



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Mejoramiento del material de afirmado usando cenizas de tallos de habas y arvejas en Paucartambo – Paucartambo - Cusco”

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Chalco Aucapure, Yeysi Flora (ORCID: 0000-0002-7125-2630)

Tecsi Ninaya, Waldy (ORCID: 0000-0002-5805-1113)

**ASESOR:**

Mg. Andia Arias, Janet Yéssica (ORCID: 0000-0002-6084-0672)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**CUSCO – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Primeramente, la tesis se la dedico a mi pequeña hija Dayana Shiari Tecsi Chalco por ser mi inspiración y motivo de seguir adelante, de igual manera, a mi esposo, a mi padres y abuelos (Rosa y Federico) por todo el esfuerzo que hicieron para encontrarme en esta última etapa de mi carrera profesional.

### **“Chalco Aucapure, Yeysi Flora”**

Esta investigación está dedicada esencialmente a mi madre y hermana, quienes me brindaron todo su apoyo incondicional y su inquebrantable motivación para seguir mi carrera, a quien les debo todo. Por otro lado, a mi esposa, quien siempre me ha apoyado. Finalmente, a los maravillosos amigos y colegas que participaron en este proceso.

### **“Tecsi Ninaya, Waldy”**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, damos gracias a Dios por guiarnos, darnos fuerzas para seguir adelante y lograr todo lo que nos hemos trazado, porque el camino no es fácil, pero gracias a todo, se ha elegido el camino correcto.

A nuestros padres, hermanos, seres queridos que nos han apoyado a lo largo de este camino para hacer posible este sueño de terminar la carrera de ingeniería civil.

A todo el personal docente que a lo largo de este período formativo nos compartió su comprensión de los temas que se tomaron para que fuéramos buenos profesionales, a nuestra asesora Mg. Ing. Andia Arias Janet Yessica, gracias por transmitirnos sus conocimientos y consejos para convertirnos en buenos ingenieros, basados en la ética del trabajo.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	22
3.2. Variables y operacionalización .....	23
3.3. Población, muestra y muestreo .....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	25
3.5. Procedimientos .....	26
3.6. Método de análisis de datos .....	31
3.7. Aspectos éticos .....	32
IV. RESULTADOS .....	33
V. DISCUSIÓN .....	152
VI. CONCLUSIONES .....	156
VII. RECOMENDACIONES .....	157
REFERENCIAS .....	158
ANEXOS .....	169

## Índice de tablas

Tabla 1 Requisitos de calidad del afirmado .....	17
Tabla 2. Población del estudio .....	24
Tabla 3 Peso de las muestras usadas en los ensayos .....	27
Tabla 4 Resumen de análisis granulométrico, clasificación SUSCS y AASHTO en muestra patrón.....	33
Tabla 5 Resumen de análisis granulométrico, clasificación SUSCS y AASHTO adicionando ceniza de tallo de haba.....	34
Tabla 6 Resumen de análisis granulométrico, clasificación SUSCS y AASHTO adicionando ceniza de tallo de arveja .....	34
Tabla 7 Resumen de análisis granulométrico, clasificación SUSCS y AASHTO adicionando ceniza de tallo de haba y arveja .....	35
Tabla 8 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de haba .....	36
Tabla 9 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de arveja .....	37
Tabla 10 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de haba y arveja .....	38
Tabla 11 Proctor modificado con ceniza de tallo de haba.....	40
Tabla 12 Proctor modificado con ceniza de tallo de arveja .....	41
Tabla 13 Proctor modificado con ceniza de tallo de haba y arveja .....	43
Tabla 14 CBR al 100% del peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba	44
Tabla 15 CBR al 100% del peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de arveja	45
Tabla 16 CBR al 100% del peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba y arveja .....	46
Tabla 17 Desgaste de abrasión de Los Ángeles en muestra patrón.....	47

## Índice de figuras

Figura 1 Gráfica de humedad Vs densidad seca para Proctor.....	19
Figura 2 Ensayo Proctor Modificado. ....	20
Figura 3 Ensayo CBR. ....	20
Figura 4 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de haba .....	37
Figura 5 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de arveja .....	38
Figura 6 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de haba y arveja.....	39
Figura 7 Peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba .....	40
Figura 8 Óptimo contenido de humedad con ceniza de tallo de haba .....	41
Figura 9 Peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de arveja.....	42
Figura 10 Óptimo contenido de humedad con ceniza de tallo de arveja.....	42
Figura 11 Peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba y arveja ...	43
Figura 12 Óptimo contenido de humedad con ceniza de tallo de haba y arveja 44	
Figura 13 CBR al 100% de peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba 45	
Figura 14 CBR al 100% de peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de arveja46	
Figura 15 CBR al 100% del peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba y arveja .....	47
Figura 16 Desgaste de abrasión de Los Ángeles en muestra patrón .....	48

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento del material de afirmado en Paucartambo- Paucartambo- Cusco, haciendo uso de una metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño experimental para la población constituida por el material de afirmado de la cantera Callipata de la cual se extrajeron 12 muestras, las cuales fueron determinadas bajo muestreo no probabilístico. El procedimiento consistió en ensayar dicho material de cantera adicionándole cenizas en porcentajes de 0%, 2%, 4% y 6%, cuyos resultados indicaron que a mayor cantidad de ceniza los valores de LL se incrementaban, y solo con mejora aceptable del IP con la adición de 6% de ceniza; porcentaje de ceniza de tallo tanto de haba como de arveja adicionados separadamente como combinadamente que además propició una ligera disminución del peso unitario seco máximo, pero un gran incremento del valor de CBR llegando a valores de 72.3%, 71.9% y 88.3%, respectivamente, muy superiores al 57.2% de la muestra patrón.

Se pudo así concluir que la adición de ceniza de tallos de haba y arveja tuvo una gran influencia para el mejoramiento del material de afirmado de la cantera Callipata.

Palabras clave: abrasión, índice de plasticidad, peso unitario seco máximo

## **Abstract**

The objective of this research was to determine the influence of the ashes of bean and pea stems in the improvement of the affirmed material in Paucartambo-Paucartambo-Cusco, making use of an applied methodology, quantitative approach, explanatory level and experimental design for the population constituted by the affirmed material of the Callipata quarry from which 12 samples were extracted, which were determined under non-probabilistic sampling. The procedure consisted of testing said quarry material by adding ash in percentages of 0%, 2%, 4% and 6%, the results of which indicated that the greater the amount of ash, the LL values increased, and only with an acceptable improvement of the IP with the addition of 6% ash; percentage of stem ash from both broad bean and pea, added separately or in combination, which also led to a slight decrease in the maximum dry unit weight, but a large increase in the CBR value, reaching values of 72.3%, 71.9% and 88.3%, respectively, much higher than the 57.2% of the standard sample.

It was thus possible to conclude that the addition of ash from bean and pea stems had a great influence on the improvement of the firming material of the Callipata quarry.

Keywords: abrasion, plasticity index, maximum dry unit weight



## I. INTRODUCCIÓN

El incremento de las fallas en el pavimento de las vías en Nigeria tan solo a pocos meses de ser construidas, según Akindeji Oladeji O., Awomeso J. A., Taiwo A. M. y Abu S. (2012), propició una preocupación tanto en los protagonistas estatales como privados vinculados a la gestión de las vías, buscando las causas de aquellas fallas y a su vez encontrar soluciones consistentes. Según Krayushkina Kateryna y Oliynyk Olena (2020) recién cuando EE.UU., Japón y Alemania se percataron de la importancia de establecer el desarrollo de la red de carreteras como una de las principales las políticas económicas, pudieron obtener como resultado de manera directa una infraestructura de transporte desarrollada e indirectamente una estimulación en cuanto su crecimiento económico. El ingeniero Joachim Kemp, señaló que uno de los tantos desafíos que tiene la construcción de carreteras a nivel internacional es el déficit y las condiciones de la infraestructura vial, debido a que en el mundo, esta infraestructura vial se encuentra en un avanzado estado de deterioro; destacando aún más que es muy común que en Latinoamérica se gaste dinero en *“reponer grandes toneladas de material granular que se pierden en las columnas de polvo de las vías no pavimentadas”* (Wlazlo Analía, Laboret Magalí y Quiroga Laura; 2010). Para Krayushkina Kateryna y Oliynyk Olena (2020), al ser el suelo utilizado como material para mejorar las capas de un pavimento, así como la misma subrasante, es de vital importancia impulsar el avance técnico de la construcción de las vías y de tecnologías que mejoren las propiedades físicomecánicas del material de suelo, dado que como menciona Rivera Jhonathan F., Aguirre Guerrero Ana, Mejía de Gutiérrez Ruby y Orobio Armando (2020) en muchos proyectos el suelos natural no cumple con lo que el proyecto pide para los requisitos de diseño por lo que se hace necesario modificar, estabilizar o sustituir para estar dentro de los parámetros del proyecto, por lo que es obligación del diseñador saber elegir el tipo de estabilización que más le convenga al material para hacerlo así apto para la construcción de las capas de la vía, Alarcón J., Jiménez M. y Benítez R. (2020). Es por ello que en las últimas décadas, el ser humano ha venido desarrollando diversos métodos a través de adiciones de materiales como refuerzo y así mejorar la resistencia a las cargas de los suelos, reducir los asentamientos, es decir incrementar su vulnerabilidad. Según Vettorelo Paula y Clariá Juan (2014), desde la década del 90 va adquiriendo mayor

importancia una técnica antigua de refuerzo de suelos, que es a través de la adición de productos de origen natural como las fibras y cenizas; productos que muchas veces al no ser reutilizados terminan siendo desperdicio y tal como mencionó Arenas C., Ríos J. D., Cifuentes H., Peceño B. y Leiva C. (2021), estos son un problema más que ambiental, teniendo carácter social y económico, lo que implica una unión de esfuerzos para reducirlos, prevenirlos y/o reutilizarlos; por lo que en los últimos años el interés en la ingeniería de pavimentos por el uso cada vez menos de recursos naturales no renovables ha cobrado importancia, dándole espacio a los biomateriales, Jiménez del Barco Carrión A. et al. (2017). Es así que, artículos científicos como la de Kumar Yadav Anjani, Gaurav Kumar, Kishor Roop y Suman S.K. (2017) para estabilizar suelos de aluviales de subrasante utilizando ceniza de cascarilla de arroz, ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de estiércol de vaca, y la investigación de Satriawan Andriani, Yuliet Rina y Permana Dwiki (2021) para mejorar la resistencia portante del suelo de subrasante de una carretera usando carbón vegetal de cascara de coco, vienen tomando importancia últimamente.

Según el Reporte de Competitividad Global (2019) del Foro Económico Mundial, el Perú ocupó el puesto 110 respecto al indicador de calidad de infraestructura en carreteras de los 141 países evaluados. Esta posición en el ranking no es debido a que el 84% de la Red Vial existente en el país se encuentre en un situación de no pavimentada (Oficina de Estadística del MTC, 2019), sino por el estado de deterioro de en qué se encuentra la infraestructura de vías no pavimentadas, que responde básicamente a un mal manejo del mantenimiento y conservación de estas vías por parte de las autoridades a cargo; pero mucho más aun por la falta de criterio técnico al momento de construir estas vías no pavimentadas, debido al uso de materiales que no cumplen con las especificaciones mínimas y que fueron usados por una mala gestión de los ensayos que eran necesarios; por lo que ello no permite una correcta integración vial entre los diferentes territorios del país, generando así que las diversas actividades productivas no llegue a todos los rincones y por ende también el desarrollo económico, tal como lo menciona Noriega Armas Yeimi Viviana, Vives Arroyo Junior Arturo y Muñoz Pérez Sócrates Pedro (2022). Investigadores anteriores han evidenciado también esta situación, es por ello que

en los últimos años el uso de fibras o cenizas de diversos vegetales como aditivos para mejorar la capacidad de resistencia de los materiales en vías de afirmado en su mayoría, han venido en aumento, tales como los artículos científicos de Hidalgo F., Saavedra, J., Fernández C. y Duran G. (2020) para estabilizar el suelo utilizado como subrasante, a través de la adición de ceniza de cascarilla de arroz (RHA) y ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA) y de Guerra Kehila y Mosqueira Miguel (2020) para determinar la resistencia portante de tres suelos de granulometría arcillosa al incorporar fibra de pseudotallo de plátano.

La región de Cusco según la Oficina de Estadística del MTC a julio de 2019, la Red Vial Nacional, Red Vial Departamental y Red Vial Vecinal contaba con 329.1 km, 2217.4 km y 3573.3 km de vías en afirmado, respectivamente, convirtiéndose en la primera región de la Red Vial Departamental y la segunda región de la Red Vial Vecinal con mayor kilometraje de vías en afirmado, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020). Este gran kilometraje de vías en condición de afirmado y que en su mayoría están en condición deplorable por las pésimas condiciones de su infraestructura, hace necesario que la comunidad científica local empiece a voltear la vista a esta situación problemática para buscar una mejora de esta problemática desde un horizonte más técnico. Investigadores han hecho uso de su conocimiento para hacer uso de diversos estabilizantes para la mejora de este material de afirmado, pero en su mayoría estabilizantes de origen químico. Por lo tanto falta hacer uso de materiales de un origen natural y que sean materiales que generalmente se desechen, para que al usarlo se contribuya al medio ambiente reduciendo estos desperdicios, más aun que a pocos minutos de la Provincia de Paucartambo, se encuentra el Centro de Transferencia de Tecnología Agrícola Illichua, que cultiva diversos productos agrícolas como papas, habas, cebada y trigo buscando la mejora de la calidad de estos productos, para incrementar así los niveles de producción, Hualla Denis (2013),e indirectamente también así incrementada la cantidad de desperdicios. Esto motiva sin duda a buscar una mejor economía al proyecto tal como lo están haciendo en otras regiones del país, pero construyendo vías de calidad en seguridad y confort, usando productos más de origen natural y contribuyendo al medio ambiente.

A través de los años el afirmado se ha intentado encontrar un aditivo que mejore sus propiedades física-mecánicas; Orobio Armando, Portocarrero Luz Mery y Serna Liliana (2007), iniciaron con una investigación donde usaron cloruro de calcio como agente mitigador, posteriormente se usaron más aditivos como emulsión asfáltica, cloruro de magnesio, oxido de calcio, etc. La investigación del afirmado fue teniendo mayor interés de los investigadores llegando así al año 2020 en donde se realizaron más investigaciones de esta índole, se adicionaron materiales más caseros y fáciles de obtener en la población como por ejemplo: jugo de caña de azúcar, cascara de papa, etc. Hoy en día se sigue esa tendencia buscando mejorar los materiales de afirmado y se sigue utilizando aditivos fáciles de obtener o que son desechados por la población.

Esta investigación tuvo como propósito, al igual que investigaciones anteriores de otros autores, mejorar las propiedades físico-mecánicas de los materiales de suelos utilizados en las vías, en especial de las de afirmado, a través de la adición ya sea de cenizas y/o fibras de materiales de origen natural; y que para esta investigación fueron ceniza de tallos de habas y arveja. Por lo que al obtener los resultados esperados, se consiguió una alternativa para no seguir con el problema de tener vías en afirmado deterioradas que no permiten un tránsito seguro y con confort para el usuario.

En la actualidad el material de afirmado no ha logrado satisfacer los requerimientos de su uso, tanto en trochas carrozables o como base y subbase en las carreteras afirmadas, las vías de nuestro país sufren un deterioro temprano y el hecho de que aún no se tiene un material óptimo ha permitido seguir experimentando con esta, la misión de todas estas investigaciones han surgido en el tiempo y han tenido logros en otros materiales como el suelo y el concreto, el afirmado no ha logrado encontrar un agregado viable que genere una nueva tendencia por lo que sigue siendo un problema sin resolver. Por otro lado los desechos que brinda las plantas de habas y arvejas hace que los pobladores no le den más usos además de que sirva de abono o comida para animales, cegando por completo los multiusos que podría tener transformada en ceniza como lo tiene la ceniza de madera, pudiendo llegar así a un uso comercial más.

Se formuló los siguientes problemas, PG: ¿Cómo influye la ceniza de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento del material de afirmado en Paucartambo, Cusco? Y como problemas específicos, PE1: ¿De qué manera las cenizas de tallos de habas y arvejas influye en el mejoramiento de las propiedades físicas del material de afirmado en Paucartambo-Paucartambo-Cusco?, PE2: ¿Cuál es la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del material de afirmado en Paucartambo- Paucartambo-Cusco?

La justificación teórica permitió conocer si la ceniza de habas y arveja brindan un aporte a las propiedades físico-mecánicas al material de afirmado, promoviendo así más investigaciones de la misma índole además de descubrir un nuevo uso para los desechos de los tallos de habas y arveja. La justificación social recae en los posteriores proyectos en el que se use material de afirmado, el descubrimiento de la influencia que tuvo la ceniza de tallos de habas y arvejas en las propiedades del material de afirmado recae directamente en un mejor criterio y sobretodo el beneficio de tener carreteras de una mejorar calidad en cuanto a la resistencia estructural del afirmado y así permitir un tránsito seguro y con confort. La justificación metodología se desarrolló en el uso de un nuevo aditivo para el material de agregado usando un método y diseño mediante la variación porcentual de la ceniza de habas y arveja, cuyos resultados al ser favorables generó una nueva forma de diseño de afirmado para sus diferentes usos.

Se formuló los siguientes objetivos, OG: Determinar la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento del material de afirmado en Paucartambo- Paucartambo- Cusco; Y los siguientes problemas específicos: OE1: Conocer la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades físicas del material de afirmado en Paucartambo - Paucartambo – Cusco, OE2: Determinar la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del material de afirmado en Paucartambo- Paucartambo- Cusco.

Por último se formuló las siguientes hipótesis, HG: La influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento del material de afirmado es un 12% en Paucartambo-Paucartambo-Cusco; Y las siguientes hipótesis específicas, HE1: La influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades físicas del material de afirmado es un 10% en Paucartambo-Paucartambo-Cusco, HE2: La influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del material de afirmado es un 14% en Paucartambo-Paucartambo-Cusco.

