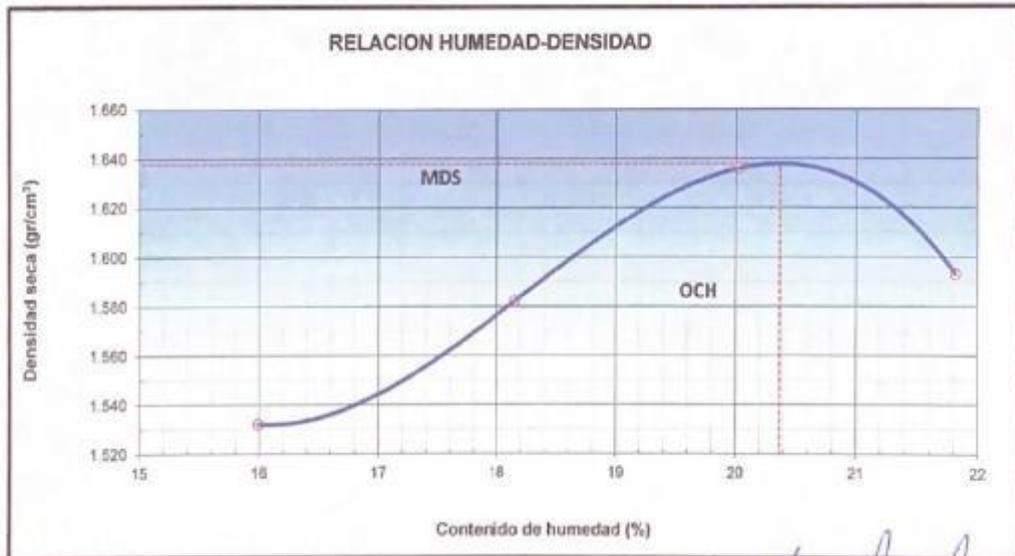
REALIZADO POR: M.C.Q.

APROBADO POR: Y.E.M

FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	Nº	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5672	5760	5850	5828	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1699	1787	1877	1855	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.777	1.869	1.984	1.941	
Recipiente N°		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	657.8	633.4	587.1	629.9	
Peso del suelo seco + tara	gr	537.1	536.1	489.1	517.1	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	90.7	97.3	98.0	112.8	
Peso del suelo seco	gr	537.1	536.1	489.1	517.1	
Contenido de agua	%	15.99	18.15	20.03	21.82	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.532	1.582	1.636	1.593	
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.638
Humedad óptima (%)						20.4



Observaciones:

Ingo Moisés Alvaro Leiva  
 INGENIERO CIVIL

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
**MTC E-116**

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero

PROGRESIVA: KM. 01+200

LADO : DERECHO

REALIZADO POR: M.C.O.

IDENTIFICACION : C-1 M-4

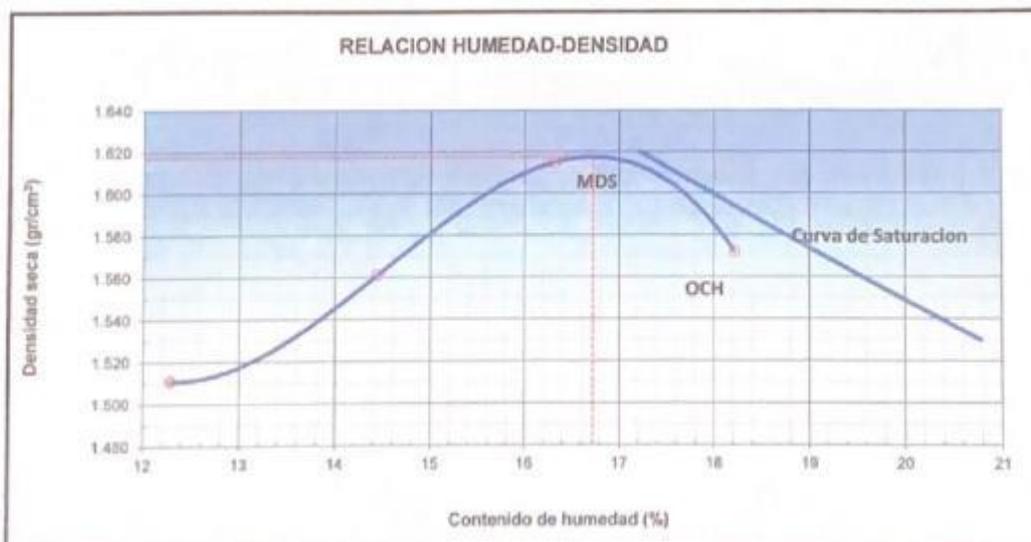
APROBADO POR: Y.E.M

PROF. (m) : 0.05-1.50

FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	Nº	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5595	5681	5769	5750	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo humedo compactado	gr	1622	1708	1796	1777	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico humedo	gr	1.697	1.787	1.879	1.858	
Recipiente Nº		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo humedo+tara	gr	687.9	708.6	668.1	653.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	612.6	619.2	574.3	552.4	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	75.3	89.4	93.8	100.6	
Peso del suelo seco	gr	612.6	619.2	574.3	552.4	
Contenido de agua	%	12.29	14.45	16.33	18.22	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.511	1.561	1.615	1.572	
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.617
Humedad óptima (%)						16.7



Observaciones:

Ing. Moisés Arturo Veiva  
 CIP. N° 59955 C.N° 9995

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**

MTC E 132

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022  
 SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero  
 LADO : DERECHO  
 IDENTIFICACION : C-1 M-4  
 PROF. (m) : 0.05-1.50  
 PROGRESIVA: KM. 01+200  
 REALIZADO POR: M.C.O.  
 APROBADO POR: Y.E.M  
 FECHA: May-18

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	10		11		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	96		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10256	10337	10758	10849	12122	12228
Peso de molde (g)	6311	6311	7048	7048	8585	8585
Peso del suelo húmedo (g)	3945	4026	3710	3801	3537	3643
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2105	2060	2065	2079	2107
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.886	1.924	1.801	1.848	1.702	1.768
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	573.5	4026.2	631.0	3801.3	550.0	3643.5
Peso suelo seco + tara (g)	491.3	3379.9	540.2	3176.4	471.5	3032.1
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	82.17	646.3	90.73	624.9	78.48	611.3
Peso de suelo seco (g)	491.3	3379.9	540.2	3176.4	471.5	3032.1
Contenido de humedad (%)	16.72	19.12	16.79	19.67	16.64	20.16
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.815	1.808	1.842	1.523	1.459	1.439

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/05/2019	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
2/05/2019	14:01	24	11.000	0.279	0.2	19.000	0.483	0.4	37.000	0.940	0.8
3/05/2019	14:41	48	25.000	0.635	0.5	44.000	1.118	1.0	58.000	1.473	1.3
4/05/2019	15:21	72	39.000	0.711	0.6	75.000	1.422	1.2	99.000	1.575	1.4
5/05/2019	16:01	96	61.000	0.914	0.8	101.000	1.448	1.3	137.000	2.007	1.7

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		7	31.1			6	26.7			4	17.8		
1.270		11	48.9			9	40.0			6	28.7		
1.905		23	102.2			18	80.0			12	53.4		
2.540	70.310	30	133.4	136.3	6.8	24	106.7	109.3	6.9	17	75.6	75.0	5.4
3.810		47	209.0			38	168.9			26	115.6		
5.080	105.68	61	271.3	260.6	12.5	49	217.9	209.5	10.1	34	151.2	145.1	7.0
7.620		77	342.5			62	275.7			43	191.2		
10.160		92	409.4			74	329.2			51	226.8		
12.700													

*Moisés Alvaro Leiva*  
Ing. Moisés Alvaro Leiva  
M.º en Ingeniería Civil 2005

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero

LADO : DERECHO

IDENTIFICACION : C-1 M-4

PROF. (m) : 0.05-1.50

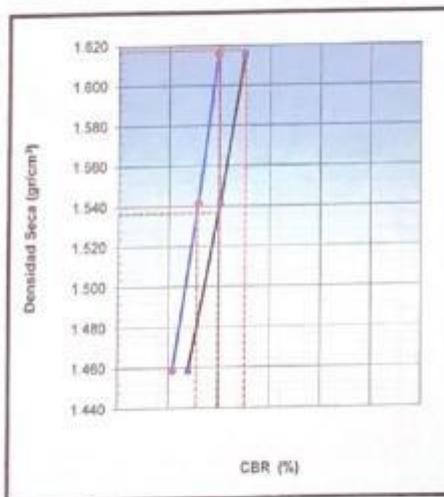
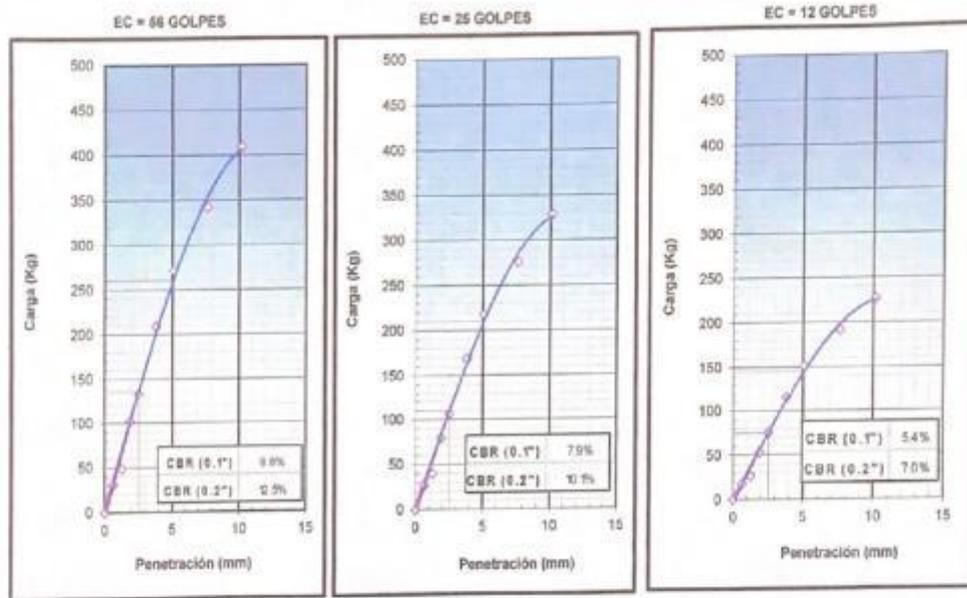
PROGRESIVA: KM. 01+200

REALIZADO POR: M.C.G.