## II. MARCO TEÓRICO

En el **ámbito internacional**, se tuvo a Kumar Yadav Anjani et al. (2017), que en su artículo **titulado** “Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads”, fijaron como **objetivo** estabilizar el suelo de subrasante a través del uso de materiales disponibles en la zona de estudio. Se hizo uso de una **metodología** de tipo aplicada, de diseño experimental y de nivel explicativo; asimismo se tuvo como población a los suelos próximos a Patna en Bihar y se usó como instrumentos a las fichas técnicas; lo que les permitió obtener los siguientes **resultados**: Al suelo natural, clasificado como arcilla plástica intermedia se le adiciono en diferentes muestras; ceniza de cascarilla de arroz (RHA), ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA) y ceniza de estiércol de vaca (CDA) cada una en dosificaciones de porcentaje en peso de 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5%, obteniendo. En la adición de RHA, el valor del LL disminuía progresivamente desde un valor de 36.06% hasta un valor de 34.49% y el valor de LP aumente también progresivamente desde un valor de 23.7% hasta 28.33%, ambos mientras los porcentajes en peso de la ceniza aumentaba. En la adición de SCBA, el comportamiento de LL también tendía a la disminución mientras aumentaba la dosificación, pero a partir de la dosificación de 5%, dado que para 2.5% de ceniza se obtuvo un LL mayor de valor 36.61%%; el comportamiento del LP fue irregular entre crecidas y subidas mientras se incrementaba el porcentaje en peso de la ceniza alcanzando un valor máximo de 26.25% para la dosificación de 10%. En la adición de CDA, el comportamiento del LL también fue irregular y con tendencia a mayores valores con un valor de 42.81 para la dosificación de 12.50% de ceniza, a excepción de la dosificación de 2.5% cuyo valor de LL fue 33.79; el comportamiento del LP fue irregular, pero con una tendencia a la crecida presentando su valor máximo para la dosificación de 12.50%. Esto les permitió llegar a la **conclusión** el uso de las diferentes cenizas ayudó a disminuir el valor de IP a la vez que se incrementaba el porcentaje en peso de las cenizas, recalcando que el valor de IP disminuyo de 13 a 24, de 16.8 a 50 y de 13 a 52.4 para los suelos estabilizados con RHA, SCBA y CDA, respectivamente.

Según Satriawan Andriani, et al. (2021) cuyo artículo se **tituló** Utilization of Coconut Shell Charcoal to Improve Bearing Capacity of Clay as Subgrade for Road Pavement, tuvieron como **objetivo** analizar el efecto de agregar carbón de cáscara de coco al valor de CBR y al índice de hinchamiento en suelos arcillosos. Para ello utilizaron una **metodología** de diseño experimental, tipo aplicada y de nivel explicativo; tomando como población a los suelos de Limau Mani en Padang y así mismo como instrumentos las fichas técnicas; obteniendo así los siguientes **resultados**: Para el suelo natural una MDS de 1.14 g/cm<sup>3</sup> y un OCH de 46%, mientras que para la muestra de suelo con 4% de carbón de cáscara de coco una MDS de 1.17 g/cm<sup>3</sup> y un OCH de 41%, para la muestra de suelo con 8% de carbón de cáscara de coco una MDS de 1.175% y un OCH de 37%, así para la muestra de suelo con 12% de carbón de cáscara de coco una MDS de 1.13 g/cm<sup>3</sup> y un OCH de 36% y para la muestra de suelo con 16% de carbón de cáscara de coco una MDS de 1.07 g/cm<sup>3</sup> y un OCH de 35%. Luego de esto **concluyeron** que el adicionar el carbón de la cascara de coco en un 8% a la muestra de suelo generaba el mayor aumento de la MDS, ya que al incrementar la dosificación la MDS disminuía progresivamente, así también el OCH se vio disminuido conforme la dosificación se incrementaba, esto debido a que el carbón de cascara de coco tiene propiedades absorbentes de agua.

Según Hastuty Ika, Roesyanto R. y Napitupulu Sotarduga (2018), en su artículo **titulado** Clay Stabilization Using the Ash of Mount Sinabung in Terms of the Value of California Bearing Ratio (CBR) cuyo **objetivo** fue investigar la influencia de la adición de la ceniza del Monte Sinabung al valor de CBR (California Bearing Ratio), para determinar el efecto del tiempo de curado de una mezcla de un día y catorce días en el valor de CBR, y encontrar el contenido mixto con tiempo de curado efectivo para producir el mayor valor de CBR. Se utilizó una **metodología** de nivel explicativo, tipo aplicada y diseño experimental; tomando como población los suelos de Patumbak Deli Serdang y valiéndose de fichas técnicas como sus instrumentos; lo que les permitió obtener los siguientes **resultados**: Para el suelo clasificado según SUCS, como arcilla con plasticidad baja y según ASSTHO como A-6 (6) y con un contenido de humedad de 14.52%; la gráfica, generada por los resultados



de MDS de las dosificaciones que fueron desde el 2% al 20% de ceniza del Monte Sinabung, presentó una concavidad hacia abajo obteniéndose la mayor MDS para la dosificación de 10% de ceniza del Monte Sinabung con un valor de 1.49 g/cm<sup>3</sup> con catorce días de curado de la muestra y 1.44 g/cm<sup>3</sup> con un día de curado. Así también la gráfica, generada por los resultados de OCH de las dosificaciones que fueron desde el 2% al 20% de ceniza del Monte Sinabung, presentó una concavidad hacia abajo obteniéndose el menor OCH para la dosificación de 10% de ceniza del Monte Sinabung con un valor de 19.49 % con un día de curado de la muestra y 19.35% con catorce días de curado. Por esto **concluyeron** que el periodo de curado permitió resultado que el suelo y la mezcla de cenizas del Monte Sinabung sean más uniformes, teniendo como consecuencia, un mayor valor de CBR y mejores valores de MDS y OCH principalmente para la dosificación de 10%.

Según Soni Atul y Varshney Deepak (2021), cuyo artículo se **tituló** Enhancing the California Bearing Ratio (CBR) Value of Clayey Sand Type of Soil in Mathura Region, fijaron como **objetivo** mejorar el valor de CBR del tipo de suelo de arena arcillosa presente en las cercanías del distrito de Mathura. Para ello utilizaron una **metodología** de tipo aplicada, de diseño experimental y de nivel explicativo; teniendo como población a los suelos areno-arcillosos de la región de Mathura y como instrumentos a las fichas técnicas; obteniendo así estos **resultados**: En el suelo en muestra patrón, un CBR de 5.83%; para el suelo con porcentaje en peso de 1.25% de cal, 2.5% de cal, 3.75% de cal, 5% de cal, un CBR de 7.30%, 8.71%, 9.96%, 10.83%, respectivamente; para el suelo con porcentaje en peso de 0.5% de fibra de yute, 1.0% de fibra de yute, 1.5% de fibra de yute, un CBR de 6.56%, 8.02%, 8.48%, respectivamente; para el suelo con porcentaje en peso de 5% de RAP, 10% de RAP, 15% de RAP, un CBR de 7.01%, 7.87%, 8.27%, respectivamente. Llegando a la **conclusión** de que el valor de CBR mejoró considerablemente respecto a la muestra de suelo sin ningún aditivo, alcanzando un valor de 8% cuando de adición 2.5% de cal, 1% de fibra de yute y 15% de RAP en cada muestra.

Según Bui Van Duc et al. (2018), en su artículo **titulado** Strength Development of Lateritic Soil Stabilized by Local Nanostructured Ashes tuvieron como **objetivo** estimar el comportamiento resistente de suelos lateríticos estabilizados con materiales de ceniza nanoestructurados. La **metodología** usada fue de nivel explicativo, tipo aplicada y diseño experimental; tomando como población el suelo de la localidad de Hanoi y usando como instrumentos a las fichas técnicas; obteniendo así los siguientes **resultados**: Para las cenizas usadas provenientes de materiales como manajo de palma, neumáticos de desecho, papel de desecho, cáscara de palmiste, cascara de Snell, cascara de coco, todas de tamaño manométrico y en dosificaciones de 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% se obtuvieron valores de CBR de 14%, 15%, 16%, 16%, 18% y 20% respectivamente para la ceniza de manajo de palma manométrica, valores de CBR de 14%, 17%, 18%, 17%, 19% y 23% respectivamente para la ceniza de cascara de coco manométrica. Estos valores les permitieron llegar a la **conclusión** de que el CBR obtenido con las adiciones de ceniza permite cumplir los requisitos para que el material pueda ser usado como material de subbase en pavimentos.

En el **ámbito nacional**, se tiene a Hidalgo F. et al. (2020) en su artículo **titulado** Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA) and sugarcane bagasse ash (SCBA), tuvieron como **objetivo** estudiar la estabilización del suelo utilizado como subrasante, a través de la adición de ceniza de cascarilla de arroz (RHA) y ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA). Para ello utilizaron una **metodología** de diseño experimental, tipo aplicada y de nivel explicativo; tomando como población al suelo de subrasante de una vía en el departamento de San Martín y como instrumentos las fichas técnicas; obteniendo así los siguientes **resultados**: Para el suelo natural un LL de 30.69%, un LP de 18.75% y un IP de 11.94%, para la muestra de 90% de suelo, 5% de RHA y 5% de SCBA un LL de 35.10%, un LP de 24.48% y un IP de 10.62%, para la muestra de 85% de suelo, 7.5% de RHA y 7.5% de SCBA un LL de 34.59%, un LP de 27.76% y un IP de 6.83%, para la muestra de 80% de suelo, 10% de RHA y 10% de SCBA un LL de 34.10%, un LP de 27.87% y un IP de 6.23%. Pudiendo llegar a la **conclusión** que al agregarse la ceniza de RHA y SCBA se observa una influencia en los valores de los Límites de Atterberg, generándose una relación de que a mayor porcentaje de ceniza se tenía y una disminución del IP.

Según Guerra Kehila y Mosqueira Miguel (2020), cuyo artículo se **tituló** Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages; fijaron como **objetivo** determinar la resistencia portante de tres suelos con granulometría arcillosa al incorporar fibra de pseudotallo de plátano en dimensiones de 25mm, en tres porcentajes: 0.25%, 0.50%, 0.75% mezclando homogéneamente el suelo. Utilizaron una **metodología** de tipo aplicada, de diseño experimental y de nivel explicativo; teniendo como población el suelo de la zona Namora-Lacanora y usando como instrumentos a las fichas técnicas; se obtuvo los siguientes **resultados**: El suelo N°1 (suelo arcilloso de pobre a malo) presentó un contenido de humedad de 58.30%, que para la muestra patrón se obtuvo una DSM de 1.336 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 30.000%, para la muestra con 0.25% de fibra una DSM de 1.505 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 26.000%, para la muestra con 0.50% de fibra una DSM de 1.368 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 28.020% y para la muestra con 0.75% de fibra una DSM de 1.413 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 28.500; el suelo N°2 (suelo arcilloso de pobre a malo) presentó un contenido de humedad de 38.52%, que para la muestra patrón se obtuvo una DSM de 1.413 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 29.000%, para la muestra con 0.25% de fibra una DSM de 1.517 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 26.500%, para la muestra con 0.50% de fibra una DSM de 1.528 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 24.80% y para la muestra con 0.75% de fibra una DSM de 1.468 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 20.000; El suelo N°3 (suelo arcilloso de pobre a malo) presentó un contenido de humedad de 53.27%, que para la muestra patrón se obtuvo una DSM de 1.410 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 30.000%, para la muestra con 0.25% de fibra una DSM de 1.436 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 26.200%, para la muestra con 0.50% de fibra una DSM de 1.401 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 24.000% y para la muestra con 0.75% de fibra una DSM de 1.372 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 21.500. Ante lo anterior, llegaron a la **conclusión** que para los tres tipos de suelos se pudo conseguir una disminución del óptimo contenido de humedad respecto a la muestra patrón, más aun para los suelos N°2 y N°3 donde el óptimo contenido de humedad decrecía conforme el porcentaje de fibras aumentaba.

Según Huamán Mejía Kevin Paul y Troncos Abendaño Miguel Ángel (2021), cuya investigación se **tituló** Influencia de la adición de concha de abanico en el afirmado proveniente de la cantera La Obrilla para estabilización de subbase de pavimentos, Castilla, Piura, tuvieron como **objetivo** determinar si la incorporación de concha de abanico (CA) sobre el afirmado extraído de la cantera La Obrilla permite la

estabilización de subbase de pavimentos, Castilla, Piura. Usaron una **metodología** de nivel experimental, tipo aplicada y de diseño cuasi experimental; tomando como población la cantera de afirmado La Obrilla, Castilla, Piura y como instrumentos de recolección de datos a los formatos de experimentación; obteniendo de esa manera los siguientes **resultados** referentes a la abrasión: Para la muestra patrón conformada en un 100% por afirmado obtuvieron un desgaste de abrasión de 29.4%; así como para las muestra compuesta por 35% de CA y 65% de afirmado y para las muestra compuesta por 50% de CA y 50% de afirmado, un desgaste de abrasión de 29.4%. Esto les permitió **concluir** que el porcentaje de desgaste de abrasión obtenido tanto en la muestra patrón como en las dos combinaciones más cumple con lo especificado en la MTC 2013 de solicitar un máximo de 50% de desgaste.

Según López Jara Heiner, Bravo Barrionuevo Brandon y Fernández Díaz Carlos (2021), en su artículo **titulado** Application of Glass and Fan Shells to a Clay Soil to Increase its Mechanical Properties, fijaron como **objetivo** proponer el uso de vidrios reciclados y concha de molusco como refuerzo de materiales de suelo. Para ello utilizaron una **metodología** de nivel explicativo, tipo aplicada y diseño experimental; tomando como población a los suelos arcillosos de la localidad de Piura y usando como instrumentos a las fichas técnicas; obteniendo así los siguientes **resultados**: Para el suelo natural presentó un OCH de 9.4% y una MDS de 1.784 g/cm<sup>3</sup>, para la mezcla de 90% de suelo, 3% de concha de molusco y 7% de vidrio reciclado se tuvo un OCH de 10.7% y una MDS de 1.806 g/cm<sup>3</sup>, para la mezcla de 87% de suelo, 6% de concha de molusco y 7% de vidrio reciclado se tuvo un OCH de 12.1% y una MDS de 1.847 g/cm<sup>3</sup>, para la mezcla de 83% de suelo, 10% de concha de molusco y 7% de vidrio reciclado se tuvo un OCH de 11.6% y una MDS de 1.804 g/cm<sup>3</sup>, para la mezcla de 81% de suelo, 12% de concha de molusco y 7% de vidrio reciclado se tuvo un OCH de 11.5% y una MDS de 1.798 g/cm<sup>3</sup>, para la mezcla de 78% de suelo, 15% de concha de molusco y 7% de vidrio reciclado se tuvo un OCH de 11.7% y una MDS de 1.796 g/cm<sup>3</sup>. Por lo anterior la **conclusión** a la que llegaron fue que en la MDS, el resultado a resaltar fue el obtenido en la mezcla de 87% de suelo, 6% de concha de molusco y 7% de vidrio reciclado, ya que aumenta

en 0.063 g/cm<sup>3</sup> en comparación con la muestra de suelo natural, debido a que la concha tiene un comportamiento como el de un aglutinante.

Según Ormeño E., Rivas N., Duran G. y Soto M. (2020), en su artículo **titulado** Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash, tuvieron como **objetivo** el determinar la influencia que tiene la ceniza de cascarilla de arroz (RHA) para estabilizar la capa de subrasante de un pavimento, compuesto por un suelo arcilloso de baja resistencia. Se hizo uso de una **metodología** de tipo aplicada, de diseño experimental y de nivel explicativo; teniendo como población a los suelos arcillosos del caserío de Callampampa, provincia de Chota, Cajamarca y usando como instrumentos a las fichas técnicas, para así obtener estos **resultados**: Para el suelo en estado natural, un CBR de 4.30%, para la muestra de 90% de suelo y 10% de RHA un CBR de 15.40%, para la muestra de 85% de suelo y 15% de RHA un CBR de 18.90%, para la muestra de 80% de suelo y 20% de RHA un CBR de 20.70%, para la muestra de 75% de suelo y 25% de RHA un CBR de 23.70%. Llegando a la **conclusión** que a mayor porcentaje de RHA se tenía un aumento del valor de CBR, por lo que para obtener un buen material se debe adicionar un 20% de RHA para así tener CBR de 20.70%.

Según Vizcarra S., Lujan I., Soto M. y Durán G. (2020), cuyo artículo se **tituló** Experimental analysis of the addition of rice husk ash to the clayey subgrade of a road stabilized with lime, se tuvo como **objetivo** analizar la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz a una subrasante de grano arcilloso de una vía estabilizada con cal. Se utilizó una **metodología** de diseño experimental, tipo aplicada y de nivel explicativo; tomando como población el suelo arcilloso de un camino en Tarapoto y usando como instrumentos a las fichas técnicas; obteniendo así los siguientes **resultados**: Para el suelo en estado natural, un CBR de 4.50%, para la muestra de 97% de suelo, 0% de RHA y 3% de cal un CBR de 50.50%, para la muestra de 86% de suelo, 11% de RHA y 3% de cal un CBR de 49.20%, para la muestra de 81% de suelo, 16% de RHA y 3% de cal un CBR de 51.30%, para la muestra de 75% de suelo, 22% de RHA y 3% de cal un CBR de 45.20%, para la muestra de 69% de suelo, 28% de RHA y 3% de cal un CBR de 32.90%. Llegando a la **conclusión** que la reducción en CBR del 22% de la adición de RHA a la combinación original del suelo con cal es debido a la ausencia de reacciones y el

exceso de cenizas que quedan en el material del suelo, pero debido a que las reacciones puzolánicas van en progreso con el avance del tiempo, por lo que el CBR podría mejorar en el futuro.

## Teorías

En la variable independiente tenemos Ceniza de tallos de haba y arveja, la **planta de haba** para Horque Ferro Roberto (2004), la planta de haba es de tipo anual, con un tamaño que va a variar dependiendo del tipo, pero siempre en posición erecta. Además que el contar con gran follaje, le permite tener un aspecto frondoso. Características de las partes morfológicas del tallo de haba. Algunas de sus características físicas de esta parte de la planta son su robustez, sección cuadrangular y glabra y su verticalidad erguida. Su altura que va desde los 0.50 m a 1.80 m va a depender de variables como la variedad, la densidad con la que ha sido sembrado, las condiciones ecológicas y la fertilidad del suelo en el que haya sido sembrada; pudiendo así llegar a dejar de ser herbáceos como en los primeros estadios para convertirse en leñosos. Horque Ferro Roberto (2004). El número de tallos de dicha planta así como el de vainas tienen gran incidencia para el rendimiento de los granos de habas (p.188), Morales Rosales Edgar Jesús, De la O Ávila Hermilo, Morales Ruiz Alejandro, de la Cruz Arellano Víctor Manuel (2002). El número de macollos que se producen y que nacen en la base del tallo o el cuello de la planta va a depender de la variedad, pudiéndose tener en promedio de 4 a 6 en los casos más óptimos, llegando hasta un máximo de 12, Horque Ferro Roberto (2004). La limitación de la planta de haba es la obtención del tallo ya que solo se tiene una temporada de cosecha en donde se puede obtener el tallo, que son los meses de abril y mayo, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2018). La ventaja de las plantas de habas es que requieren de un clima frío y seco, dicho clima se encuentra en las zonas alto andinas, entre los 2500 y 3700 m de altitud, y necesita precipitaciones de 500-800 mm, Horque Ferro Roberto (2004). Estas características permiten el cultivo de habas en la provincia de Cusco. La desventaja de la planta de habas recae en su periodo de siembra y cosecha. La mejor época para la siembra de habas en la zona andina son los meses de setiembre y octubre y su temporada de cosecha es en abril y mayo, luego se hace una rotación de

cultivo, se siembra cultivos de maíz, trigo, cebada, avena; dicha rotación de siembra tiene como finalidad mantener el suelo fértil hasta la próxima siembra de haba, arveja, frijol. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2018).

La **planta de arveja** en cuanto a sus características es su gran sensibilidad al frío en su etapa de germinación, aunque cuando ya está germinada, su resistencia a las bajas temperaturas se ve incrementada, pudiendo incluso tolerar temperaturas de 0° C; sin embargo es recomendable evitar sembrar cuando se tenga conocimiento de que las lluvias y el excesivo frío se avecinan. Las fuertes heladas afectan a las hojas más tiernas en la situación de suelos con alto nivel de cobertura, pero que favorablemente luego rebrotan con normalidad (SENASA, 2018). En su etapa de afloramiento, estas plantas pueden llegar a medir hasta 0.50 m de altura, debido a que tiene la capacidad de poder captar una máxima radiación, incluso cuando las distancias existentes entre las hileras son de 0.26 m. A propósito de las distancias entre hileras, gracias a la tecnología es posible tener hasta distancias de 0.26 m, teniéndose un promedio de 0.19 m a 0.21 m, distancias mayores a las que antiguamente se tenían (0.15 m a 0.175 m), Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2018). Estas distancias para Casanova E. Liliana., Johana, Solarte L. Checa C. Oscar (2012) no genera alguna diferencia entre las diferentes hileras, por lo que la densidad de la siembra no influye en la altura de la planta (p 136). La etapa de cosecha en condiciones normales, actualmente no necesita corte hilerado; pero cuando se tenga presencia de maleza en gran cantidad o problemas vinculados a la madurez uniforme, es posible optar por el desecado del cultivo. Esta acción generará uniformidad en el lote y hasta en ocasiones la posibilidad de adelantar la cosecha por unos días, que sin duda es un aspecto muy importante. Las fuertes lluvias y vientos muchas veces generan cultivos de porte rastrero, es decir acamados, que con el único objetivo de disminuir las posibles pérdidas en la etapa de cosecha, en ocasiones es posible optar por una cosecha en un sentido o dos de la siembra, e incluso a “contrapelo”, María Prieto Gabriel (2010).

La **Ceniza de tallos de haba y arveja** es el proceso por el cual se va a convertir el material orgánico del tallo de haba y arveja a un material inorgánico. La ceniza se genera por la combustión de un material que está compuesto por sustancias inorgánicas que carecen de átomos de oxígeno, como las sales minerales. Esta

sustancia es la que da origen a las cenizas ya que no son combustibles y por lo tanto son las que quedan como residuo en forma de polvo. Incineración es el quemado de un material orgánico con suficiente oxígeno para que se produzca una combustión completa, es decir, todo el material se consume producto de las llamas y solo quedan cenizas. Este tipo de proceso térmico se usa para el tratamiento de residuos sólidos generados en las urbes, industriales nocivos y hospitalarios, entre otros, esto según lo especificado por Freitas Antonio, Osuna Melanie, Rodrigues Hector, Romero Miguel y Salazar Diana (2013). La ceniza de madera es usada en diferentes procesos caseros, no contiene nitrógeno pero si contiene otros minerales para el uso variado de este, entre ellos repeler insectos, neutralizar olores, limpieza de puertas e inclusive de detergente; Echeverri Castro Daniela (2020). Las limitaciones con el uso de ceniza se encuentran en las partes de la planta de haba y arveja que se va utilizar, en esta investigación se usó solo las partes del tallo, se excluyeron los frutos, hojas, raíz y flores. La ventaja de usar los tallos de haba y arveja como ceniza es que se convierte en un material inorgánico, al cual se le puede aprovechar sus propiedades puzolanas y a la que se le puede dar diferentes usos aplicativos lo cual permite seguir explorando en nuevas aplicaciones, como sugiere Pereira A. M. et al (2018), que ante las altas emisiones de dióxido de carbono generadas al producir cemento Portland es conveniente empezar a evaluar otros materiales puzolánicos para así empezar a reducir el uso de dicho cemento.

En la variable dependiente tenemos Material afirmado. El concepto **Afirmado** para vías es brindado por el manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) indica que está constituida por una cama de material procesada o granular y una gradación específica a la cual se compacta, los cuales soportan los esfuerzos y las cargas vehiculares directamente; Además debe tener una cantidad de material fino cohesivo apropiada para que las partículas se mantengan aglutinadas. Las vías en afirmado funcionan como carpeta de rodadura en caminos y en carreteras no pavimentadas. El afirmado está conformado por la mezcla de 3 diferentes materiales: piedra, arena. Se necesita una buena mezcla de los materiales que lo conforman sino el afirmado quedaría en desuso. El material para afirmado varía según la zona, región o fuentes locales, también depende en donde se utilizará porque de ello depende el tamaño de los agregados grueso y porcentaje de agregado fino, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014).



Este material de afirmado deberá cumplir con las siguientes especificaciones de calidad, según lo especificado en las Especificaciones Técnicas Generales de Construcción (2013)

**Tabla 1** *Requisitos de calidad del afirmado*

<b>Parámetro</b>	<b>Especificaciones</b>
Desgaste de los Ángeles	50% máx.
Límite Líquido	35% máx.
Índice de Plasticidad	4-9%
CBR (2.5 mm)	40% min.

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales de Construcción (2013)

Para poder verificar que se cumplan dichas especificaciones se realiza los siguientes ensayos:

Ensayo de Granulometría: Das Braja M. (2012) señala acerca de la granulometría que es necesario si queremos determinar cómo es que están distribuidas las partículas que componen un el material de afirmado. La clasificación de la granulometría de los gruesos se conoce ejecutando un tamizaje, y los finos mediante el uso del hidrómetro; añadiendo a este último para el análisis de suelos finos a la pipeta, donde ambos se fundamentan en la velocidad a la que caen las partículas de un suelo en un medio acuoso, siguiendo la ley de Stokes (p.2), de acuerdo a Bonifacio Cássia Maria, De Nóbrega María Teresa y Silveira Hélio (2011). Según NTP 339.128 se nombra como clasificación granulométrica a la disposición en orden sucesivo de las partículas que conforman los agregados finos y gruesos, esta clasificación es parte del proceso de análisis de granulometría, teniendo como fin posterior el determinar las propiedades mecánicas del material de afirmado.

Para Hossne Américo y Salazar Juan (2004) las diversas propiedades de un suelo como son las químicas, físicas y mecánicas y a su vez los procesos involucrados con los suelos tienen relación entre las partículas propias del suelos y las moléculas de agua, por lo que el inicio del efecto de la compactación empieza cuando se llega a la humedad correspondiente al límite plástico siempre que se haya definido bien la energía de compactación.

Limite Plástico (wp ó LP): es el tope de agua que determina que el estado del agregado ha cambiado, en otras palabras, el agregado cambia de un estado semisólido a un estado plástico en un único y determinado contenido de agua. El proceso para la determinación del límite plástico consta de calcular contenidos de humedad, los cuales luego son promediados, cuyo promedio es el valor de límite plástico. El limite liquido (WL oLL) es aquel contenido de agua en el cual el material cambia de un estado plástico a semilíquido; cuyo proceso de determinación consta de calcular una cantidad de golpes para cierto contenido de humedad, donde el contenido de humedad para 25 golpes es el valor del límite liquido; aunque existen ecuaciones para calcularlo matemáticamente, las cuales son:

$$LL = W^n \left[ \frac{N}{25} \right]^{0.121}$$

$$LL = k \times W^n$$

Dónde:

N = Número de golpes que causan el cierre de la ranura para el contenido de humedad

Wn = Contenido de humedad del material de afirmado, para N golpes.

K = factor dado en la Tabla A1.

Índice de Plasticidad (IP): es la diferencia entre el LL y el LP, es decir, se determina el rango de humedad en el cual el material de agregado se mantiene en estado plástico:

$$IP = L_L - L_P$$

Según ASTM D-1557, el ensayo Proctor Modificado se utiliza para calcular la cantidad óptima de agua que debe contener un suelo para una mejor compactación de la misma al aplicar una energía dada, consiste en determinar la humedad requerida y analizar la compactación perfecta del suelo mediante el volumen que contiene un molde. Se realiza una cierta cantidad de golpes que van variando según sea cuál de las 5 capas donde se está aplicando, utilizando herramientas específicas con el objetivo de hallar su densidad relativa.

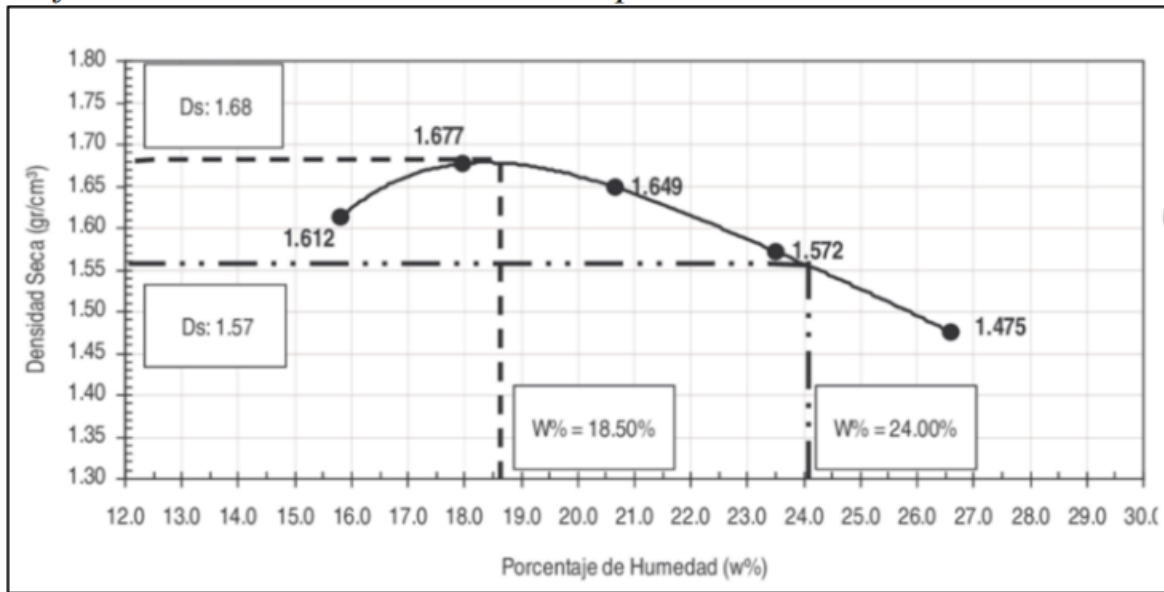


Figura 1 Gráfica de humedad Vs densidad seca para Proctor.

Fuente: Begliardo (2019)

Para Camacho Tauta Javier Fernando, Reyes Ortiz Oscar Javier y Méndez González Dolly Fernanda (2007), el peso unitario seco del material tiene relación con diversos factores tales como la energía que se aplica al material y el método mediante el cual se aplica, así como el volumen que se va a compactar, la densidad de las partículas conformantes y el contenido de agua del suelo; por lo que en laboratorio lo que se busca es poder determinar la relación entre dicho peso unitario y el contenido de humedad del suelo que se replicará en obra.

Según Páramo Jorge A. (2012), la gráfica que relaciona la densidad seca o peso unitario seco y el contenido de humedad también es conocida como “curva de compactación” o “curva Proctor”. De esta grafica podemos obtener la densidad seca máxima si tomamos el máximo punto superior de la curva y lo proyectamos al eje de las ordenadas que representa la densidad seca (rama seca) para un determinado contenido de humedad (humedad óptima) que se encuentra en el eje de las abscisas (rama húmeda).

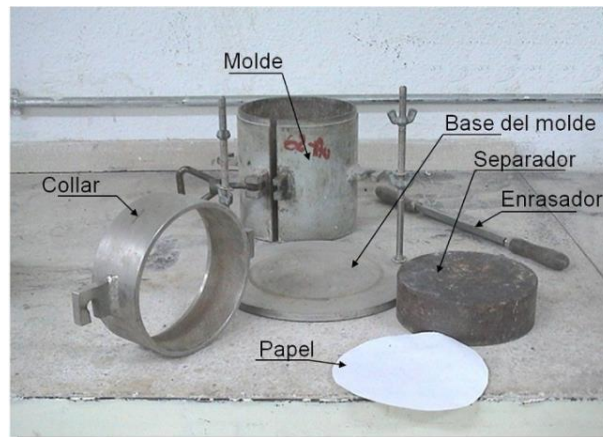


Figura 2 Ensayo Proctor Modificado.

Fuente: Universidad Politécnica de Valencia.

Para Crespo Villalaz Carlos (2004), el CBR es un índice que brinda un valor relativo de su resistencia al corte del suelo en ciertas condiciones de humedad y compactación, y se expresa como un porcentaje de carga requerido para insertar un pistón de una sección circular en un suelo de muestra con el triturado exacto de piedra.

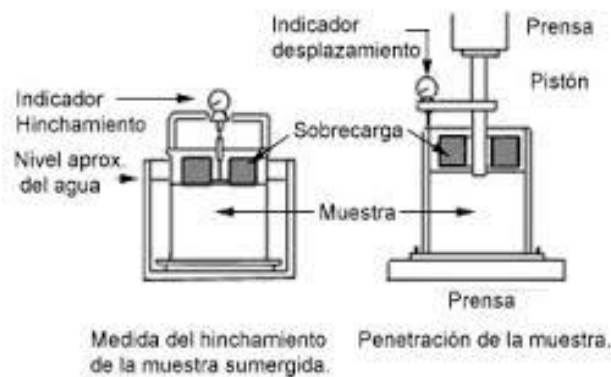


Figura 3 Ensayo CBR.

Fuente: ensayosdelaboratorio.com

## **Enfoques conceptuales**

**Abrasión:** Es el desgaste mecánico de las rocas y agregados resultante del impacto y/o fricción entre ellos (Glosario de términos MTC, 2018).

**Afirmado:** Capa compactada de la vía compuesta de material granular natural o procesado, con gradación específica cuya función es soportar directamente las cargas y esfuerzos de los vehículos que usan la carretera. (Glosario de términos MTC, 2018).

**Contenido de humedad:** Se expresa en porcentaje y está determinado como aquel exceso de humedad que contiene el material cuando se encuentra en un estado saturado, pero con una superficie seca Es un indicador importante porque nos proporciona el porcentaje de agua que contiene el material de afirmado y clasificarla, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014).

**Máquina de Los Ángeles:** La máquina es de forma cilíndrica hueca y de acero, cerrado en sus dos extremos, tiene un diámetro de 711 mm  $\pm$  5 mm y una longitud de 508 mm  $\pm$  5 mm, ambas dimensiones en su lado interior (MTC E 207: Abrasión de los Ángeles, 2017).

**Curva granulométrica:** Es aquella grafica que representa la granulometría del material analizado, proporcionando una visión más objetiva y ordenada de la gradación de las partículas del agregado. El sistema de coordenadas donde se grafica consta de dos ejes, las abscisas en escala logarítmica que muestra los tamaños de la abertura del tamiz y el eje de las ordenadas es escala natural los porcentajes pasantes o retenidos del respectivo material analizado. (Glosario de términos MTC, 2018).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos y Baptista Lucio María del Pilar (2014) señala que el tipo de investigación aplicada es la que soluciona problemas prácticos, se busca conseguir un nuevo conocimiento que permita el solucionar de problemas aplicados a la realidad.

En conformidad con toda la teoría revisada, la presente investigación se clasificó como del **tipo** aplicada, al intentar solucionar un tema práctico.

Para Hernández Sampieri Roberto y Mendoza Torres Christian Paulina (2018) el enfoque cuantitativo plantea un proceso secuencial con el objetivo de comprobar ciertas suposiciones, pero siempre orientado a la realidad objetiva, lo que le permite representatividad y generalización de resultados numéricos precisos al haber ejercido control sobre algún fenómeno (p. 3).

Es así que la presente investigación tuvo un **enfoque** cuantitativo dado que al realizar los ensayos respectivos se obtuvieron datos cuantificables que permitieron comprobar las hipótesis.

Arias Gonzales José Luis (2020), señala que el alcance o nivel explicativo de una investigación establece una relación de causa efecto entre sus variables, a través de la observación y medición, o de la manipulación de la variable independiente (p. 45).

Es por ello que esta investigación fue de **nivel** explicativo dado que se generó una relación de causa-efecto entre la variable independiente (manipulada por los investigadores) y dependiente, respectivamente.