APROBADO POR: Y.E.M

FECHA: Abr-22

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



METODO DE COMPACTACION : A

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.617

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16.7

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.537

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	6.9	0.2"	12.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.7	0.2"	9.9

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	0.1"	=	6.9 (%)
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	0.1"	=	5.7 (%)

OBSERVACIONES:

*Moisés Alvaro Leiva*  
Ing. Moisés Alvaro Leiva

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
MTC E-116

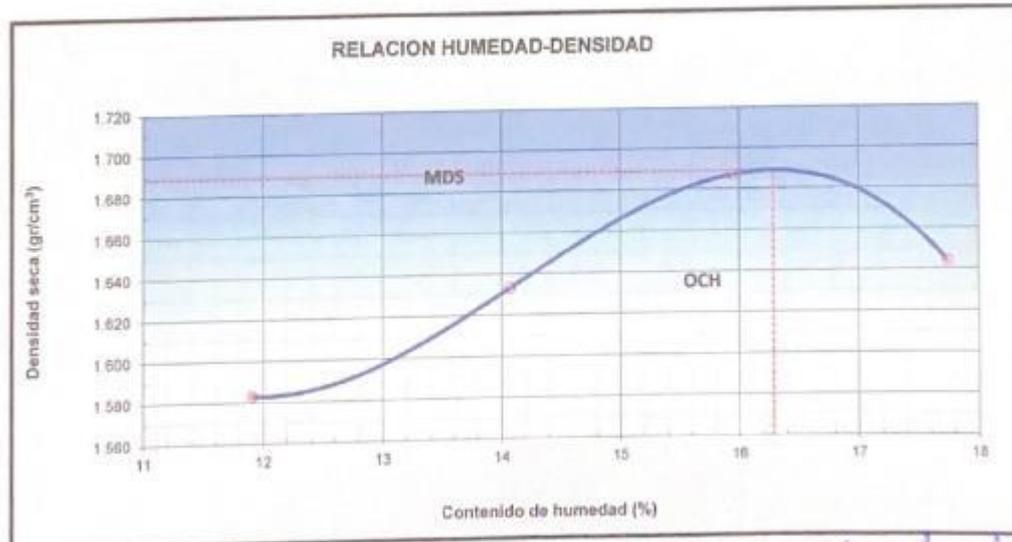
PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash  
SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero  
LADO : DERECHO  
IDENTIFICACION : C-1 M-3  
PROF. (m) : 0.05-1.50

PROGRESIVA: KM. 01+200  
REALIZADO POR: M.C.Q.  
APROBADO POR: Y.E.M  
FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	N°	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5667	5754	5843	5823	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1694	1781	1870	1850	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.772	1.883	1.956	1.936	
Recipiente N°		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	598.0	574.2	529.1	570.3	
Peso del suelo seco + tara	gr	534.4	503.4	456.4	484.4	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	63.6	70.8	72.8	85.9	
Peso del suelo seco	gr	534.4	503.4	456.4	484.4	
Contenido de agua	%	11.91	14.07	15.95	17.74	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.583	1.633	1.687	1.644	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.689
					Humedad óptima (%)	16.3



Observaciones:

*[Firma]*  
Ing. Moisés A. Vera Agüero  
N° 83650 CN° 8084

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-1 M-3

**PROF. (m)** : 0.05-1.50

**PROGRESIVA**: KM. 01+200  
**REALIZADO POR**: M.C.G.  
**APROBADO POR**: Y.E.M  
**FECHA**: May-18

COMPACTACIÓN

Molde N°	3		4		5	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10996	11083	12122	12225	11937	12042
Peso de molde (g)	7230	7230	8204	8204	8234	8234
Peso del suelo húmedo (g)	3766	3853	3918	4021	3703	3808
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2118	2092	2129	2092	2138
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.800	1.841	1.873	1.922	1.776	1.820
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	509.1	3852.6	612.1	4021.1	531.4	3807.9
Peso suelo seco + tara (g)	477.1	3529.3	526.0	3367.3	457.3	3186.4
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	31.97	323.3	86.04	653.8	74.12	621.5
Peso de suelo seco (g)	477.1	3529.3	526.0	3367.3	457.3	3186.4
Contenido de humedad (%)	6.70	9.16	16.36	19.42	16.21	19.50
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.687	1.686	1.609	1.682	1.623	1.491

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2018	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
16/05/2018	14:01	24	32.000	0.813	0.7	46.000	1.168	1.0	60.000	1.524	1.3
17/05/2018	14:41	48	45.000	1.143	1.0	71.000	1.803	1.6	88.000	2.235	1.9
18/05/2018	15:21	72	88.000	1.422	1.2	125.000	2.007	1.7	159.000	2.515	2.2
19/05/2018	16:01	96	110.000	1.651	1.4	153.000	2.083	1.8	225.000	3.480	3.0

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		6	35.6			6	27.4			4	17.1		
1.270		15	66.7			12	51.3			7	32.1		
1.905		24	106.7			18	82.1			12	51.3		
2.540	70.310	33	146.7	140.3	10.1	25	112.9	108.0	7.8	16	70.5	67.5	4.9
3.810		47	209.0			36	160.7			23	100.5		
5.080	105.68	61	271.3	277.9	13.3	47	208.6	213.8	10.3	29	130.4	133.6	6.4
7.620		92	409.4			71	314.8			44	196.7		
10.160		115	511.9			88	393.6			55	245.9		
12.700													

*Moisés Alfaro Leiva*  
Ing. Moisés Alfaro Leiva  
C.I.P. N° 20.855 CN° 2005

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-1 M-3

**PROF. (m)** : 0.05-1.50

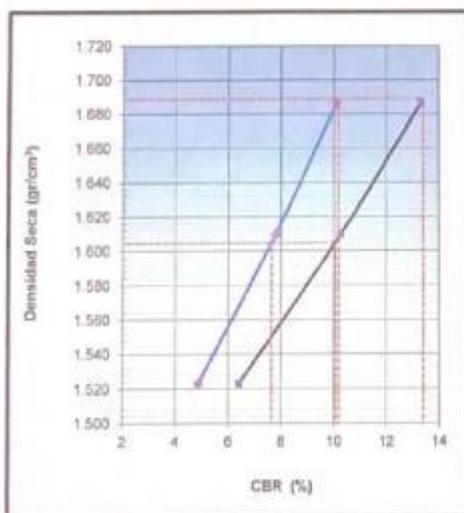
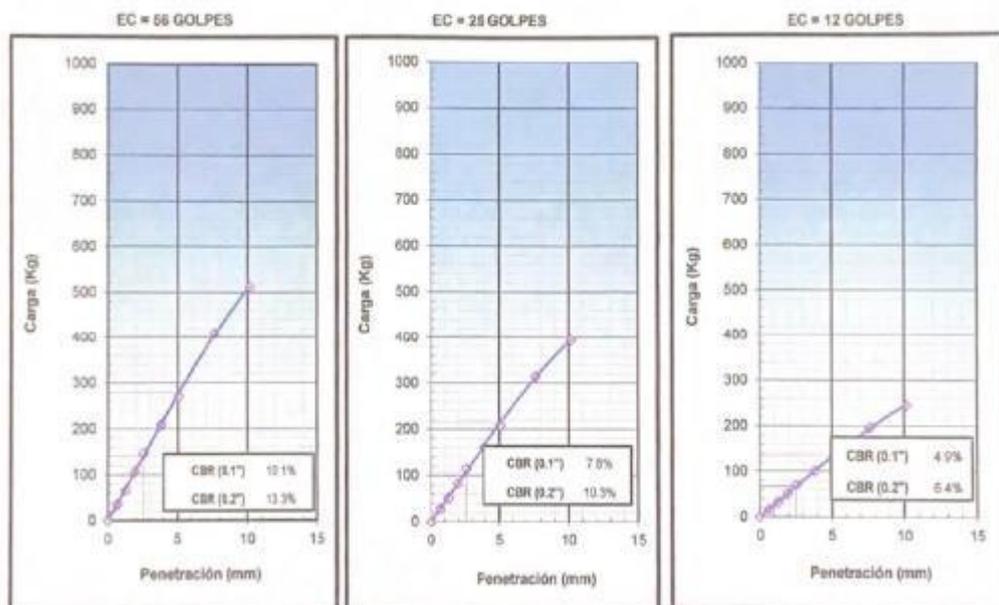
**PROGRESIVA**: KM. 01+200

**REALIZADO POR**: M.C.O.

**APROBADO POR**: Y.E.M

**FECHA**: Abr-22

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



METODO DE COMPACTACION : A  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.689  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16.3  
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.604

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1''	10.2	0.2''	13.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1''	7.6	0.2''	10.1

**RESULTADOS:**

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	0.1'' =	10.2 (%)
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	0.1'' =	7.6 (%)

**Caracterización del Suelo**

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-7-6(16)

*Moisés Alfaro Leiva*  
Ing. Moisés Alfaro Leiva  
CIP. N° 85585 COT. N° 5995

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
MTC E-116

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash  
SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero  
LADO : DERECHO  
IDENTIFICACION : C-1 M-1  
PROF. (m) : 0.05-1.50

PROGRESIVA: KM. 01+200  
REALIZADO POR: M.C.O.  
APROBADO POR: Y.E.M.  
FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	Nº	1	2	3	4		
Peso suelo + molde	gr	5638	5725	5814	5793		
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1665	1752	1841	1820		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956		
Peso volumétrico húmedo	gr	1.741	1.832	1.926	1.903		
Recipiente N°		0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	782.4	781.0	717.6	762.1		
Peso del suelo seco + tara	gr	683.4	652.4	605.4	633.4		
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua	gr	99.0	108.6	112.1	128.7		
Peso del suelo seco	gr	683.4	652.4	605.4	633.4		
Contenido de agua	%	14.48	16.64	18.52	20.31		
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.521	1.571	1.625	1.582		
						Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.627
						Humedad óptima (%)	18.9



Observaciones:

Ing. Moisés Alvaro Leiva  
 MTC E-116

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**

MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-1 M-1

**PROF. (m)** : 0.05-1.50

**PROGRESIVA**: KM. 01+200

**REALIZADO POR**: M.C.O.

**APROBADO POR**: Y.E.M.

**FECHA**: May-18

**COMPACTACIÓN**

	3		4		5	
Molde N°	3		4		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10857	10943	12062	12165	11880	11985
Peso de molde (g)	7230	7230	8204	8204	8234	8234
Peso del suelo húmedo (g)	3627	3713	3858	3961	3646	3751
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2113	2082	2122	2092	2142
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.734	1.775	1.844	1.893	1.743	1.793
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	543.9	3713.1	664.4	3960.6	581.9	3750.6
Peso suelo seco + tara (g)	509.7	3399.6	558.6	3244.1	489.9	3069.7
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	34.15	313.5	105.74	716.6	92.00	681.0
Peso de suelo seco (g)	509.7	3399.6	558.6	3244.1	489.9	3069.7
Contenido de humedad (%)	6.70	9.22	18.93	22.09	18.78	22.18
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.625	1.609	1.551	1.529	1.467	1.433

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2018	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
16/05/2018	14:01	24	26.000	0.660	0.6	37.000	0.940	0.8	51.000	1.295	1.1
17/05/2018	14:41	48	35.000	0.889	0.8	61.000	1.549	1.3	71.000	1.803	1.6
18/05/2018	15:21	72	72.000	1.165	1.0	101.000	1.626	1.4	160.000	2.769	2.4
19/05/2018	16:01	96	93.000	1.473	1.3	132.000	1.803	1.6	221.000	3.810	3.3

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		4	17.8			3	13.7			2	8.6		
1.270		10	44.5			8	34.2			5	21.4		
1.905		16	71.1			12	54.7			8	34.2		
2.540	70.310	26	115.6	109.3	7.9	20	88.9	84.1	6.1	13	55.6	52.5	3.8
3.810		41	182.3			32	140.2			20	87.6		
5.090	105.68	50	222.3	229.7	11.0	38	171.0	176.7	8.5	24	106.9	110.4	5.3
7.620		77	342.5			59	263.4			37	164.6		
10.160		99	440.6			76	338.8			46	211.6		
12.700													

*[Firma]*  
Ing. Marco Antonio Leiva  
P. N.º 17.102.024

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-1 M-1

**PROF. (m)** : 0.05-1.50

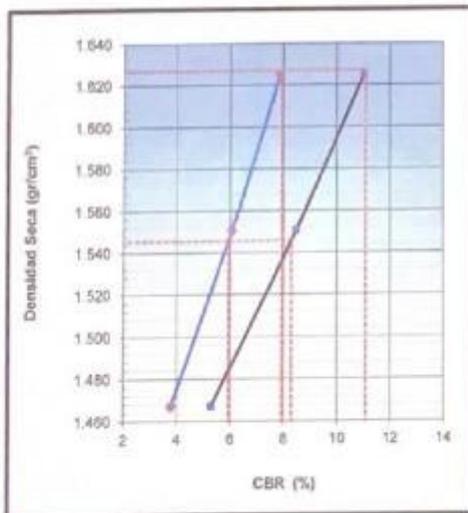
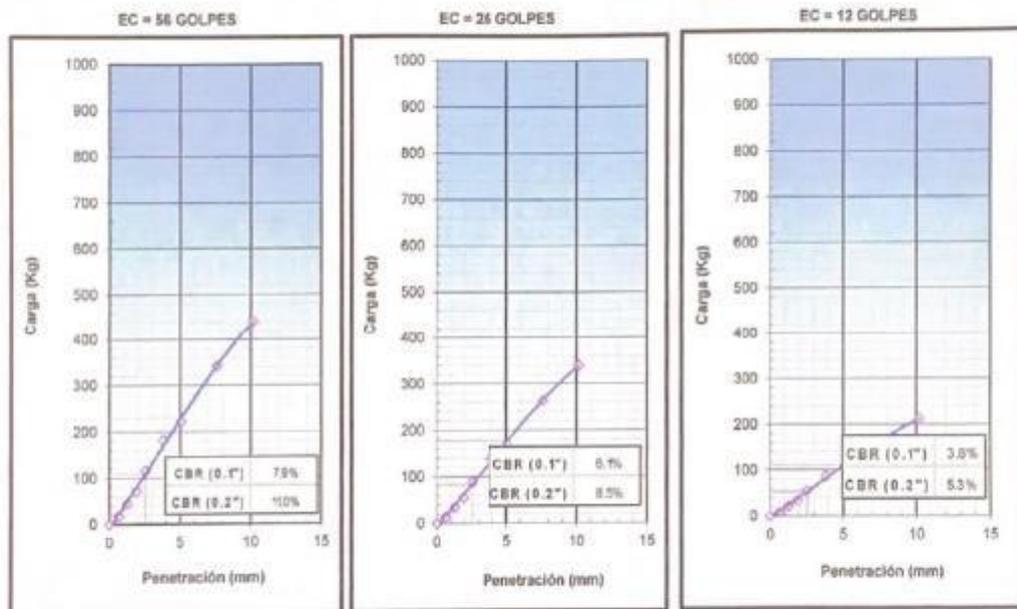
**PROGRESIVA**: KM. 01+200

**REALIZADO POR**: M.C.O

**APROBADO POR**: Y.E.M

**FECHA**: Abr-22

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**METODO DE COMPACTACION** : A

**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.627

**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 18.9

**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.545

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	7.9	0.2"	11.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.9	0.2"	8.3

**RESULTADOS:**

<b>C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)</b>	0.1" =	<b>7.9 (%)</b>
<b>C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)</b>	0.1" =	<b>5.9 (%)</b>

**Caracterización del Suelo**

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-7-B(16)

*[Signature]*  
Ing. ~~Moisés~~ Alvaro Leiva  
C.P. N° 69660, CN° 6990

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
**MTC E-116**

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero

PROGRESIVA: KM. 02+320

LADO : DERECHO

REALIZADO POR: M.C.O.