Según Arias-Odón Fideas (2012), el diseño del estudio es la estrategia elegida por el investigador con el fin de abordar el conflicto planteado (p. 27). De tal modo al diseño, la investigación se clasifica en: investigación documental, investigación de campo e investigación experimental, en lo referente al diseño experimental “Su objetivo es determinar hipótesis causales alternado como mínimo una variable, específicamente la independiente, donde por razones lógicas o éticas, de esta manera no se asignan aleatoriamente a cada grupo” Hernández Sampieri Roberto et al. (2014).

De tal manera en esta investigación se manipuló la variable independiente, ceniza de tallos de habas y arvejas como aglomerante, donde los resultados fueron contrastados con las hipótesis.

Según el análisis descrito, el diseño que se aplicó en esta investigación fue **diseño experimental**.

### 3.2. Variables y operacionalización

- Variable independiente: Ceniza de tallos de haba y arveja
  - Definición conceptual: El tallo de haba y arveja es la parte con mayor firmeza de la planta y sirve de sostén de las hojas y frutos. Horque Ferro Roberto (2004). La ceniza se genera por la combustión de un material que está compuesto por sustancias inorgánicas que carecen de átomos de oxígeno, como las sales minerales, Freitas Antonio et al. (2013).
  - Definición operacional: Material constituido por los tallos de habas y arvejas que han sido calcinados y convertido a cenizas, el cual tiene propiedades físicas de granulometría y color, que se usarán en porcentajes para el mejoramiento del afirmado.
- Variable dependiente: Material de afirmado
  - Definición conceptual: El Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) indica que está conformada por una capa compactada de material procesada o granular y una gradación específica los cuales soportan los esfuerzos y las cargas vehiculares directamente.
  - Definición operacional: Material constituido por agregado pétreo grueso y material fino, que tiene propiedades mecánicas como el Proctor Modificado, CBR, resistencia a la abrasión y propiedades físicas como límites de Atterberg y granulometría, que serán modificados con ceniza.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

Para Alfaro Rodríguez Carlos Humberto (2012), la población es el conjunto que engloba a todos aquellos elementos que pertenecen al espacio en el que se desarrolla la investigación (p. 52).

En base a lo anterior, para la presente investigación la **población** estuvo conformada por el material de afirmado de la cantera Callipata.

Tabla 2. Población del estudio

Muestra Patrón	Con ceniza de tallos de habas (2%, 4% y 6%)	Con ceniza de tallos de arvejas (2%, 4% y 6%)	Con ceniza de tallos de habas y arvejas (2%, 4% y 6%)
Cantera Callipata	3	3	3

Fuente: Elaboración propia.

Según Ñaupas Paitán Humberto, Valdivia Dueñas Marcelino Raúl, Palacios Vilela Jesús Josefa y Romero Delgado Hugo Eusebio (2018), la muestra es aquella parte de la población, que luego de haber sido seleccionado por cualquiera de los diversos métodos, mantiene la representación de la población, por ende reúne las características de esta última (p.334).

Es así que para esta investigación, la **muestra** estuvo constituida por 12 muestras de la cantera Callipata.

Para Tamayo y Tamayo Mario (2003), el muestreo es aquel proceso de selección de las muestras, a partir de las cuales, se obtendrán datos que servirán para verificar la falsedad o veracidad de la hipótesis planteadas y así inferir acerca de la población de la investigación (p. 177).

De tal manera en esta investigación, el **muestreo** fue **no probabilístico**, debido a que la muestra fue elegida a criterio del investigador.



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

Según Arias-Odón Fidias (2012), la técnica de recolección de datos de un investigación, es el proceso o aquella manera particular para poder obtener datos o cualquier información. La observación es la visualización en forma sistemática de algún fenómeno o cualquier hecho que sucede en la naturaleza, y que se encuentra bajo objetivos preestablecidos (p. 67-69).

Es por ello que en esta investigación, se usó la técnica de **observación**, ya que se visualizó todo lo que ocurrió con las muestras con adición de cenizas de tallos habas y arveja mediante los ensayos, y que tuvieron vinculación con los objetivos de la investigación.

Para Guillen Valle Oscar Rafael y Valderrama Mendoza Santiago Rufo (2013), los instrumentos, son medios auxiliares de los cuales el investigador se valdrá para poder recoger y registrar los datos y posteriormente estos puedan pasar por un tratamiento estadístico (p. 70).

De acuerdo a lo expuesto, en la presente investigación como instrumentos se hizo uso de **formatos de experimentación**, dado que se usaron para registrar los resultados arrojados por los ensayos. Estos formatos son los siguientes:

- Formato para el Ensayo Proctor Modificado.
- Formato para el Ensayo CBR
- Formato para el Ensayo de Abrasión de los Ángeles
- Formato para el Ensayo Análisis Granulométrico.
- Formato para el Ensayo de Límites de Atterberg.

Escobar Pérez Jazmine y Cuervo Martínez Ángela (2008), mencionaron que la validez de algún instrumento debe ser teniendo en cuenta cuál es su función, ya que los índices de validez para una función no siempre son generalizables a otras funciones del mismo instrumento (p. 28).

La **validez** de los formatos de experimentación fue obtenida indirectamente al contratar los servicios de un laboratorio acreditado con INACAL, ya que sus formatos están validados por dicha entidad.

Según Martínez Manuel y March Trina (2015), la confiabilidad permite que los resultados obtenidos sean útiles y consistentes, ya que al recoger nuevamente los resultados, estos serían los mismos.

La **confiabilidad** estuvo determinada por el certificado de calibración y calidad de los equipos, otorgados gracias a la acreditación de INACAL, que a su vez permitió la disposición de personal técnico de laboratorio capacitado para la ejecución de los ensayos y que todo en conjunto garantizó resultados adecuados.

### 3.5. Procedimientos

- Extracción de muestra de la cantera: Se ejecutó según lo estipulado en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013), por lo que para cada área de la cantera Callipata igual o menor a una hectárea, se realizó mínimo 5 exploraciones las cuales estuvieron igual de espaciadas entre ellas (p. 342-344).
- Obtención de los tallos de habas y arveja: Se acudió a las zonas de cultivo de habas y arveja para obtener los tallos de habas y arveja.
- Obtención de cenizas de tallos de habas y arveja: Previo secado de los tallos de habas y arveja para obtener una mayor reactividad puzolánica, estas se incineraron artesanalmente y en horno a temperaturas de más de 500 °C, respectivamente. Posteriormente se tamizaron dichas cenizas por la malla #200, por lo que no fue necesario hacer más ensayos dado que no se iba a poder determinar si se trataba de un limo o arcilla ya que era de por si era una ceniza.
- Preparación de muestras: Con una cantidad de material de afirmado se realizó la preparación de las muestras patrón para los ensayos. A otra cierta cantidad de material de afirmado se le adicionó los porcentajes de ceniza de tallos de habas, los cuales fueron removidos hasta tener una mezcla uniforme, preparándose cada una de las muestras para los respectivos ensayos; en otra cantidad de material de afirmado se le adicionó la ceniza de tallos de arveja que de igual manera se prepararon las muestras y sometieron a los ensayos respectivos; y finalmente con la cantidad de material de afirmado restante se procedió para la preparación de muestras, pero añadiendo cenizas de tallos de

habas y arveja en conjunto, y así se realizó los ensayos respectivos. A continuación se presenta el peso de cada uno de las muestras usadas en cada uno de los materiales.

**Tabla 3** *Peso de las muestras usadas en los ensayos*

		NTP 339.128	NTP 339.129	NTP 339.129	NTP 339.141	MTC E 132	MTC E 207
		Análisis granulométrico	Límite Líquido	Límite Plástico	Proctor Modificado	CBR	Abrasión de los Ángeles
Peso del material de afirmado y ceniza de haba o arveja usados en los ensayos (g)	Afirmado	4000	200	200	45000	45000	5000
	2% de ceniza	80	4	4	900	900	100
	4% de ceniza	160	8	8	1800	1800	200
	6% de ceniza	240	12	12	2700	2700	300

Fuente: Elaboración propia

- **Granulometría:** Para la obtención de la gradación del material de afirmado se hizo uso de lo especificado en la MTC E 107: Análisis Granulométrico de suelos por tamizado (2017), cuyo alcance son los porcentajes de suelos pasantes de los diferentes tamices hasta el tamiz N°200. Dentro de los principales equipos que se necesitó, se tuvo dos balanzas y una estufa; mientras que en los materiales se tuvo a los tamices de malla cuadrada, envases, cepillo y brocha. En cuanto al procedimiento, en primer lugar se separó a la muestra en dos fracciones, aquella retenida en el tamiz N°4 y la otra que pasa este tamiz; posteriormente se pasó a analizar la fracción que fue retenida en el tamiz N°4 a través del tamizado ya sea manual o mecánico desde el tamiz 3" hasta el tamiz N°4; luego la segunda fracción y con diámetro mayor al tamiz N°200 se lavó y se puso a secar en la estufa a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  pesando la muestra tanto antes como después del secado y así realizar el tamizado en seco; finalmente se halló los porcentajes que pasan y quedan retenidos en cada tamiz en cada fracción de muestra, así como la humedad higroscópica presentándose los porcentajes pasantes o retenidos en una gráfica (p. 44-48). Este ensayo se hizo tanto para la muestra patrón como para las diferentes muestras con adiciones de ceniza de tallos de habas y/o arveja.
- **Límite Líquido:** Para la obtención del límite líquido (LL) del material de afirmado se hizo uso de lo especificado en la MTC E 110: Determinación del Límite

Líquido de los suelos (2017), cuyo alcance permite hacer uso del límite líquido ya sea individualmente o junto con otras propiedades de suelo para que puedan ser correlacionados con su comportamiento de ingeniería. Dentro de los principales equipos que se necesitó, se tuvo el Aparato de Casagrande, acanalador, calibrador, recipientes, balanza y estufa; en el caso de los materiales se necesitó de una espátula de hoja flexible; y en cuanto a insumos la pureza del agua. En cuanto al procedimiento, una cantidad de la muestra preparada (pasante del tamiz N°40 y humedecida) se vertió en la copa de Casagrande hasta que tenga una profundidad de 10mm aproximadamente, para luego hacer una ranura de 13mm de ancho en el material; se contabilizó los golpes necesarios (a razón de dos golpes por segundo) para que la ranura se cierre, poniendo luego, dicha muestra a secar en la estufa a  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ , pesando la muestra en su recipiente tanto antes como después de meterla a la estufa. Fue necesario que se repita este proceso mínimo 2 veces más, humedeciendo la muestra en cada proceso. Con los valores de humedad se construyó la curva semilogarítmica número de golpes versus humedad donde el valor de límite líquido será la humedad a 25 golpes en la curva (p. 67-70). Este ensayo se hizo tanto para la muestra patrón como para las diferentes muestras con adiciones de ceniza de tallos de habas y/o arveja

- Límite Plástico: Para la obtención del límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP) del material de afirmado se hizo uso de lo especificado en la MTC E 111: Determinación del Límite Plástico de los suelos e Índice de Plasticidad (2017), cuyo alcance permite hacer uso del límite plástico e índice de plasticidad ya sea individualmente o junto con otras propiedades de suelo para que puedan ser correlacionados con su comportamiento de ingeniería. Dentro de los principales equipos que se necesitó, se tiene la balanza, la estufa, vidrio grueso esmerilado, recipientes; en caso de materiales a la espátula; y en cuanto a los insumos al agua destilada. En cuanto al procedimiento, se tomó una cantidad de la muestra preparada (pasante del tamiz N°40 y humedecida) formando una esfera, para luego con los dedos de la mano rodarla sobre el vidrio hasta formar cilindros; los cilindros útiles fueron aquellos que se desmoronen antes de llegar a los 3.2mm de diámetro, teniéndose que tener 6g de material desmoronados, cuya muestra con su recipiente fueron pesados tanto antes como después de

secarlos en la estufa, para luego mediante la MTC E 108 determinar la humedad. Finalmente con la diferencia entre el valor de LL y LP se obtuvo el IP (p. 72-73). Este ensayo se hizo tanto para la muestra patrón como para las diferentes muestras con adiciones de ceniza de tallos de habas y/o arveja.

- Clasificación SUCS: Para la clasificación SUCS del material de afirmado se hizo uso de lo especificado en la ASTM D 2487: Practica Estándar para la Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (2017), cuyo alcance son los suelos naturales. Los materiales que se necesitaron, fueron la carta de plasticidad y una curva de distribución de tamaños de partículas acumulativa (desde el tamiz 3" hasta el tamiz N°200). Para llevar a cabo el procedimiento se necesitó los resultados conseguidos en los ensayos de Granulometría, Limite Liquido (LL) y Limite Plástico (IP), clasificándose como fino si el 50% o más por peso de material haya pasado el tamiz N°200 y como grueso si el porcentaje pasante en dicho tamiz es menor a 50%; si se tratase de un suelo fino con la ayuda de la carta de plasticidad y por ende el LL y el IP, se clasificó dicho suelo; si se trató de un suelo grueso se clasificó como grava o arena, que dependió del porcentaje de material pasante en el tamiz N°4 y de ser el caso que el 12% o menos de material pase el tamiz N°200, fue obligatorio determinar el Coeficiente de Uniformidad (Cu) y el Coeficiente de Curvatura (Cc) a través de los diámetros D<sub>10</sub>, D<sub>30</sub> y D<sub>60</sub> correspondientes al 10%, 30% y 60% que pasa respectivamente, para así verificar si el material está bien o mal graduado (p. 1-10). Este proceso se hizo tanto para la muestra patrón como para las diferentes muestras con adiciones de ceniza de tallos de habas y/o arveja.
- Proctor Modificado: Para la obtención del Peso Unitario Seco Máximo y el Optimo Contenido de Humedad (OCH) del material de afirmado, se hizo uso de lo especificado en la MTC E 115: Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado), (2017), cuyo alcance involucra todo los suelos que máximo el 30% en peso de partículas queda retenido en el tamiz ¾", proporcionando 3 posibles métodos ("A", "B" y "C") para poder llevar a cabo este ensayo, escogiendo el método en función al material pasante en el tamiz N°4, 3/8" y ¾" respectivamente diferenciándose además en el diámetro del molde, 4pulg para "A" y "B" y 6pulg para "C". Dentro de los

principales equipos que se necesitó, se tuvo el ensamblaje del molde (4pulg o 6pulg), el pisón que puede ser manual, mecánico circular o mecánico, la balanza, el horno de secado; y como materiales la regla, los tamices y las herramientas de mezcla. En cuanto al procedimiento, lo primero que se hizo fue ensamblar el molde y el pisón para luego calibrar tanto la balanza como el molde y el pisón; posteriormente se preparó mínimamente 4 especímenes ya sea preparación en seco o preparación en húmedo (preferible) todos con un contenido de agua lo más cercano al óptimo; para luego ser compactados a razón de 25 golpes por cada capa para el molde de 4pulg y 56 golpes para el molde de 6pulg; luego de compactar la última capa se enrasará el espécimen compactado tanto en la parte inferior como superior del molde; registrando su masa finalmente, calculando el contenido de agua y el peso unitario seco y así plotear la curva al 100% de saturación (p. 105-112). Este ensayo se hizo tanto para la muestra patrón como para las diferentes muestras con adiciones de ceniza de tallos de habas y/o arveja.

- CBR: Para la obtención del CBR del material de afirmado, se hizo uso de lo especificado en la MTC E 132: CBR de suelos (Laboratorio) (2017), cuyo alcance son los suelos que se quieran usar como subrasante, subbase, base y afirmado. Dentro de los principales equipos que se necesitó, se tuvo la prensa similar a la de compresión, molde de metal, disco espaciador, pisón de compactación, aparato medidor de expansión, pesas, pistón de penetración, dos diales, un tanque de inmersión, estufa, balanzas, tamices y misceláneos como probetas, capsulas, espátulas, etc. En cuanto al procedimiento, se usó la muestra preparada según la norma MTC E 115 para un molde de 6pulg, para así determinar el peso unitario seco máximo (densidad máxima) y la humedad óptima en los especímenes que se consideren necesarios, para luego determinar la humedad natural mediante secado en estufa y así añadir la cantidad suficiente de agua para llegar a la óptima; posteriormente se preparó los especímenes, es decir los moldes con la muestra preparada, que fueron compactados a 55, 26 y 12 golpes por capa; luego se realizó el proceso de inmersión (en el tanque) de los especímenes durante 4 días permitiéndose el ingreso de agua tanto en la parte inferior como superior de la muestra, previamente habiéndose realizado la primera lectura de hinchamiento, para así

luego de acabado la inmersión volver hacer una lectura de hinchamiento; posteriormente se hizo la penetración de la muestra a través del pistón y así finalmente dibujar la curva que relaciona las presiones y penetraciones verificando si se presenta un punto de inflexión, que de presentarse, se debió corregir dicha curva para determinar los valores (p. 248-255). Este ensayo se hizo tanto para la muestra patrón como para las diferentes muestras con adiciones de ceniza de tallos de habas y/o arveja.

- Abrasión Los Ángeles: Para la realización del ensayo de Los Ángeles en el material de afirmado, se hizo uso de lo especificado en la MTC E 207: Abrasión Los Ángeles (L.A) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5mm (1 1/2") (2017), cuyo alcance involucra a todos los suelos con tamaños de agregados menores a 1 1/2". Dentro de los principales equipos que se necesitó, se tuvo a la Máquina de Los Ángeles, tamices, balanza y las cargas (esferas de acero). En cuanto al procedimiento, se usó la muestra que fue lavada y posteriormente secada al horno a  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$  y pasadas por tamices para determinar su gradación (A, B, C y D) para así saber cuál fue la masa de la carga y por ende el número de esferas a utilizar; esta muestra preparada fue introducida a la Máquina de Los Ángeles ya cargada para que rote; acabado las revoluciones se sacó el material y se separó la porción con material igual o menor a 1.70 mm y la porción con material más grueso que 1.70mm se lavó y secó en horno a  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ ; finalmente se calculó la diferencia existente entre la masa inicial y la masa final de la muestra que fue considerado como pérdida (p. 315-317). Este ensayo se hizo solo para la muestra patrón, ya que las partículas de ceniza al tener un diámetro menor al orificio de la malla #200 y por ende menor a 1.70 mm, no iba a influir en los resultados de este ensayo.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para Hernández Sampieri Roberto et al. (2014), el análisis de datos depende del nivel hasta el cual se quiera medir las variables, las hipótesis, pero más aún del interés del investigador. Se tiene la estadística descriptiva, estadística inferencial, análisis multivariados y pruebas paramétricas y no paramétricas (p. 271).