IDENTIFICACION : C-2 M-4

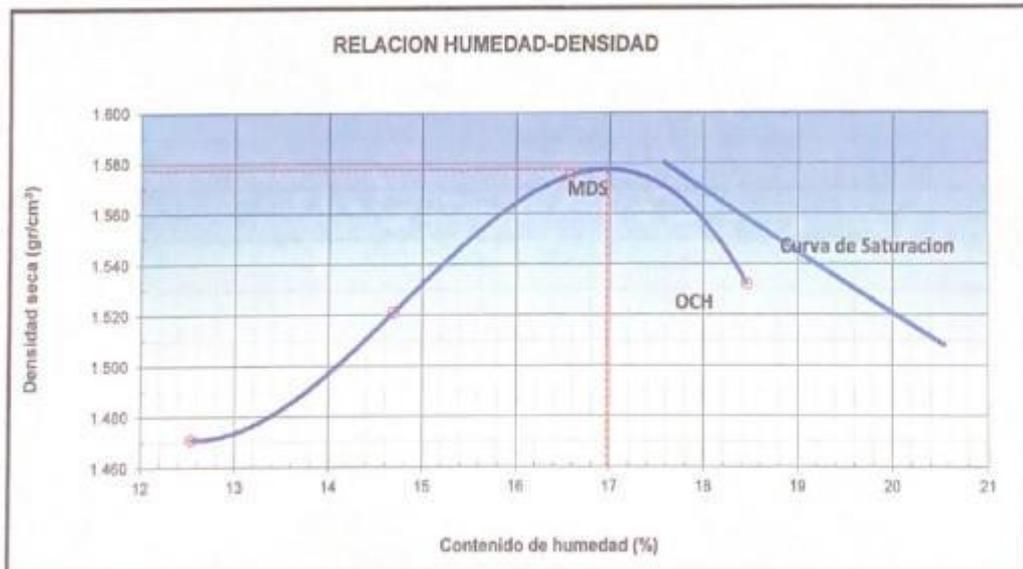
APROBADO POR: Y E M

PROF. (m) : 0.05-1.50

FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	N°	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5556	5641	5728	5708	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1583	1668	1755	1735	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.656	1.744	1.836	1.815	
Recipiente N°		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	748.4	770.3	730.6	716.5	
Peso del suelo seco + tara	gr	665.0	671.6	626.7	604.8	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	83.3	98.7	103.9	111.7	
Peso del suelo seco	gr	665.0	671.6	626.7	604.8	
Contenido de agua	%	12.53	14.69	16.57	18.46	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.471	1.521	1.575	1.532	
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>						1.577
<i>Humedad óptima (%)</i>						17.0



Observaciones:

Ing. ~~Alvaro~~ ~~Leiva~~  
 C.P. N° 69906 CH° 0996

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**

MTC E 132

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022  
 SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero  
 LADO : DERECHO  
 IDENTIFICACION : C-2 M-4  
 PROF. (m) : 0.05-1.50  
 PROGRESIVA: KM. 02+320  
 REALIZADO POR: M.C.Q.  
 APROBADO POR: Y.E.M  
 FECHA: May-18

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	13		14		15	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11805	11898	10761	10653	10329	10420
Peso de molde (g)	7981	7981	7092	7092	6886	6886
Peso del suelo húmedo (g)	3824	3917	3669	3761	3443	3534
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2075	2092	2085	2115	2070	2102
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.843	1.888	1.760	1.804	1.663	1.695
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	650.3	3917.2	708.0	3760.7	626.8	3534.2
Peso suelo seco + tara (g)	556.0	3269.1	604.9	3135.0	536.2	2945.7
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	94.36	648.1	103.08	625.7	90.57	588.5
Peso de suelo seco (g)	556.0	3269.1	604.9	3135.0	536.2	2945.7
Contenido de humedad (%)	16.97	19.82	17.04	19.96	16.89	19.08
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.576	1.562	1.504	1.482	1.423	1.401

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/05/2019	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
2/05/2019	14:01	24	13.000	0.330	0.3	23.000	0.584	0.5	42.000	1.067	0.9
3/05/2019	14:41	48	34.000	0.864	0.7	51.000	1.295	1.1	65.000	1.651	1.4
4/05/2019	15:21	72	51.000	0.965	0.8	88.000	1.651	1.4	111.000	1.753	1.5
5/05/2019	16:01	96	75.000	1.041	0.9	124.000	1.854	1.6	154.000	2.261	2.0

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		5	22.3			4	17.6			3	13.4		
1.270		9	40.0			7	31.1			5	22.3		
1.905		19	64.5			15	66.7			10	44.5		
2.540	70.310	27	120.0	122.1	6.9	22	97.8	97.2	6.8	15	66.7	66.2	4.8
3.810		43	191.2			34	151.2			23	102.2		
5.080	105.68	58	257.9	239.6	11.6	48	204.5	190.7	9.2	32	142.3	131.7	6.3
7.620		70	311.4			58	249.0			39	173.4		
10.160		86	382.6			69	306.9			45	213.4		
12.700													

*Felix Alejandro Vera Agüero*  
 Ing. Felix Alejandro Vera Agüero  
 C. 20120 - C. 00000

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero

LADO : DERECHO

IDENTIFICACION : C-2 M-4

PROF. (m) : 0.05-1.50

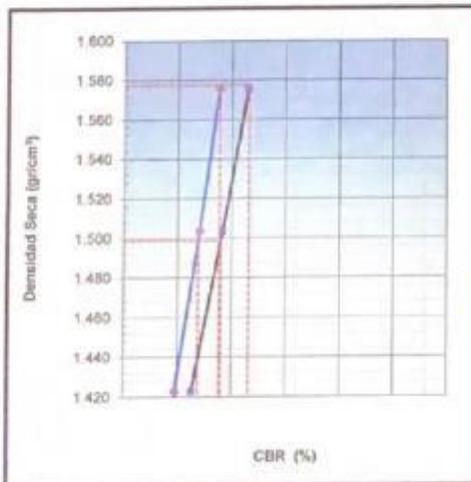
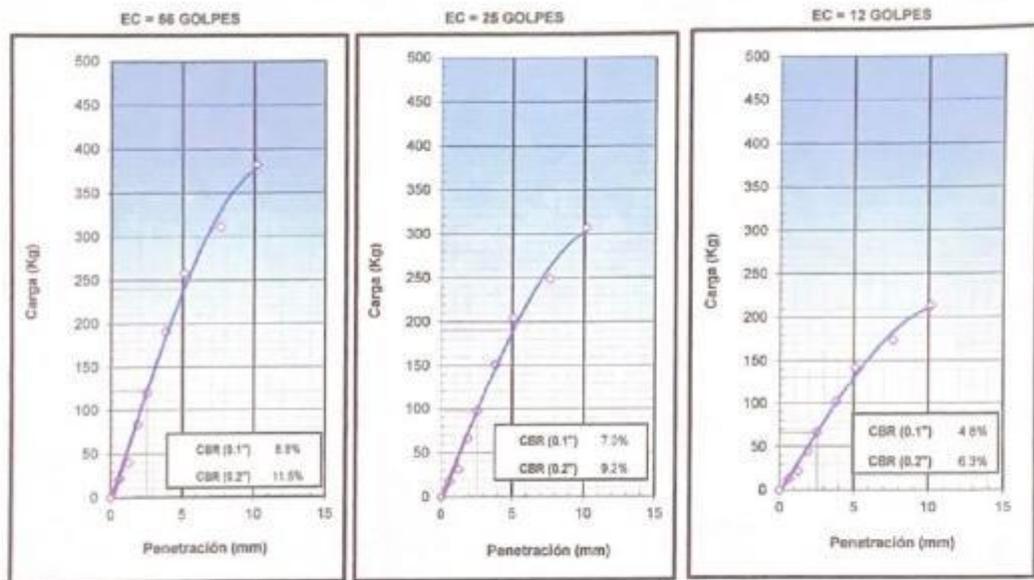
PROGRESIVA: KM. 02+320

REALIZADO POR: M.C.Q.

APROBADO POR: Y.E.M

FECHA: Abr-22

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



METODO DE COMPACTACION : A

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.577

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 17.0

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.499

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	6.9	0.2":	11.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	5.8	0.2":	9.0

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	0.1" =	6.9 (%)
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	0.1" =	5.8 (%)

OBSERVACIONES:

*Moisés Alfaro Leiva*  
Ing. Moisés Alfaro Leiva

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
MTC E-116

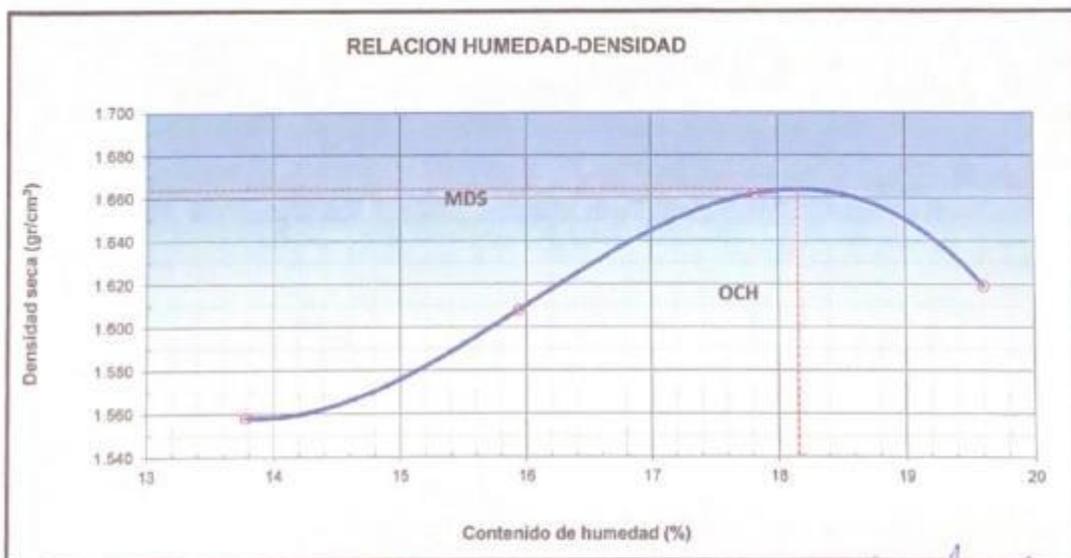
PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash  
SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero  
LADO : DERECHO  
IDENTIFICACION : C-2 M-3  
PROF. (m) : 0 05-1.50

PROGRESIVA: KM 02+320  
REALIZADO POR: M C Q  
APROBADO POR: Y E M  
FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	Nº	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5668	5755	5845	5824	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1695	1782	1872	1851	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.773	1.864	1.958	1.936	
Recipiente Nº		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	722.4	700.2	656.2	699.6	
Peso del suelo seco + tara	gr	634.9	603.9	556.9	584.9	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	87.5	96.3	99.2	114.7	
Peso del suelo seco	gr	634.9	603.9	556.9	584.9	
Contenido de agua	%	13.78	15.94	17.82	19.61	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.558	1.608	1.662	1.619	
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.664
Humedad óptima (%)						18.2



Observaciones:

Ing. Moisés Alvaro Leiva  
 MTC E-116

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**
**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**

MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022  
**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash  
**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero  
**LADO** : DERECHO  
**IDENTIFICACION** : C-2 M-3  
**PROF. (m)** : 0.05-1.50

**PROGRESIVA:** KM. 02+320  
**REALIZADO POR:** M.C.Q.  
**APROBADO POR:** Y.E.M  
**FECHA:** May-18

**COMPACTACIÓN**

	3		4		5	
Molde N°	3		4		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10940	11025	12125	12229	11941	12045
Peso de molde (g)	7230	7230	6204	6204	8234	8234
Peso del suelo húmedo (g)	3710	3796	3922	4025	3707	3812
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2118	2092	2128	2092	2133
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.773	1.815	1.876	1.924	1.772	1.822
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	643.9	3796.4	771.3	4025.4	689.2	3812.0
Peso suelo seco + tara (g)	603.5	3477.0	652.4	3317.6	583.7	3139.4
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	40.43	319.4	118.91	707.8	105.52	672.6
Peso de suelo seco (g)	603.5	3477.0	652.4	3317.6	583.7	3139.4
Contenido de humedad (%)	6.70	9.19	18.23	21.33	18.08	21.42
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.662	1.642	1.588	1.559	1.590	1.472

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2018	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
16/05/2018	14:01	24	29.000	0.737	0.8	38.000	0.965	0.8	57.000	1.448	1.3
17/05/2018	14:41	48	38.000	0.965	0.8	64.000	1.626	1.4	81.000	2.057	1.8
18/05/2018	15:21	72	84.000	1.397	1.2	115.000	1.956	1.7	146.000	2.261	2.0
19/05/2018	16:01	96	105.000	1.702	1.5	149.000	2.159	1.9	205.000	3.150	2.7

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.835		7	31.1			5	24.0			3	15.0		
1.270		16	71.1			12	54.7			8	34.2		
1.905		26	115.6			20	88.9			13	55.6		
2.540	70.310	37	164.5	155.6	11.2	28	126.5	119.7	8.6	18	79.1	74.8	5.4
3.810		52	231.2			40	177.8			25	111.1		
5.080	105.68	73	324.7	322.9	16.5	56	249.7	248.2	11.9	35	158.0	155.1	7.4
7.620		104	462.9			80	355.9			50	222.3		
10.160		120	534.2			92	410.8			58	256.6		
12.700													


 Ing. Moisés Vera Lera  
 05/11/1973 - 01/05/2018

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-2 M-3

**PROF. (m)** : 0 05-1.50

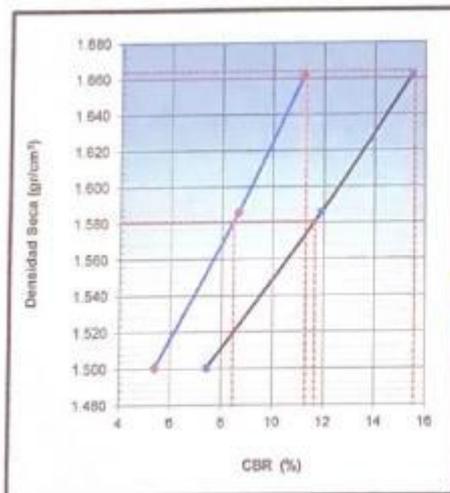
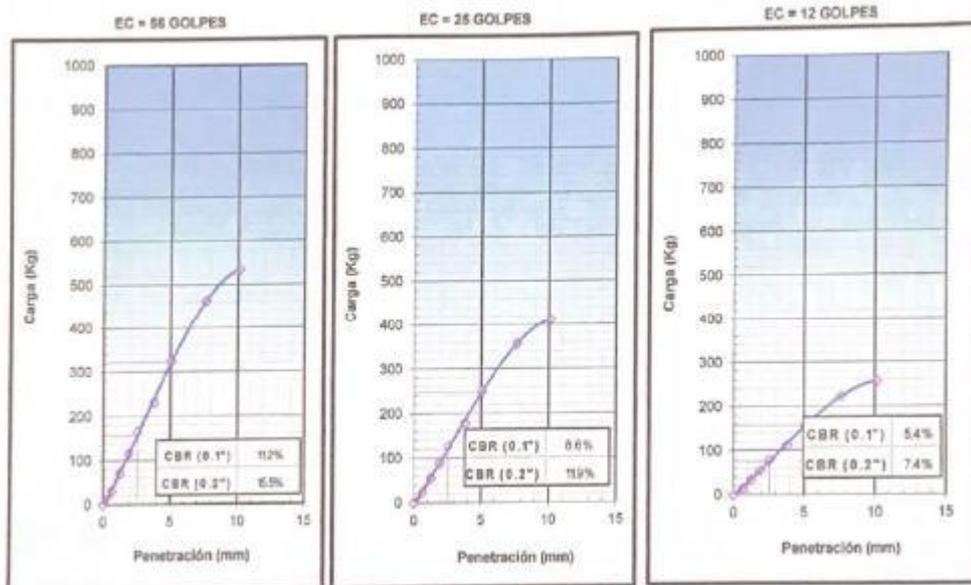
**PROGRESIVA**: KM. 02+320

**REALIZADO POR**: M.C.Q

**APROBADO POR**: Y.E.M

**FECHA**: Abr-22

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**METODO DE COMPACTACION** : A  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.664  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 18.2  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.581

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 11.3	0.2": 15.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 8.5	0.2": 11.7

**RESULTADOS:**

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	0.1" =	11.3 (%)
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	0.1" =	8.5 (%)

**Caracterización del Suelo**

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-4(4)

*[Signature]*  
 Ing. Moisés Alvaro Leiva  
 P. N° 3570 C. O. N° 5133

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
MTC E-116

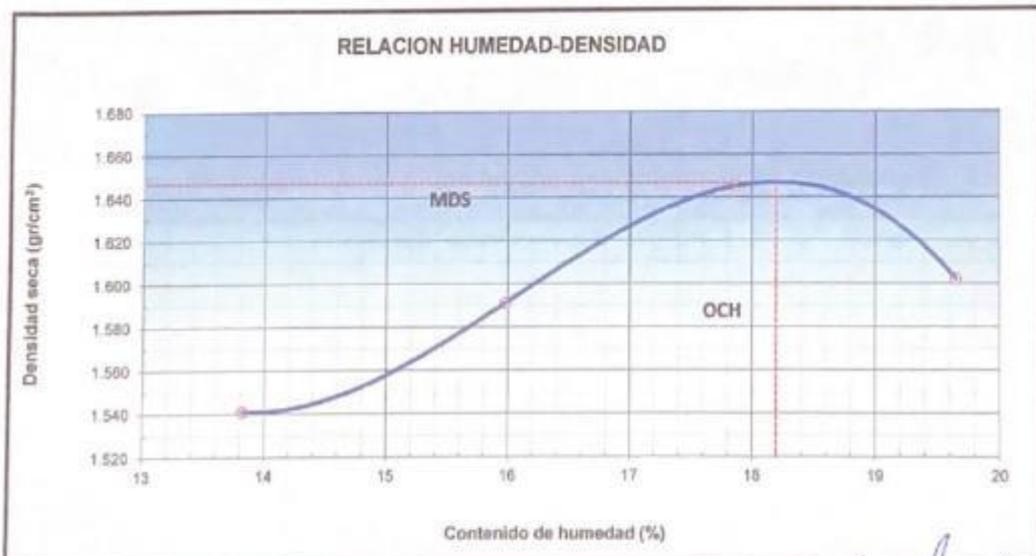
PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash  
SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero  
LADO : DERECHO  
IDENTIFICACION : C-2 M-1  
PROF. (m) : 0.05-1.50

PROGRESIVA: KM. 02+320  
REALIZADO POR: M.C.O.  
APROBADO POR: Y.E.M.  
FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	N°	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5850	5737	5828	5805	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1677	1764	1853	1832	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.754	1.845	1.939	1.917	
Recipiente N°		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	814.0	793.5	750.9	795.8	
Peso del suelo seco + tara	gr	715.1	684.1	637.1	665.1	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	98.8	109.3	113.8	130.7	
Peso del suelo seco	gr	715.1	684.1	637.1	665.1	
Contenido de agua	%	13.82	15.98	17.86	19.85	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.541	1.591	1.645	1.602	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.647
					Humedad óptima (%)	18.2



Observaciones:

*Yauco*  
Ing. Moisés Alvaro Luján  
P. N° 00000 D.P. 00000

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**

MTC E 132

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash

SOLICITANTE : Félix Alejandro Vera Agüero

LADO : DERECHO

IDENTIFICACION : C-2 M-1

PROF. (m) : 0.05-1.50

PROGRESIVA: KM. 02+320  
REALIZADO POR: M.C.G.  
APROBADO POR: Y.E.M.  
FECHA: May-18

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	3		4		5	
	5	5	5	5	5	5
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10902	10988	12088	12190	11904	12009
Peso de molde (g)	7230	7230	8204	8204	8234	8234
Peso del suelo húmedo (g)	3672	3758	3884	3986	3670	3775
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2118	2092	2125	2092	2135
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.756	1.796	1.856	1.905	1.764	1.804
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	490.1	3758.1	601.0	3986.4	519.1	3775.1
Peso suelo seco + tara (g)	459.3	3441.4	508.2	3263.8	439.5	3107.3
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	30.77	316.7	92.83	702.6	79.62	667.7
Peso de suelo seco (g)	459.3	3441.4	508.2	3263.8	439.5	3107.3
Contenido de humedad (%)	6.70	9.20	18.27	21.40	18.12	21.49
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.645	1.625	1.570	1.645	1.485	1.456

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2018	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
16/05/2018	14:01	24	26.000	0.680	0.6	37.000	0.940	0.8	56.000	1.422	1.2
17/05/2018	14:41	48	40.000	1.016	0.9	63.000	1.600	1.4	82.000	2.083	1.8
18/05/2018	15:21	72	82.000	1.422	1.2	109.000	1.829	1.6	146.000	2.337	2.0
19/05/2018	16:01	96	101.000	1.549	1.3	148.000	2.159	1.9	200.000	2.997	2.6

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		5	22.3			4	17.1			2	10.7		
1.270		10	44.5			8	34.2			5	21.4		
1.905		14	62.2			11	47.9			7	30.0		
2.540	70.310	21	93.4	102.0	7.4	16	71.8	78.5	5.7	10	44.9	49.0	3.6
3.810		40	177.8			31	136.8			19	85.5		
5.080	105.68	57	253.5	243.1	11.7	44	195.0	186.9	9.0	27	121.8	116.8	5.6
7.620		82	364.8			63	280.5			39	175.3		
10.160		101	449.5			78	345.6			49	215.9		
12.700													

*Muñoz*  
Ing. Moisés Alfaro Leiva  
CIP. N° 89966 CN° 6996

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-2 M-1

**PROF. (m)** : : 0.05-1.50

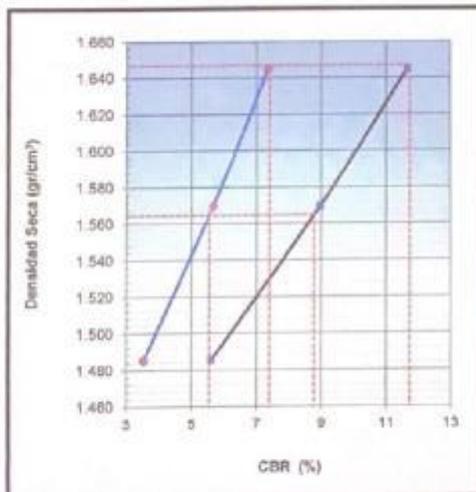
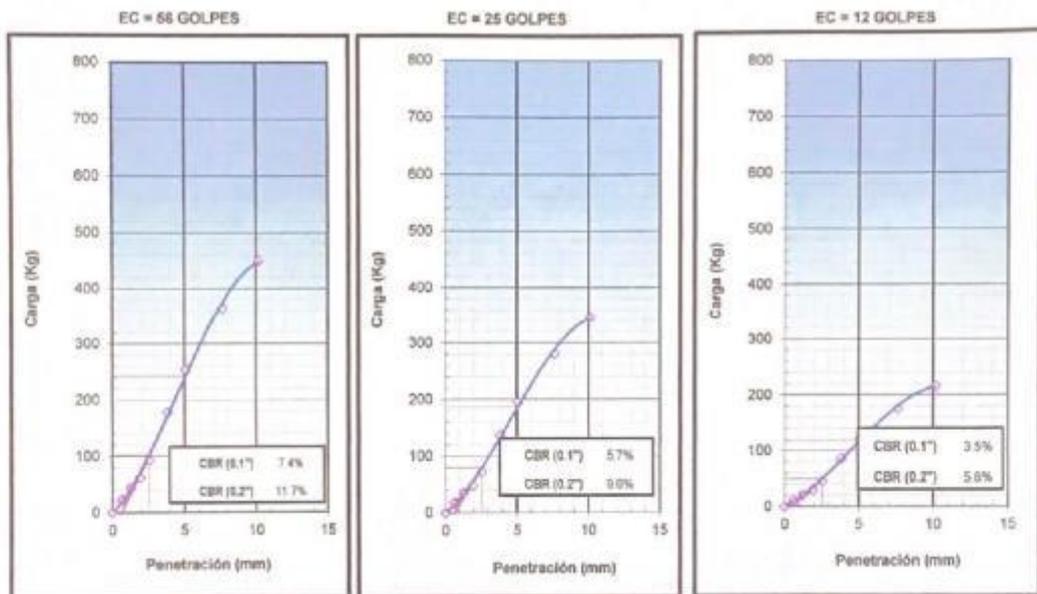
**PROGRESIVA**: KM. 02+320

**REALIZADO POR**: M.C.Q.

**APROBADO POR**: Y.E.M

**FECHA**: Abr-22

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**METODO DE COMPACTACION** : A

**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.647

**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 16.2

**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.565

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 7.4	0.2": 11.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 5.5	0.2": 8.8

**RESULTADOS:**

<b>C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)</b>	0.1" =	<b>7.4 (%)</b>
<b>C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)</b>	0.1" =	<b>5.5 (%)</b>

**Caracterización del Suelo**

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-5(6)

*[Signature]*  
Ing. Moisés Vitaro Leiva  
D.P. N° 89666 CN° 5998

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
**MTC E-116**

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

SOLICITANTE : Felix Alejandro Vera Agüero

PROGRESIVA: KM. 02+950

LADO : DERECHO

REALIZADO POR: M.C.O.

IDENTIFICACION : C-3 M-4

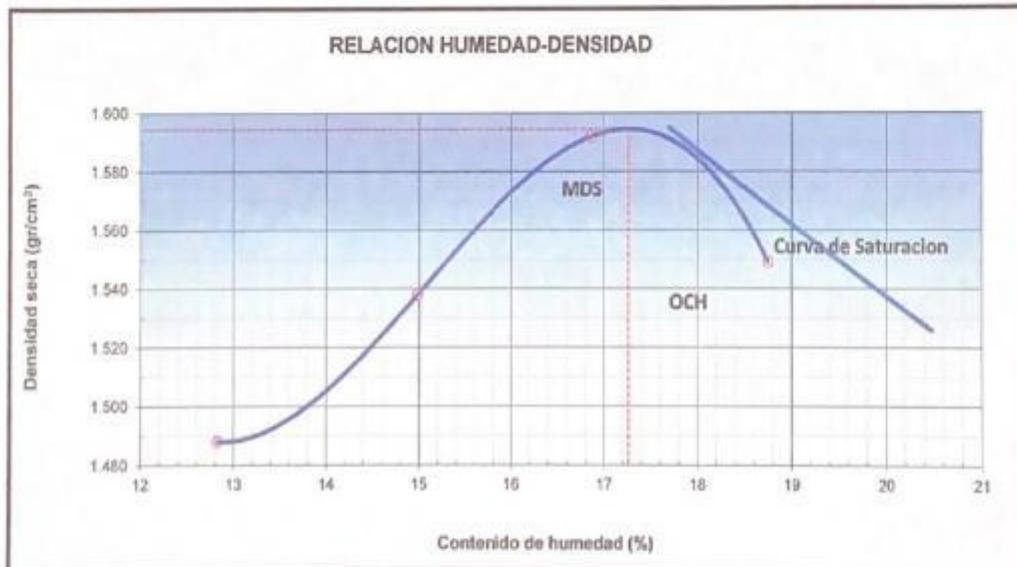
APROBADO POR: Y.E.M

PROF. (m) : 0.05-1.50

FECHA: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	Nº	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5578	5664	5752	5732	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1605	1691	1779	1759	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.679	1.768	1.860	1.839	
Recipiente N°		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	619.0	638.4	596.4	580.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	548.6	555.2	510.3	488.4	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	70.4	83.2	86.1	91.6	
Peso del suelo seco	gr	548.6	555.2	510.3	488.4	
Contenido de agua	%	12.82	14.98	16.88	18.75	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.488	1.538	1.592	1.549	
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>						1.594
<i>Humedad óptima (%)</i>						17.3



Observaciones:

Ing. Moisés Alvaro Leliva  
 P. M. A. S. C. I. E. S.