En la presente investigación, se analizó los datos mediante una estadística de tipo inferencial, donde primeramente se verificó la normalidad de los datos analizados

para luego mediante el análisis de varianza (ANOVA) concretar así la contrastación de cada una de las hipótesis de esta investigación; todo esto utilizando el software Minitab 19.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación fue realizada con absoluta transparencia y veracidad, citando siempre la autoría respectiva de toda la información en cual fue necesario apoyarse, respetando así la propiedad intelectual de dichos investigadores y además cumpliendo con lo dispuesto en la normativa.



#### IV. RESULTADOS

Se buscó conocer la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades físicas del material de afirmado en Paucartambo – Paucartambo, por lo que se ejecutó los ensayos de granulometría y límites de Atterberg al material de afirmado de la cantera Callipata en estado natural, es decir la muestra patrón, y también con adiciones en incrementos porcentuales de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de haba y arveja, adicionando dichas cenizas tanto independiente como combinadamente en el material de afirmado.

Cada ensayo se realizó tres veces, por lo que los resultados mostrados son el promedio de esos tres valores iniciales. Estos resultados de análisis granulométrico, límites de Atterberg y las clasificaciones de suelos SUCS y AASHTO, fueron los siguientes:

**Tabla 4** Resumen de análisis granulométrico, clasificación SUCS y AASHTO en muestra patrón

DESCRIPCIÓN	Muestra Patrón
% de Fino	10.09%
% de Arena	17.97%
% de Grava	71.95%
Coeficiente de curvatura (Cc)	-
Coeficiente de uniformidad (Cu)	-
Tamaño Máximo de la Grava (mm)	50
	GP-GC
Clasificación SUCS	Grava pobremente graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
	A-1-a (0)
Clasificación AASHTO	Fragmentos de piedra, grava y arena

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5** Resumen de análisis granulométrico, clasificación SUSCS y AASHTO adicionando ceniza de tallo de haba

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de haba		
	Adición de 2% de ceniza de tallo de haba	Adición de 4% de ceniza de tallo de haba	Adición de 6% de ceniza de tallo de haba
Dosificación de ceniza de tallo de haba			
% de Fino	14.22%	13.67%	14.53%
% de Arena	22.60%	23.11%	23.48%
% de Grava	63.18%	63.22%	61.99%
Coeficiente de curvatura (Cc)	-	-	-
Coeficiente de uniformidad (Cu)	-	-	-
Tamaño Máximo de la Grava (mm)	37.5	37.5	37.5
	GC	GC	GC
Clasificación SUSCS	Grava arcillosa con arena	Grava arcillosa con arena	Grava arcillosa con arena
	A-2-4 (0)	A-2-6 (0)	A-2-4 (0)
Clasificación AASHTO	Grava y arena limosa o arcillosa	Grava y arena limosa o arcillosa	Grava y arena limosa o arcillosa

Fuente: Elaboración propia

Se pudo observar que al adicionar ceniza de tallo de haba al material de afirmado, la clasificación SUSCS del material cambió, pasando de GP-GC en la muestra patrón a GC; de igual manera en la clasificación AASHTO paso de A-a-1 (0) en la muestra patrón a A-2-4 (0), excepto cuando se adicionó esta ceniza en 4% que cambió a A-2-6 (0).

**Tabla 6** Resumen de análisis granulométrico, clasificación SUSCS y AASHTO adicionando ceniza de tallo de arveja

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de arveja		
	Adición de 2% de ceniza de tallo de arveja	Adición de 4% de ceniza de tallo de arveja	Adición de 6% de ceniza de tallo de arveja
Dosificación de ceniza de tallo de arveja			
% de Fino	15.56%	13.36%	17.73%
% de Arena	23.67%	19.60%	22.79%
% de Grava	60.77%	67.04%	59.48%
Coeficiente de curvatura (Cc)	-	-	-

Coeficiente de uniformidad (Cu)	-	-	-
Tamaño Máximo de la Grava (mm)	37.5	37.5	37.5
	GC	GC	GM
Clasificación SUCS	Grava arcillosa con arena	Grava arcillosa con arena	Grava limosa con arena
	A-2-4 (0)	A-2-6 (0)	A-2-4 (0)
Clasificación AASHTO	Grava y arena limosa o arcillosa	Grava y arena limosa o arcillosa	Grava y arena limosa o arcillosa

Fuente: Elaboración propia

Se pudo observar que al adicionar ceniza de tallo de arveja al material de afirmado, la clasificación SUCS del material cambió, pasando de GP-GC en la muestra patrón a GC excepto cuando se adicionó dicha ceniza en 6% que cambió a GM; de igual manera en la clasificación AASHTO paso de A-a-1 (0) en la muestra patrón a A-2-4 (0), excepto cuando se adicionó esta ceniza en 4% que cambió a A-2-6 (0).

**Tabla 7** Resumen de análisis granulométrico, clasificación SUCS y AASHTO adicionando ceniza de tallo de haba y arveja

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de haba y arveja		
	Adición de ceniza de tallo de haba (1%) y arveja (1%)	Adición de ceniza de tallo de haba (2%) y arveja (2%)	Adición de ceniza de tallo de haba (3%) y arveja (3%)
Dosificación de ceniza de tallo de haba y arveja			
Fino	15.91%	13.63%	16.79%
Arena	23.15%	21.42%	22.66%
Grava	60.94%	64.95%	60.55%
Coeficiente de curvatura (Cc)	-	-	-
Coeficiente de uniformidad (Cu)	-	-	-
Tamaño Máximo de la Grava (mm)	37.5	37.5	37.5
	GC	GC	GC
Clasificación SUCS	Grava arcillosa con arena	Grava arcillosa con arena	Grava arcillosa con arena
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-6 (0)

Grava y arena limosa o arcillosa      Grava y arena limosa o arcillosa      Grava y arena limosa o arcillosa

Fuente: Elaboración propia

Se pudo observar que al adicionar ceniza de tallo de haba y arveja a la vez al material de afirmado, la clasificación SUCS del material cambió, pasando de GP-GC en la muestra patrón a GC; de igual manera en la clasificación AASHTO paso de A-a-1 (0) en la muestra patrón a A-2-4 (0), excepto cuando se adicionó esta ceniza en 6% que cambió a A-2-6 (0).

**Tabla 8** Límites de Atterberg con ceniza de tallo de haba

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de haba			
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de tallo de haba	Adición de 4% de ceniza de tallo de haba	Adición de 6% de ceniza de tallo de haba
Dosificación de ceniza de tallo de haba				
Límite Líquido	24%	26%	30%	28%
Límite Plástico	14%	16%	19%	20%
Índice de Plasticidad	10%	10%	11%	8%

Fuente: Elaboración propia

Para entender mejor aún el comportamiento de los valores obtenidos al adicionar ceniza de tallo de haba en el material de afirmado en 2%, 4% y 6%, se calcularon las variaciones porcentuales de dichos valores respecto a lo obtenido en la muestra patrón, por lo que en cuanto al LL estas variaciones fueron 8.33%, 25.00% y 16.67%, respectivamente; y para el IP 0.00%, 10.00% y -20.00%, respectivamente.

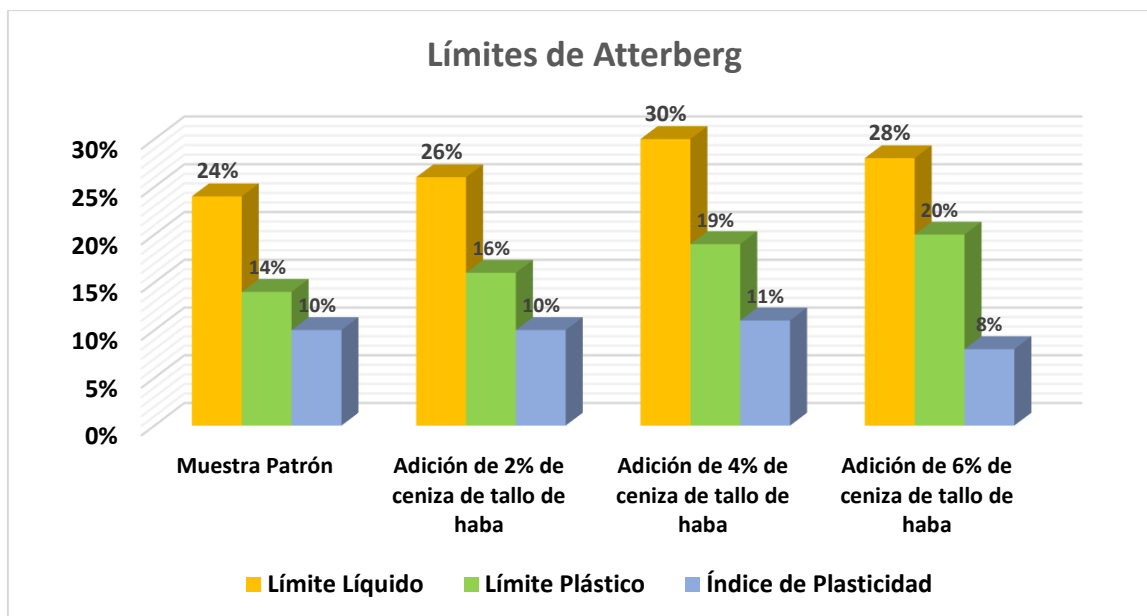


Figura 4 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de haba

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de arveja

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de arveja			
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de tallo de arveja	Adición de 4% de ceniza de tallo de arveja	Adición de 6% de ceniza de tallo de arveja
Límite Líquido	24%	27%	30%	32%
Límite Plástico	14%	17%	19%	25%
Índice de Plasticidad	10%	10%	11%	7%

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se calcularon las variaciones porcentuales de los resultados obtenidos cuando se adicionó ceniza de tallo de arveja, por lo que en cuanto al LL estas variaciones fueron 12.50%, 25.00% y 33.33%, respectivamente; y para el IP 0.00%, 10.00% y -30.00%, respectivamente.

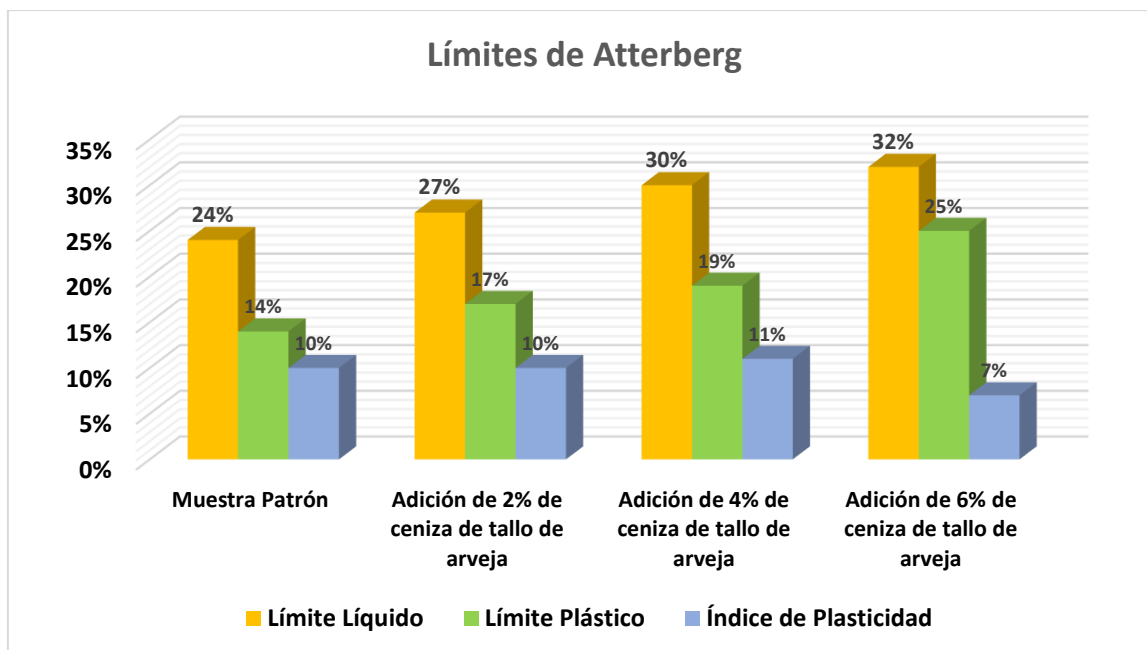


Figura 5 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de arveja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de haba y arveja

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de haba y arveja			
	Muestra Patrón	Adición de ceniza de tallo de haba (1%) y arveja (1%)	Adición de ceniza de tallo de haba (2%) y arveja (2%)	Adición de ceniza de tallo de haba (3%) y arveja (3%)
Dosificación de ceniza de tallo de haba y arveja				
Límite Líquido	24%	24%	22%	22%
Límite Plástico	14%	13%	12%	10%
Índice de Plasticidad	10%	11%	10%	12%

Fuente: Elaboración propia

Así también se calcularon las variaciones porcentuales de los resultados obtenidos cuando se adicionó ceniza de tallo de haba y arveja, por lo que en cuanto al LL estas variaciones fueron 0.00%, -8.33% y -8.33%, respectivamente; y para el IP 10.00%, 0.00% y 20.00%, respectivamente.

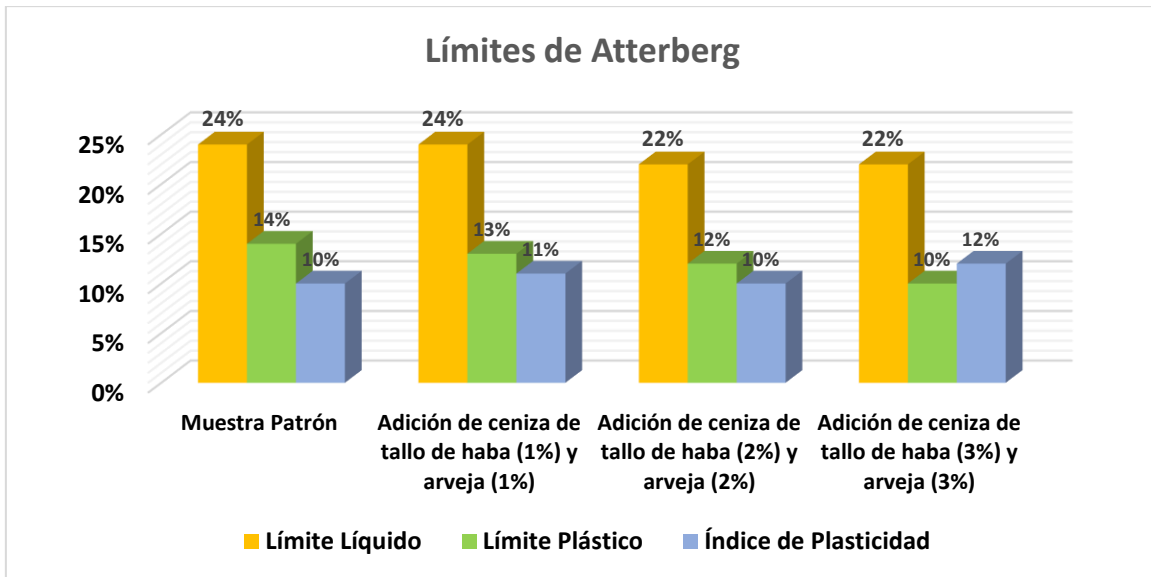


Figura 6 Límites de Atterberg con ceniza de tallo de haba y arveja

Fuente: Elaboración propia

Asimismo se buscó determinar la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del material de afirmado en Paucartambo- Paucartambo- Cusco, por lo que se ejecutó los ensayos de Proctor Modificado y CBR al material de afirmado de la cantera Callipata en estado natural, es decir la muestra patrón, y también con adiciones en incrementos porcentuales de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de haba y arveja, adicionando dichas cenizas tanto independiente como combinadamente en el material de afirmado.