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**SOLICITANTE** : Félix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-3 M-4

**PROF. (m)** : 0.05-1.50

**PROGRESIVA**: KM. 02+950  
**REALIZADO POR**: M.C.Q.  
**APROBADO POR**: Y.E.M  
**FECHA**: May-18

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	16		17		18	
	5		5		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11089	11177	9964	10049	10312	10403
Peso de molde (g)	7077	7077	6300	6300	6795	6795
Peso del suelo húmedo (g)	4012	4100	3664	3749	3516	3607
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2149	2170	2055	2083	2087	2126
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.867	1.908	1.783	1.824	1.685	1.755
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	703.7	4100.0	761.5	3749.2	680.0	3607.2
Peso suelo seco + tara (g)	600.1	3421.7	649.0	3123.2	580.3	3000.9
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	103.60	578.3	112.49	626.0	99.71	506.4
Peso de suelo seco (g)	600.1	3421.7	649.0	3123.2	580.3	3000.9
Contenido de humedad (%)	17.26	19.82	17.33	20.04	17.18	20.21
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.592	1.577	1.520	1.499	1.438	1.411

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/05/2019	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
2/05/2019	14:01	24	10.000	0.254	0.2	20.000	0.508	0.4	30.000	0.955	0.8
3/05/2019	14:41	48	40.000	1.016	0.9	40.000	1.219	1.1	70.000	1.778	1.5
4/05/2019	15:21	72	55.000	1.143	1.0	82.000	1.575	1.4	124.000	2.154	1.9
5/05/2019	16:01	96	95.000	1.397	1.2	115.000	1.702	1.5	165.000	2.413	2.1

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		6	26.7			5	22.3			3	13.4		
1.270		11	48.9			9	40.0			6	26.7		
1.905		21	93.4			17	75.6			12	53.4		
2.540	70.310	30	133.4	129.9	7.4	24	106.7	104.4	6.3	17	75.6	72.4	5.2
3.810		44	195.6			35	155.6			24	106.7		
5.080	105.68	61	271.3	258.7	12.4	49	217.9	206.4	9.9	34	151.2	143.4	6.9
7.620		78	347.0			62	275.7			43	191.2		
10.160		91	404.9			73	324.7			50	222.3		
12.700													

*Moisés Alfaro*  
Ing. Moisés Alfaro Leiva  
C.P. N° 69966 CN° 8996

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-3 M-4

**PROF. (m)** : 0.05-1.50

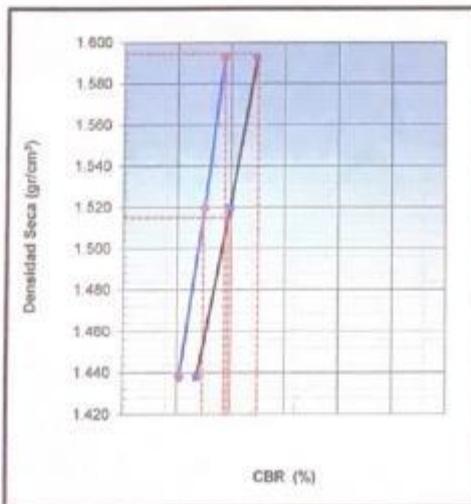
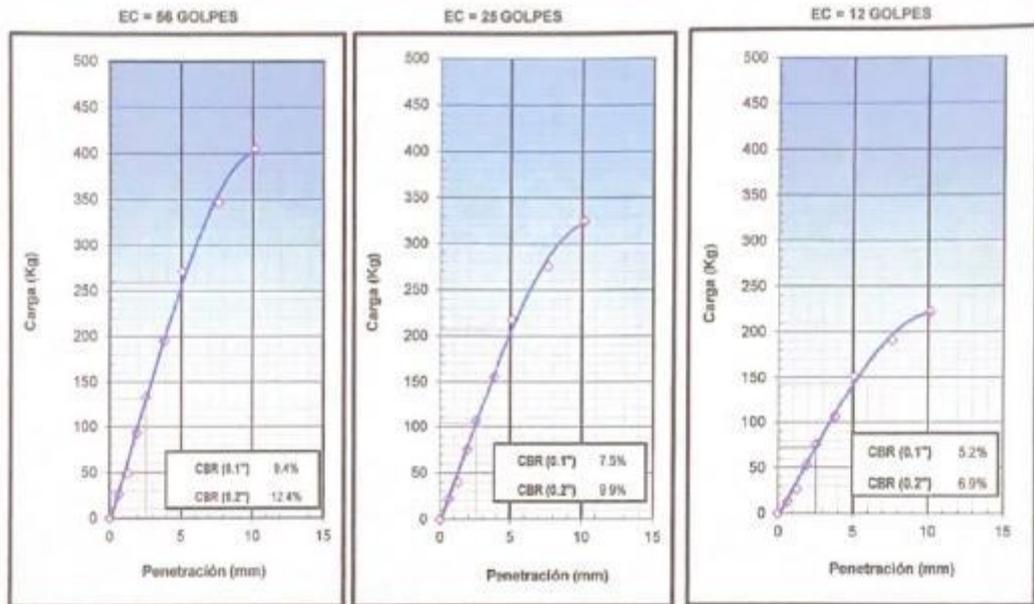
**PROGRESIVA** : KM. 02+950

**REALIZADO POR** : M.C.Q.

**APROBADO POR** : Y.E.M

**FECHA** : Abr-22

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



METODO DE COMPACTACION : A  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.594  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 17.3  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.515

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	7.4	0.2":	12.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	6.3	0.2":	9.7

**RESULTADOS:**

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	0.1" =	7.4 (%)
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	0.1" =	6.3 (%)

**OBSERVACIONES:**

*Y. E. M.*  
 Ing. Moisés Alvaro Leiva  
 N° 59905 CM-4996

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**  
MTC E-116

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash

**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero

**LADO** : DERECHO

**IDENTIFICACION** : C-3 M-2

**PROF. (m)** : 0.05-1.50

**PROGRESIVA**: KM. 02+950

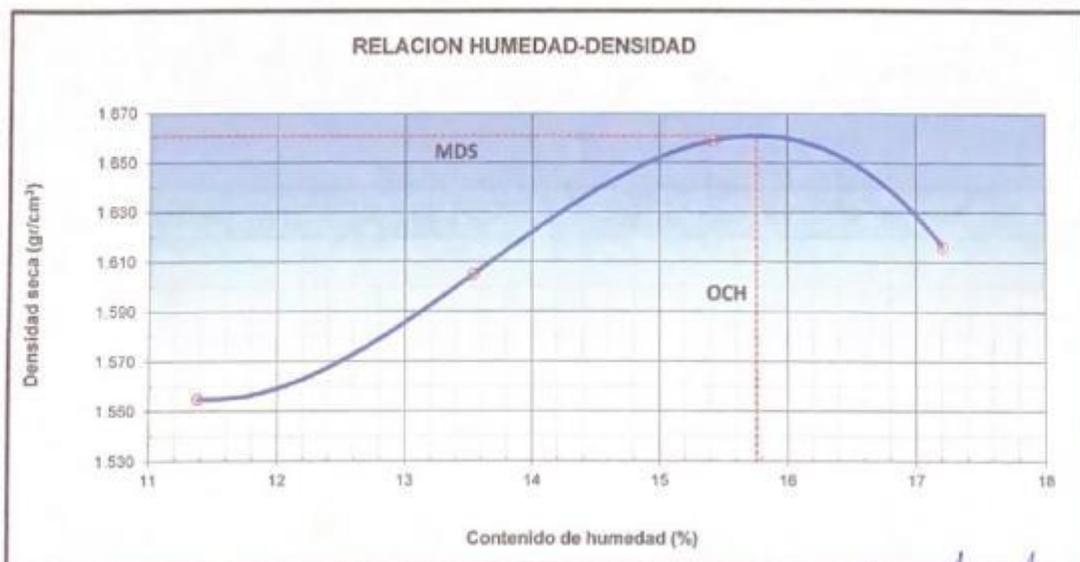
**REALIZADO POR**: M.C.Q

**APROBADO POR**: Y.E.M

**FECHA**: Abr-22

**MÉTODO A**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	Nº	1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5629	5715	5804	5784	
Peso molde	gr	3973	3973	3973	3973	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1656	1742	1831	1811	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	956	956	956	956	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.732	1.822	1.915	1.894	
Recipiente Nº		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	629.4	606.4	562.2	603.8	
Peso del suelo seco + tara	gr	565.1	534.1	487.1	515.1	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	64.3	72.3	75.1	88.7	
Peso del suelo seco	gr	565.1	534.1	487.1	515.1	
Contenido de agua	%	11.38	13.54	15.42	17.21	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.555	1.605	1.659	1.618	
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>						1.661
<i>Humedad óptima (%)</i>						15.8



**Observaciones:**

Ing. Moisés Alfaro Leiva  
 CIP. 105065 CH 0196

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**

MTC E 132

**PROYECTO** : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022  
**UBICACIÓN** : Departamento de Ancash  
**SOLICITANTE** : Felix Alejandro Vera Agüero  
**LADO** : DERECHO  
**IDENTIFICACION** : C-3 M-2  
**PROF. (m)** : 0.05-1.50

**PROGRESIVA:** KM. 02+950  
**REALIZADO POR:** M.C.Q.  
**APROBADO POR:** Y.E.M.  
**FECHA:** May-18

**COMPACTACIÓN**

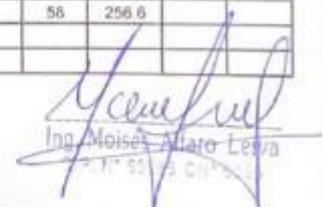
Molde N°	3		4		5	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10933	11020	12040	12142	11859	11963
Peso de molde (g)	7230	7230	8204	8204	8234	8234
Peso del suelo húmedo (g)	3703	3790	3836	3938	3625	3729
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2092	2108	2092	2112	2092	2124
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.770	1.811	1.833	1.882	1.733	1.782
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	620.6	3788.6	730.3	3938.1	649.9	3729.4
Peso suelo seco + tara (g)	581.6	3470.7	630.5	3311.6	561.8	3133.7
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)	38.97	318.9	99.80	626.5	88.08	595.7
Peso de suelo seco (g)	581.6	3470.7	630.5	3311.6	561.8	3133.7
Contenido de humedad (%)	6.70	9.19	15.83	18.92	15.68	19.01
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.659	1.647	1.583	1.568	1.498	1.476