Cada ensayo se realizó tres veces, por lo que los resultados mostrados son el promedio de esos tres valores iniciales. Estos resultados de Proctor Modificado (peso unitario seco máximo y óptimo contenido de humedad) y CBR fueron los siguientes:

Tabla 11 Proctor modificado con ceniza de tallo de haba

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de haba			
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de tallo de haba	Adición de 4% de ceniza de tallo de haba	Adición de 6% de ceniza de tallo de haba
Dosificación de ceniza de tallo de haba				
Peso Unitario Seco Máximo (lbf/pie <sup>3</sup> )	141.5	141.5	140.5	140.2
Óptimo Contenido de Humedad	5.0%	5.7%	6.0%	6.3%

Fuente: Elaboración propia

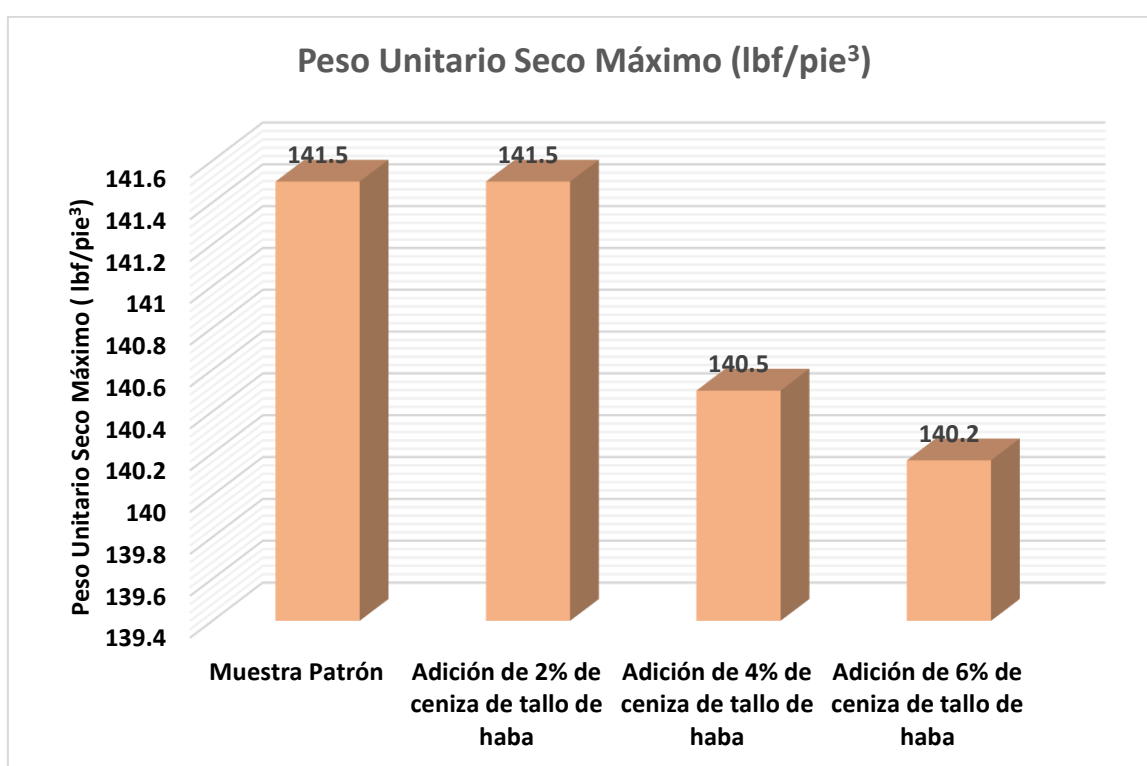


Figura 7 Peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba

Fuente: Elaboración propia



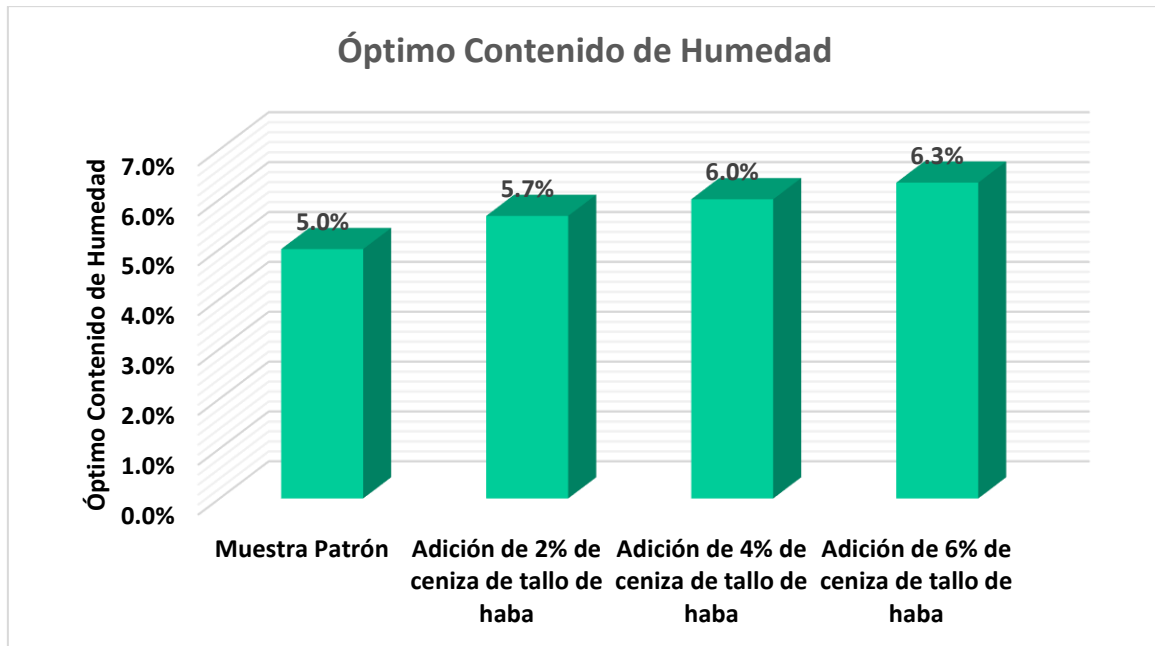


Figura 8 Óptimo contenido de humedad con ceniza de tallo de haba

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Proctor modificado con ceniza de tallo de arveja

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de arveja			
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de tallo de arveja	Adición de 4% de ceniza de tallo de arveja	Adición de 6% de ceniza de tallo de arveja
Dosificación de ceniza de tallo de arveja				
Peso Unitario Seco Máximo (lbf/pie <sup>3</sup> )	141.5	140.5	139.2	136.8
Óptimo Contenido de Humedad	5.0%	6.0%	6.3%	6.8%

Fuente: Elaboración propia

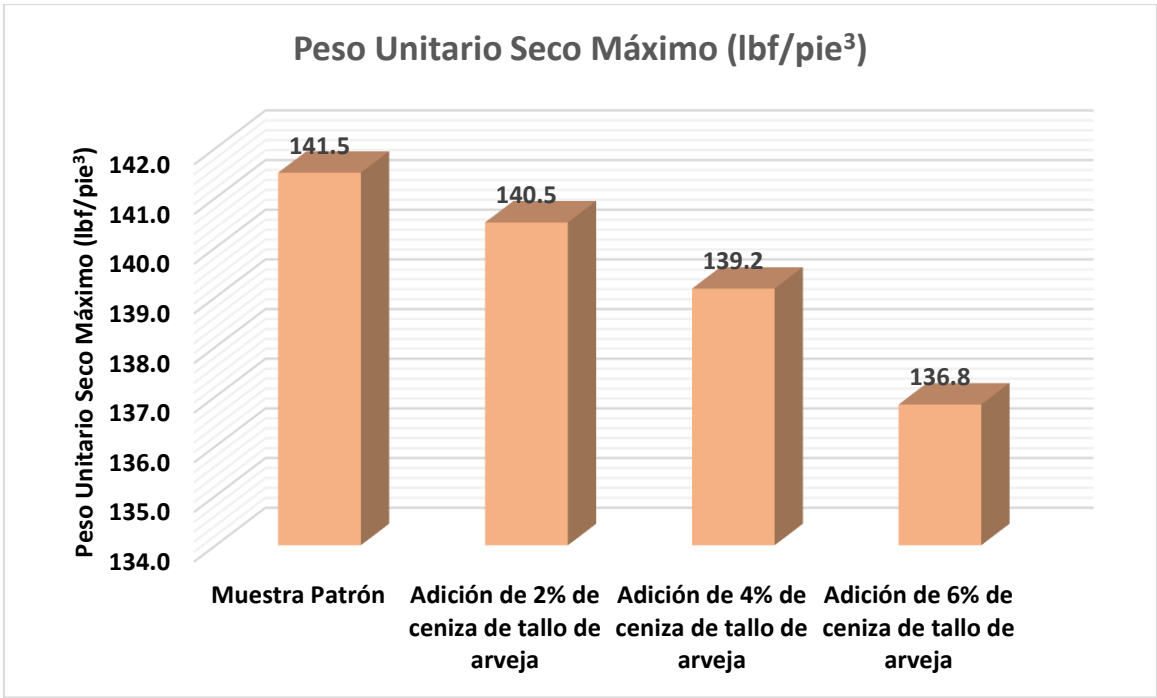


Figura 9 Peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de arveja

Fuente: Elaboración propia

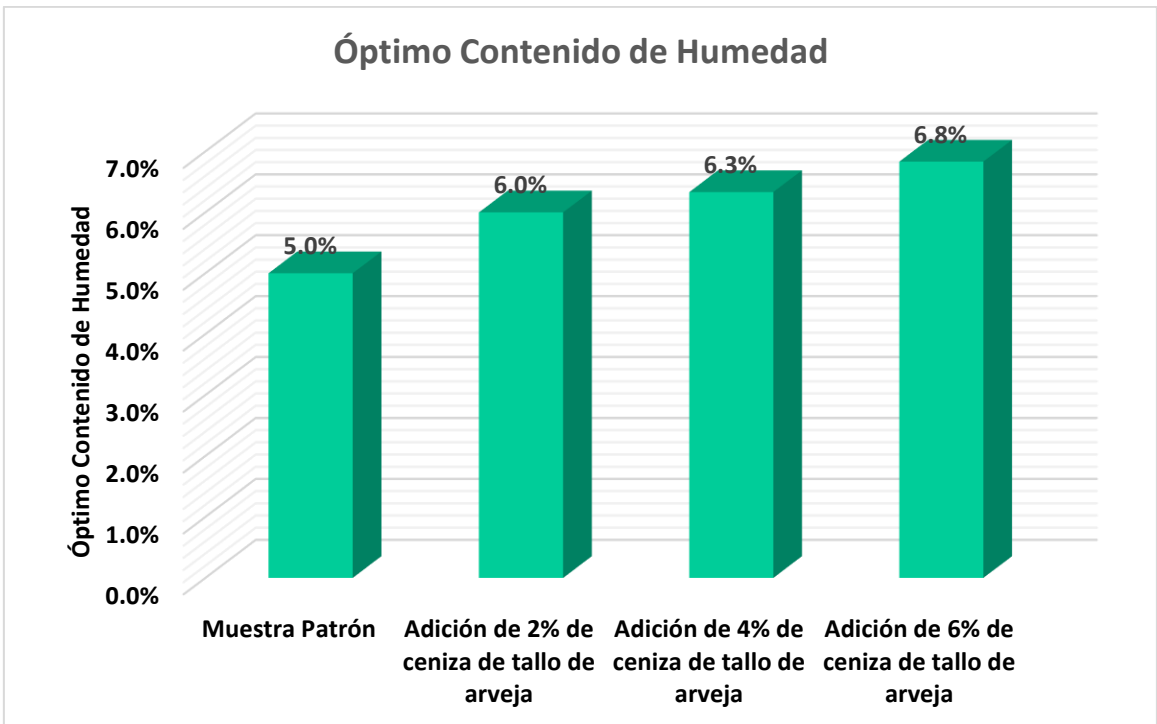


Figura 10 Óptimo contenido de humedad con ceniza de tallo de arveja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Proctor modificado con ceniza de tallo de haba y arveja

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de haba y arveja			
	Muestra Patrón	Adición de ceniza de tallo de haba (1%) y arveja (1%)	Adición de ceniza de tallo de haba (2%) y arveja (2%)	Adición de ceniza de tallo de haba (3%) y arveja (3%)
Dosificación de ceniza de tallo de haba y arveja				
Peso Unitario Seco Máximo (lbf/pie <sup>3</sup> )	141.5	142.2	141.0	141.0
Óptimo Contenido de Humedad	5.0%	5.9%	5.8%	6.6%

Fuente: Elaboración propia

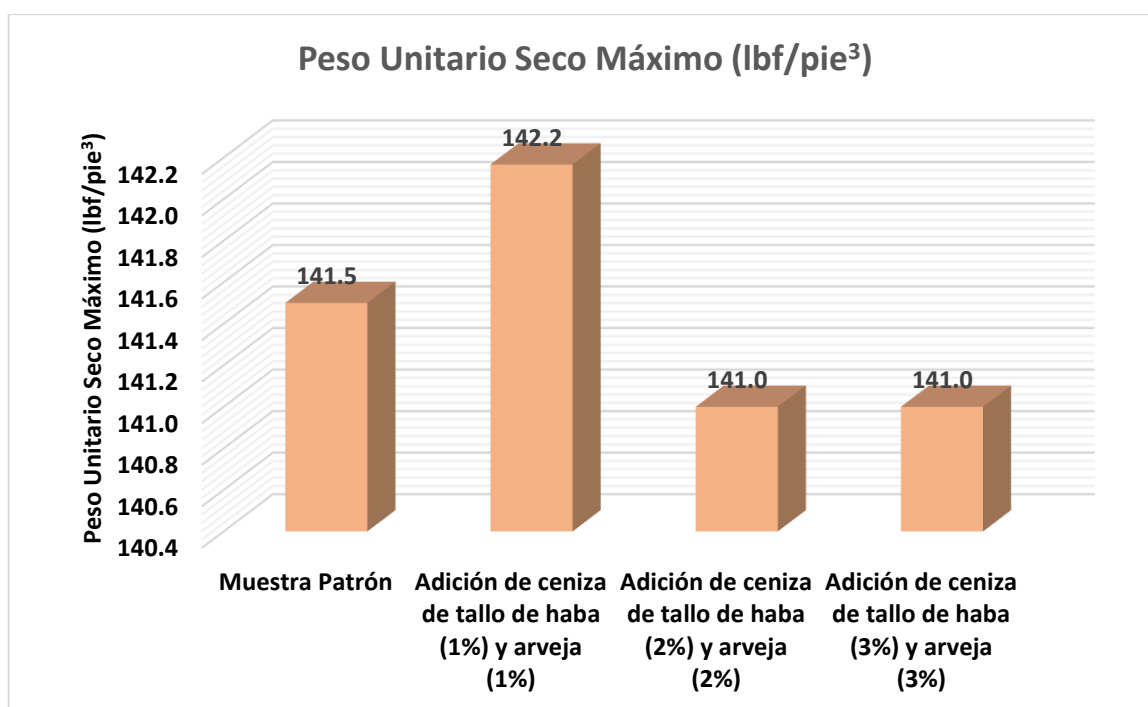


Figura 11 Peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba y arveja

Fuente: Elaboración propia

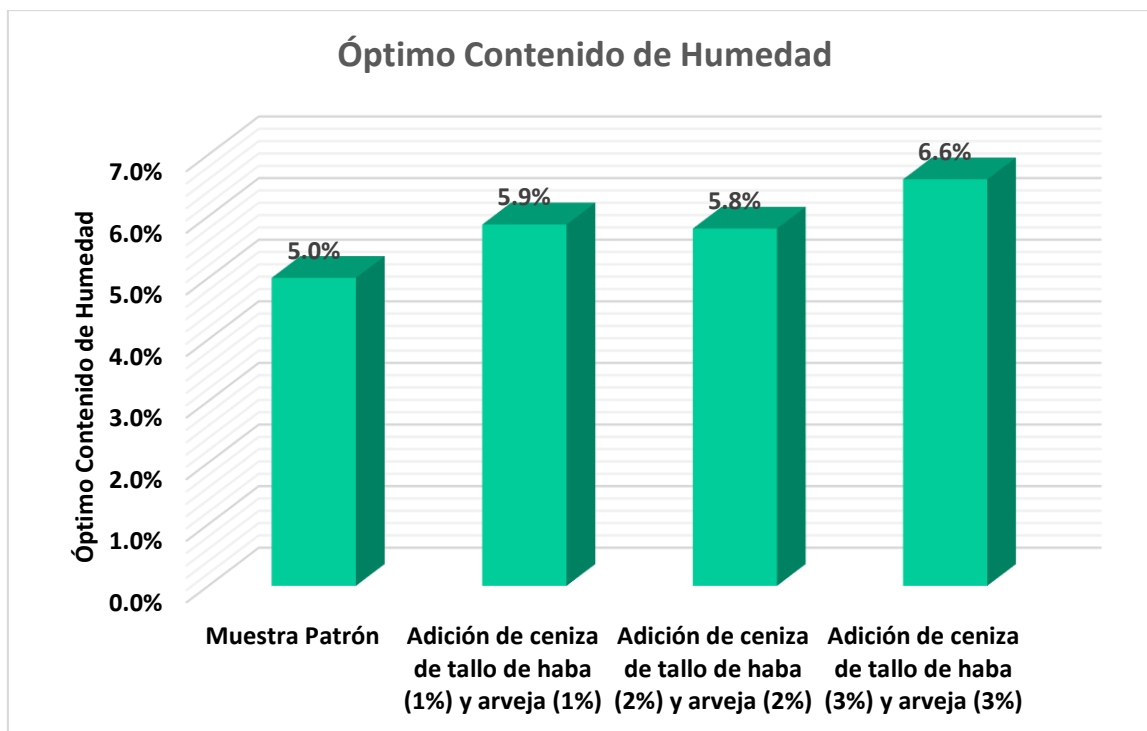


Figura 12 Óptimo contenido de humedad con ceniza de tallo de haba y arveja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 CBR al 100% del peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de haba			
	Muestra Patrón	Adición de 2% de ceniza de tallo de haba	Adición de 4% de ceniza de tallo de haba	Adición de 6% de ceniza de tallo de haba
Dosificación de ceniza de tallo de haba				
CBR al 100% de Peso Unitario Seco Máximo	57.2%	77.7%	72.5%	72.3%

Fuente: Elaboración propia

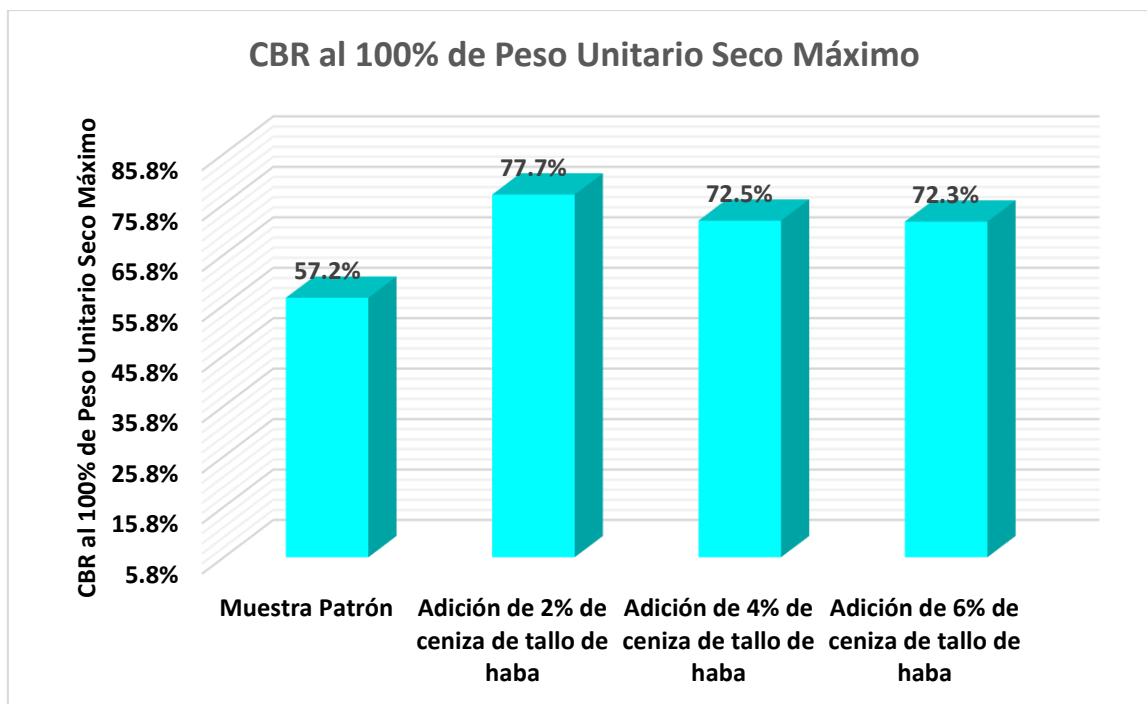


Figura 13 CBR al 100% de peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 CBR al 100% del peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de arveja

DESCRIPCIÓN	Muestra Patrón	Ceniza de tallo de arveja		
		Adición de 2% de ceniza de tallo de arveja	Adición de 4% de ceniza de tallo de arveja	Adición de 6% de ceniza de tallo de arveja
Dosificación de ceniza de tallo de arveja				
CBR al 100% de Peso Unitario Seco Máximo	57.2%	78.0%	71.6%	71.9%

Fuente: Elaboración propia

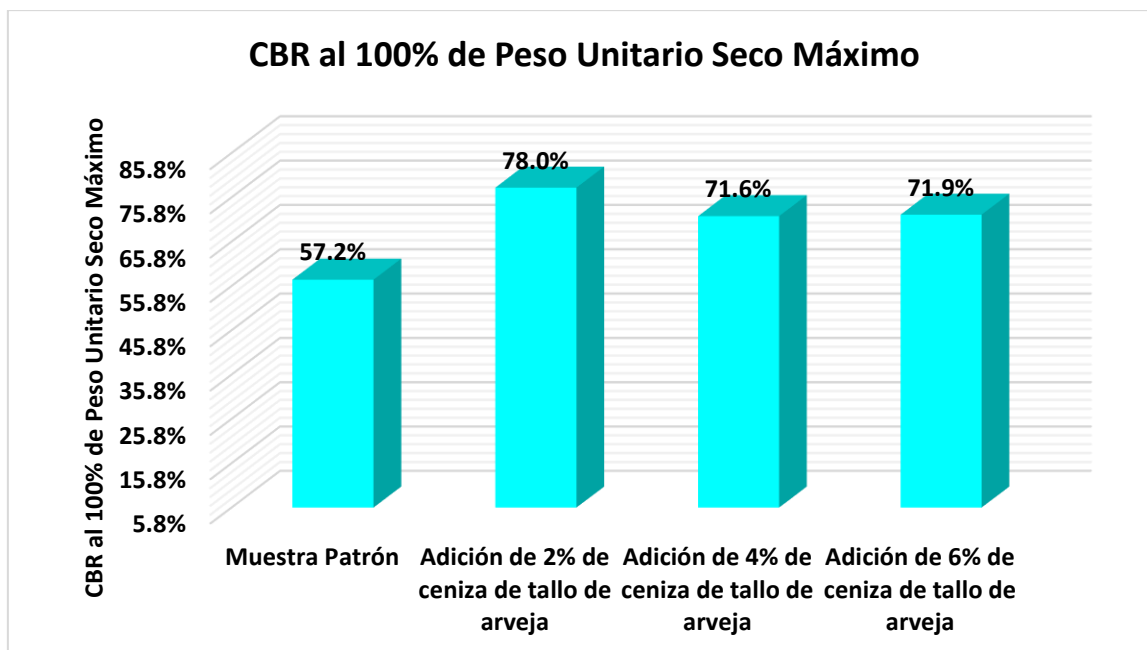


Figura 14 CBR al 100% de peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de arveja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 CBR al 100% del peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba y arveja

DESCRIPCIÓN	Ceniza de tallo de haba y arveja			
	Muestra Patrón	Adición de ceniza de tallo de haba (1%) y arveja (1%)	Adición de ceniza de tallo de haba (2%) y arveja (2%)	Adición de ceniza de tallo de haba (3%) y arveja (3%)
Dosificación de ceniza de tallo de haba y arveja				
CBR al 100% de Peso Unitario Seco Máximo	57.2%	93.6%	89.2%	88.3%

Fuente: Elaboración propia

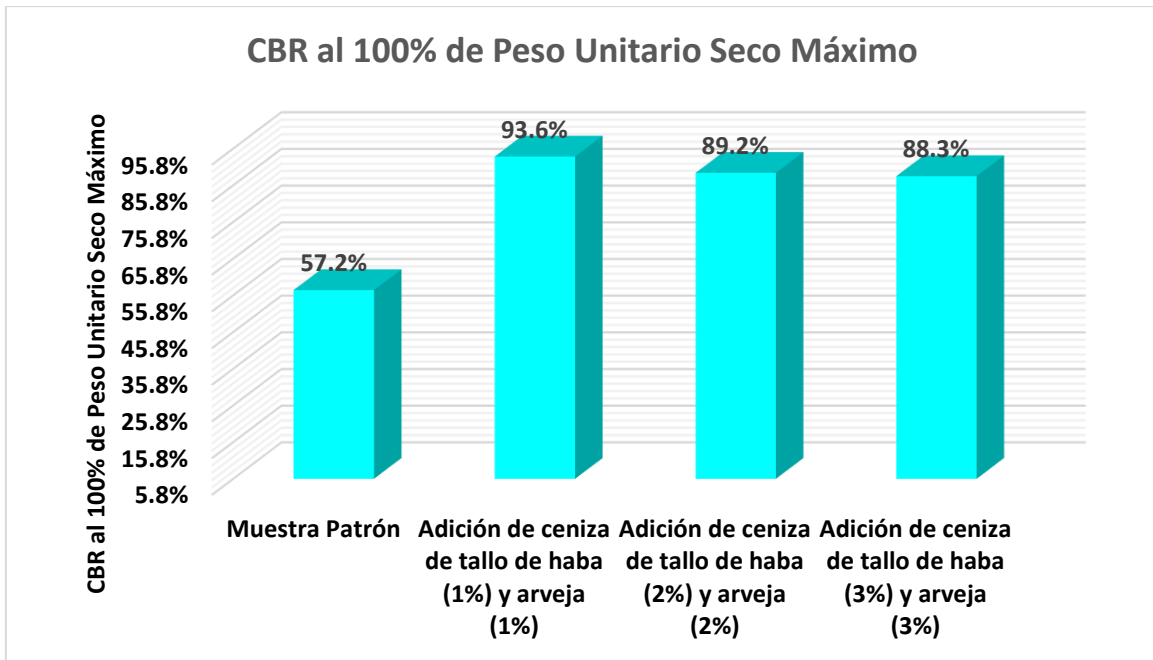


Figura 15 CBR al 100% del peso unitario seco máximo con ceniza de tallo de haba y arveja

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17** Desgaste de abrasión de Los Ángeles en muestra patrón

Dosificación de ceniza de tallo de haba	Muestra Patrón
Desgaste de Abrasión de los Ángeles	24.10%

Fuente: Elaboración propia

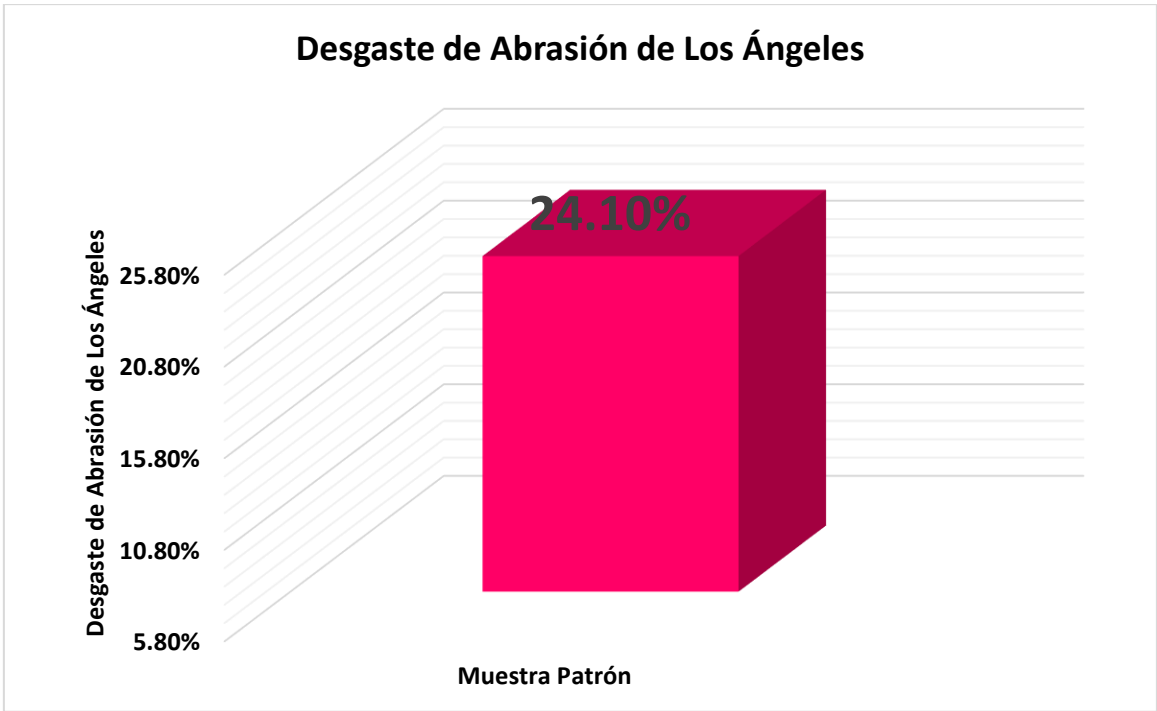


Figura 16 Desgaste de abrasión de Los Ángeles en muestra patrón

Fuente: Elaboración propia



## CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

La influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades físicas del material de afirmado es un 10% en Paucartambo-Paucartambo-Cusco.

## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

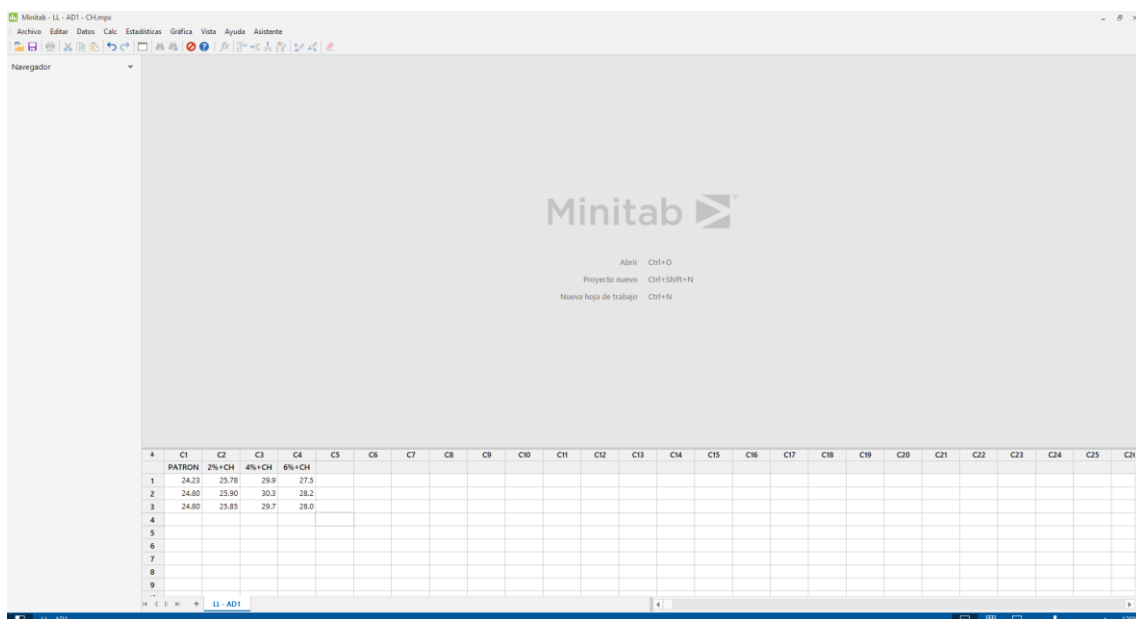
### PROPIEDAD FÍSICA: LÍMITE LÍQUIDO – CENIZA DE HABAS

#### DATOS:

LÍMITE LÍQUIDO – C. HABAS			
PATRON	2%	4%	6%
24.23	25.78	29.90	27.50
24.8	25.9	30.30	28.20
24.8	25.85	29.70	28.00

#### ANALISIS:

#### PRUEBA DE NORMALIDAD



The screenshot shows the Minitab software interface. The main window displays the Minitab logo and keyboard shortcuts: 'Abrir' (Ctrl+O), 'Proyecto nuevo' (Ctrl+Shift+N), and 'Nueva hoja de trabajo' (Ctrl+N). Below the main window, a data table is visible with the following content:

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26
1	PATRON	2%+CH	4%+CH	6%+CH																						
2	24.23	25.78	29.9	27.5																						
3	24.80	25.90	30.3	28.2																						
4	24.80	25.85	29.7	28.0																						
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
...																										

Se plantean las hipótesis:

$H_0$ : la variable sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

$H_1$ : la variable no sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

Traduciendo a nuestro parámetro de evaluación:

H<sub>0</sub>: los valores del ensayo de Limite Liquido sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

H<sub>1</sub>: los valores del ensayo de Limite Liquido no sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

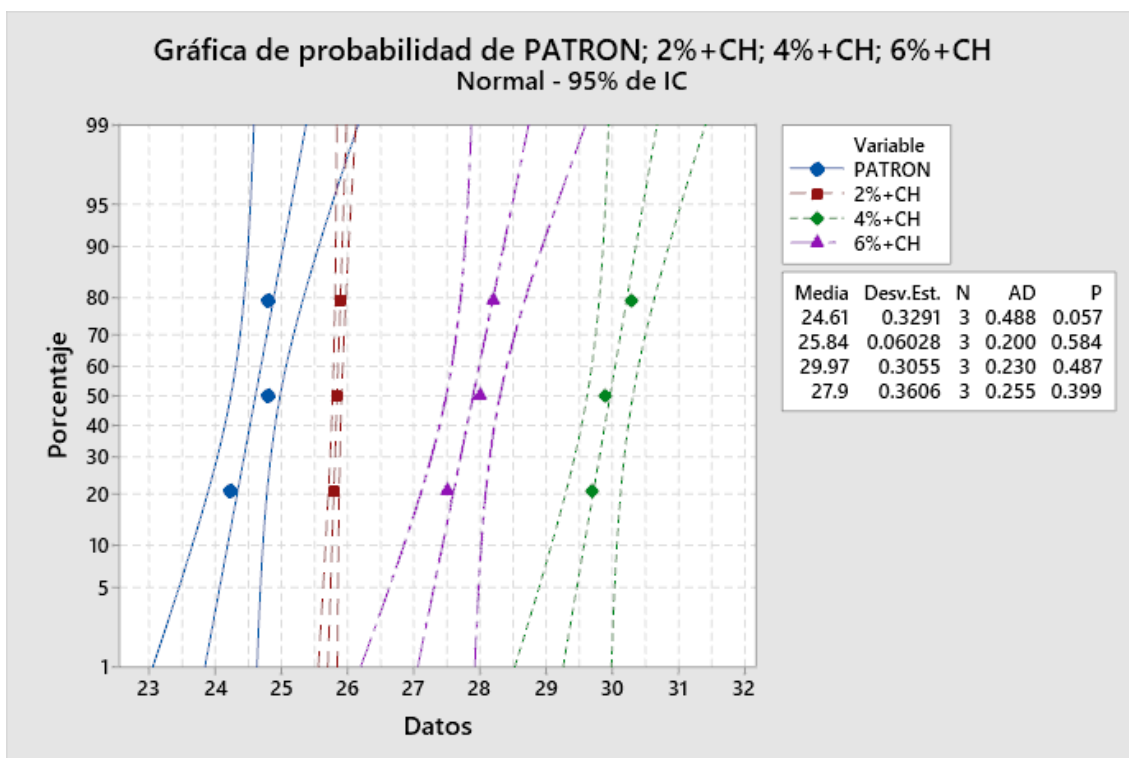
### PARÁMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal

LL - AD1

### Gráfica de probabilidad de PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH



### Resultados:

Valor  $p$  =

Valor  $\alpha$  = 0.05

## **Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor  $p$  de muestra de ensayo Patrón en Limite Liquido es 0.057

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en Limite Liquido es 2% de CH es 0.584

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en Limite Liquido es 4% de CH es 0.487

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en Limite Liquido es 6% de CH es 0.399

## **Concluimos**

Que el valor  $p$  en los tres casos son mayores que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

## **ANÁLISIS: PRUEBA DE VARIANZAS**

Evaluación de la varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlet

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

### **Traduciendo**

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de Limite Liquido de la muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de Limite Liquido de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

**Evaluamos con Minitab**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Las varianzas son desiguales)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis alterna (Las varianzas son iguales)

LL - AD1

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

**Método**

Hipótesis nula            Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna        Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.*