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2018	13:11	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
16/05/2018	14:01	24	17.000	0.432	0.4	27.000	0.686	0.6	36.000	0.914	0.8
17/05/2018	14:41	48	29.000	0.737	0.6	40.000	1.016	0.9	56.000	1.422	1.2
18/05/2018	15:21	72	51.000	0.884	0.7	71.000	1.118	1.0	104.000	1.727	1.5
19/05/2018	16:01	96	68.000	0.991	0.9	101.000	1.549	1.3	135.000	2.007	1.7

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		6	26.7			5	20.6			3	12.9		
1.270		12	53.4			9	41.1			6	25.7		
1.905		24	106.7			18	82.1			12	51.3		
2.540	70.310	35	155.6	147.4	10.6	27	119.7	113.4	8.2	17	74.8	70.9	5.1
3.810		50	222.3			38	171.0			24	106.9		
5.080	105.65	70	311.4	299.6	14.4	54	239.5	230.4	11.1	34	149.6	143.9	6.9
7.620		95	422.8			73	325.1			48	203.1		
10.160		120	534.2			92	410.8			55	256.6		
12.700													


 Ing. Moisés Alvaro Vera  
 17° 50' 30" S, 76° 50' 00" W

**C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)**  
MTC E 132

PROYECTO : Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022

UBICACIÓN : Departamento de Ancash

SOLICITANTE : Félix Alejandro Vera Agüero

LADO : DERECHO

IDENTIFICACION : C-3 M-2

PROF. (m) : 0.05-1.50

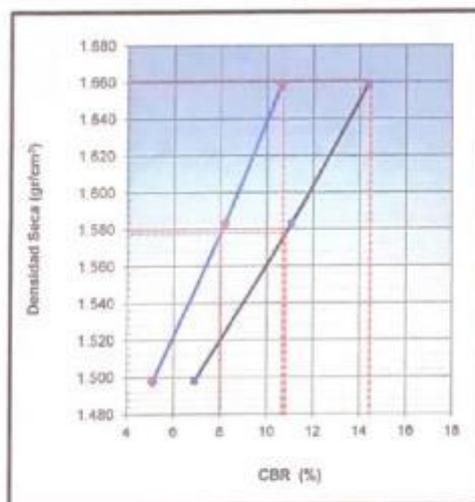
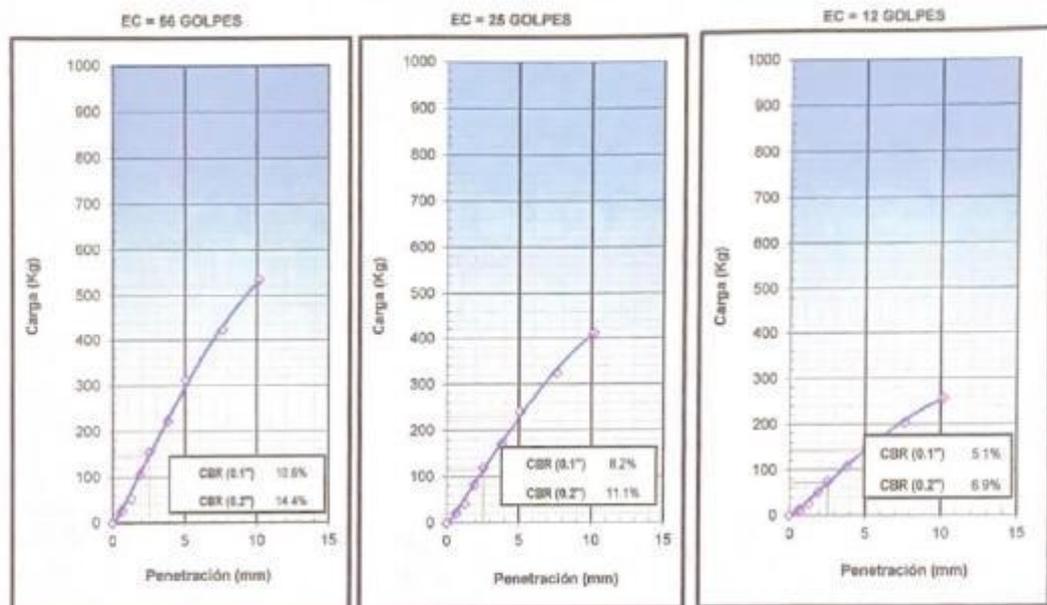
PROGRESIVA: KM. 02+950

REALIZADO POR: M.C.G.

APROBADO POR: Y.E.M.

FECHA: Abr-22

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



METODO DE COMPACTACION : A

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.661

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.8

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.578

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 10.7	0.2": 14.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 8.0	0.2": 10.8

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	0.1" =	10.7 (%)
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	0.1" =	8.0 (%)

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(11)

*[Handwritten Signature]*  
Ing. Moisés Alvaro Leiva  
P. 11 501 211 1

## ANEXO 8. FICHAS VALIDACIÓN DE EXPERTOS

ANEXO : Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Ing. Madrid Saldaña Cesar Yarbo - CIP: 86609

Institución donde labora: Universidad Nacional Federico Villarreal - Universidad Cesar Vallejo.

Especialidad: Ingeniero Civil Especialista Obras Viales.

Instrumento de evaluación: Análisis granulométrico de los agregados, Contenido de humedad, Clasificación de suelos SUCS AASHTO, Límite líquido, Límite plástico, Índice de plasticidad, Densidad máxima seca, Óptimo contenido de humedad, CBR y Análisis de costos unitarios.

Proyecto: "Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022"

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Desecho de concha de mejillón en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legalidad inherente a la variable: Evaluación técnica y económica del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El estudio de investigación es aplicable a la subrasante para mejoramiento con aditivos de cenizas orgánicas.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

Lima 10 de Agosto de 2022

Mg. Cesar Yarbo Madrid Saldaña  
CIP: 86609

**ANEXO : Certificado de validación del instrumento de recolección de datos**

**I. DATOS GENERALES**

**Apellidos y nombres del experto:** MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores – **CIP:** 122950 – **DNI:** 10712728

**Institución donde labora:** Gerente de proyectos – COPROVA SRL / Docente Universitario.

**Especialidad:** Construcción.

**Instrumento de evaluación:** Análisis granulométrico de los agregados, Contenido de humedad, Clasificación de suelos SUCS AASHTO, Límite líquido, Límite plástico, Índice de plasticidad, Densidad máxima seca, Óptimo contenido de humedad, CBR y Análisis de costos unitarios.

**Proyecto:** "Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022"

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
<b>CLARIDAD</b>	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					x
<b>OBJETIVIDAD</b>	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Desecho de concha de mejillón en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales					x
<b>ACTUALIDAD</b>	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legalidad inherente a la variable: Evaluación técnica y económica del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$					x
<b>ORGANIZACIÓN</b>	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					x
<b>SUFICIENCIA</b>	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					x
<b>INTENCIONALIDAD</b>	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					x
<b>CONSISTENCIA</b>	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					x
<b>COHERENCIA</b>	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables					x
<b>METODOLOGÍA</b>	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
<b>PERTINENCIA</b>	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

50

Lima 06 de agosto de 2022



Sello y firma

ANEXO : Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO

Institución donde labora: UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL-UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Especialidad: INGENIERO CIVIL MAESTRO EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCION CIP 47898

**HABILITADO**

Instrumento de evaluación: Análisis granulométrico de los agregados, Contenido de humedad, Clasificación de suelos SUCS AASHTO, Límite líquido, Límite plástico, Índice de plasticidad, Densidad máxima seca, Óptimo contenido de humedad, CBR y Análisis de costos unitarios.

Proyecto: "Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022"

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Desecho de concha de mejillón en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legalidad inherente a la variable: Evaluación técnica y económica del concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>48</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

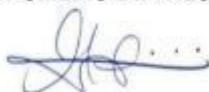
**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

ES APLICABLE LA ADICIÓN DE CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CASCARA DE MAIZ PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEJORANDO LA CAPACIDAD PORTANTE.

PROMEDIO DE VALORACION

48

Lima 8 de AGOSTO de 2022



GUSTAVO AYBAR ARRIOLA- CEL 995220086 -[GAYBARA@UCVVIRTUAL.EDU.PE](mailto:GAYBARA@UCVVIRTUAL.EDU.PE)

MS.ING.CIP47898 SEDE UCV-CALLAO DOMICILIO: GRAL CORDOVA 1185 MIRAFLORES.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, QUESADA LLANTO JULIO CHRISTIAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación técnica, económica con aditivo cenizas de paja de trigo y ceniza de caña de maíz para mejoramiento de subrasante Ancash-2022", cuyo autor es VERA AGUERO FELIX ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 31 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
QUESADA LLANTO JULIO CHRISTIAN <b>DNI:</b> 42831273 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4366-4926	Firmado electrónicamente por: JQUESADA el 03-08- 2022 23:49:41

Código documento Trilce: TRI - 0383227