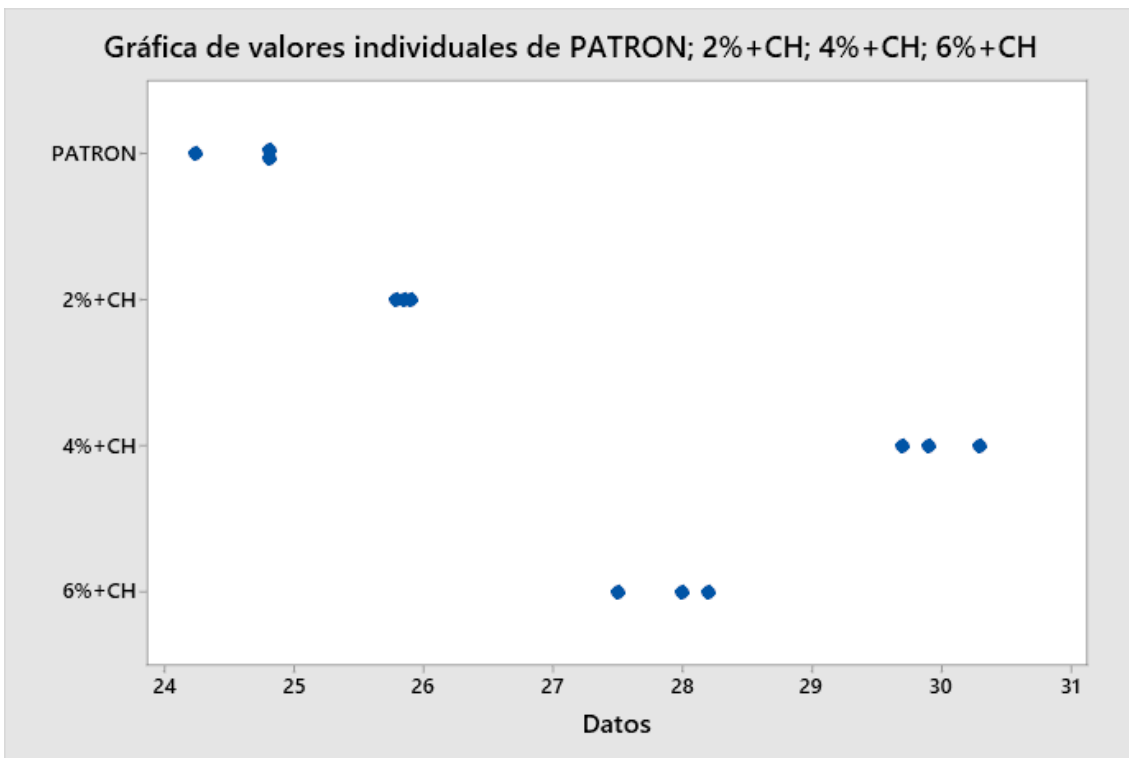
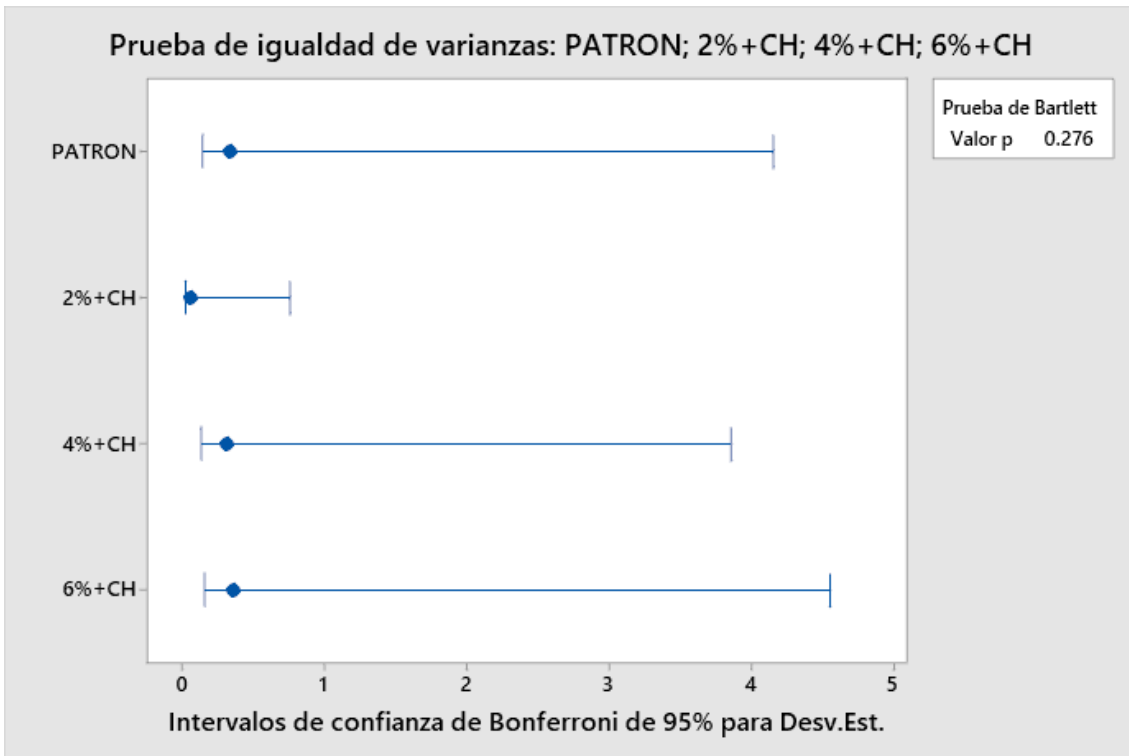
**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

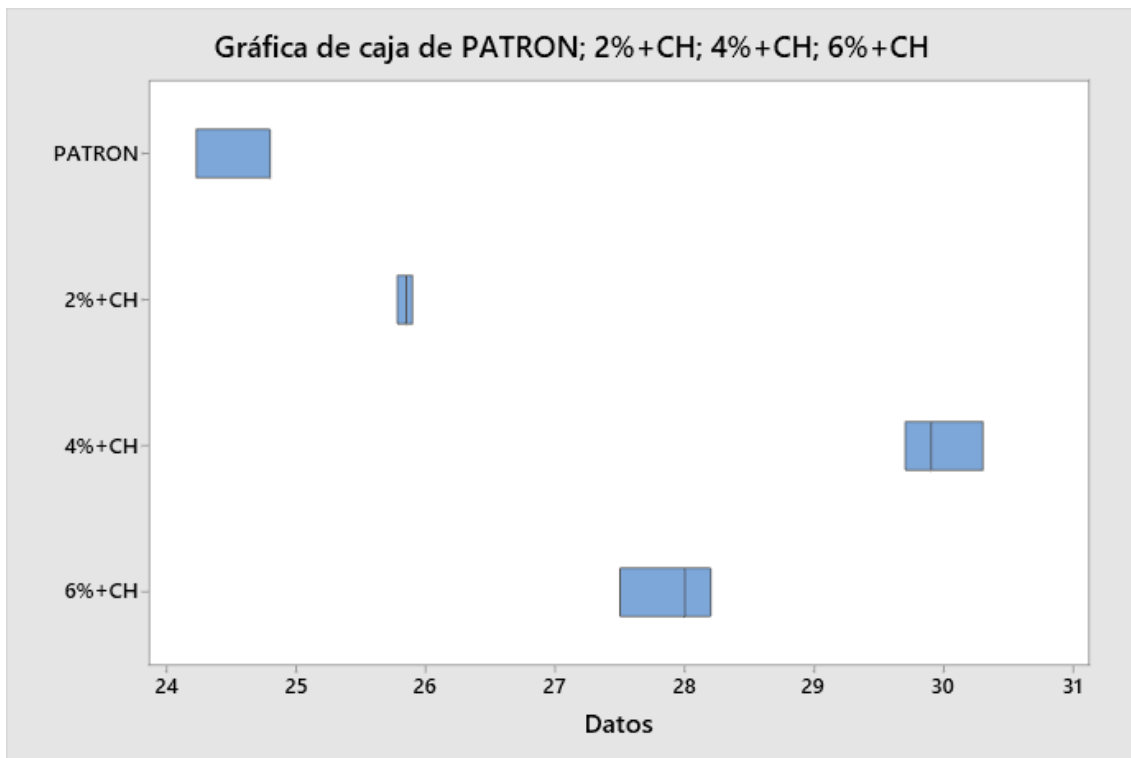
<b>Muestra</b>	<b>N</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC</b>
PATRON	3	0.329090	(0.146079; 4.15618)
2%+CH	3	0.060277	(0.026756; 0.76126)
4%+CH	3	0.305505	(0.135610; 3.85832)
6%+CH	3	0.360555	(0.160047; 4.55356)

*Nivel de confianza individual = 98.75%*

**Pruebas**

	<b>Estadística</b>	<b>Valor</b>
<b>Método de prueba</b>	<b>p</b>	
Bartlett	3.87	0.276





**Resultados:**

Valor  $p = 0.276$

Valor  $\alpha = 0.05$

**Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula.

Valor  $p > \alpha$  : Aceptamos la Hipótesis nula.

**Concluimos**

Que el valor  $p$  es mayor que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del Limite Liquido de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Los resultados del Limite Liquido de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas presentan varianzas iguales.

## **ANÁLISIS: PRUEBA DE IGUALDAD DE MEDIAS: ESTADÍSTICO ANOVA**

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de Limite Liquido de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

Hipótesis nula

$H_0$ : medias de K poblaciones ( $K > 2$ ) son iguales

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Hipótesis alternativa

$H_1$ : al menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

### **Traduciendo a nuestro caso**

Hipótesis nula

$H_0$ : las media del resultado del Limite Liquido es igual a la media de los resultados del Límite Líquido adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

Hipótesis alternativa

$H_1$ : Al menos unas de las media del resultado Limite Liquido es no es igual a la media de los resultados del Limite Liquido adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

$$u_1 / u_2 > 1.1$$

$$u_1 / u_3 > 1.1$$

## Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Al menos una de las medias es diferente)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula (Las medias son iguales)

LL - AD1

**ANOVA de un solo factor: PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

### Método

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna        No todas las medias son iguales  
Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

#### Factor Niveles Valores

Factor 4            PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH

### Análisis de Varianza

	SC	MC	Valor	Valor	
Fuente	GL	Ajust.	F	p	
Factor	3	49.9065	16.6355	198.47	0.000
Error	8	0.6705	0.0838		
Total	11	50.5770			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.289511	98.67%	98.18%	97.02%

### Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PATRON	3	24.610	0.329	(24.225; 24.995)
2%+CH	3	25.8433	0.0603	(25.4579; 26.2288)
4%+CH	3	29.967	0.306	(29.581; 30.352)
6%+CH	3	27.900	0.361	(27.515; 28.285)

*Desv.Est. agrupada = 0.289511*

### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Factor	N	Media	Agrupación
--------	---	-------	------------



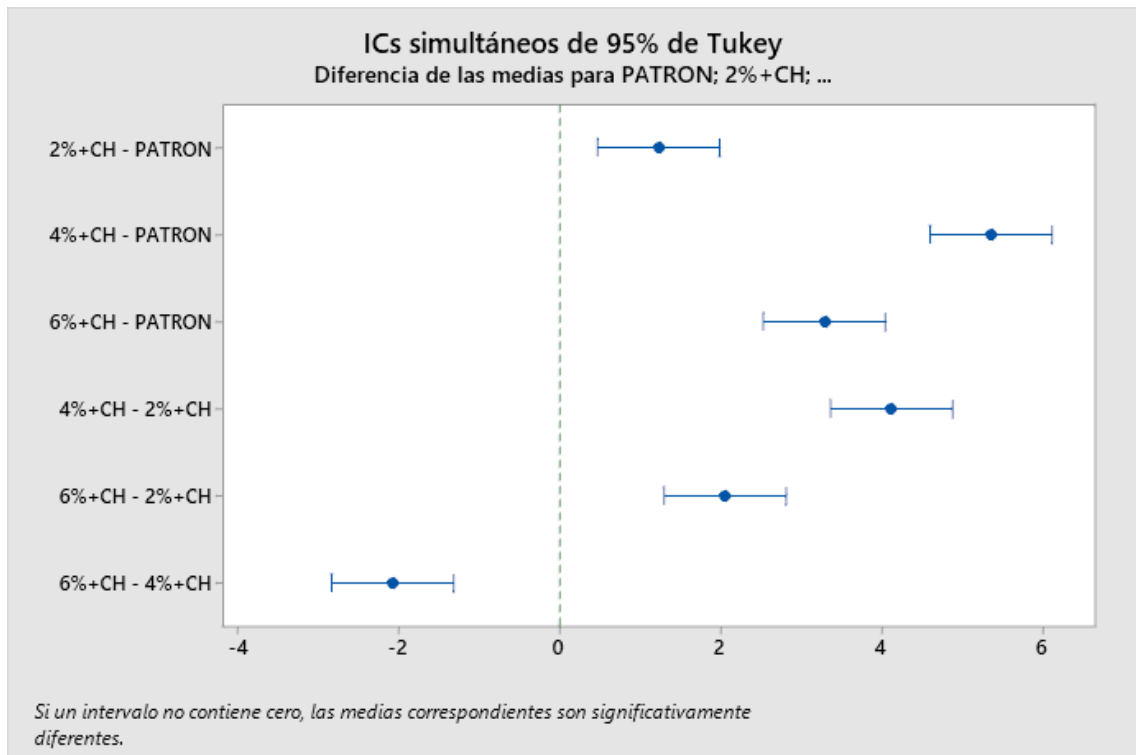
4%+CH	3	29.967	A
6%+CH	3	27.900	B
2%+CH	3	25.8433	C
PATRON	3	24.610	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

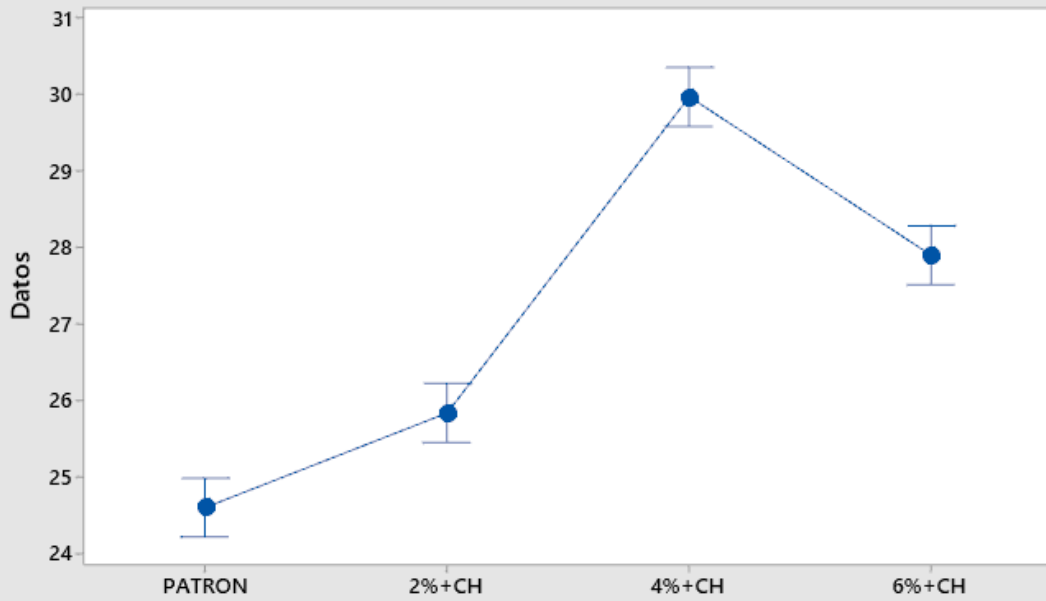
### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	EE	Diferencia de las medias	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2%+CH - PATRON	1.233	0.236	(0.476; 1.991)	5.22	0.004	
4%+CH - PATRON	5.357	0.236	(4.599; 6.114)	22.66	0.000	
6%+CH - PATRON	3.290	0.236	(2.533; 4.047)	13.92	0.000	
4%+CH - 2%+CH	4.123	0.236	(3.366; 4.881)	17.44	0.000	
6%+CH - 2%+CH	2.057	0.236	(1.299; 2.814)	8.70	0.000	
6%+CH - 4%+CH	-2.067	0.236	(-2.824; -1.309)	-8.74	0.000	

Nivel de confianza individual = 98.74%



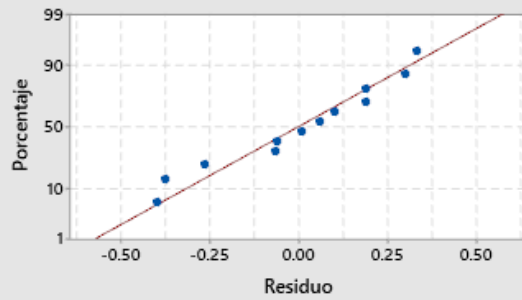
Gráfica de intervalos de PATRON; 2%+CH; ...  
95% IC para la media



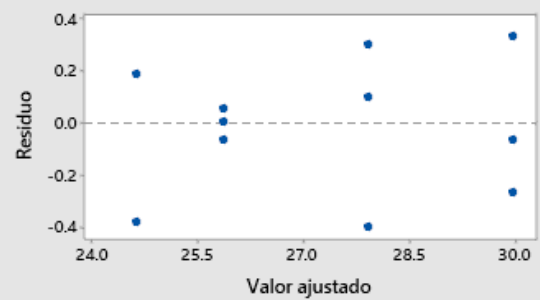
La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Gráficas de residuos para PATRON; 2%+CH; ...

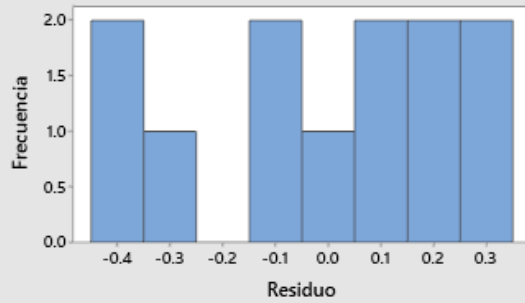
Gráfica de probabilidad normal



vs. ajustes



Histograma



### Resultados:

Valor  $p = 0.00$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula

### Concluimos

Concluimos que el valor  $p$  del ANOVA que resulta 0.00 es menor que a nivel de significancia la probabilidad de cometer el error I; por lo que rechazamos la hipótesis nula aceptamos la hipótesis alterna , esto significa que **al menos alguna de las medias de los tratamientos es diferente de las demás; esto quiere decir que si existe un efecto del factor X en la variable de respuesta**; interpretando que en nuestra investigación que si existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de **haba** en los resultados del Limite Liquido al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

### PROPIEDAD FÍSICA: LÍMITE LÍQUIDO – CENIZA DE ARVEJAS

#### DATOS:

LÍMITE LÍQUIDO – C. ARVEJAS			
PATRÓN	2%	4%	6%
24.23	26.50	29.60	31.75
24.8	26.00	29.90	31.25
24.8	26.60	29.90	31.70

#### ANÁLISIS:

#### PRUEBA DE NORMALIDAD

The screenshot shows the Minitab software interface. The main window displays the Minitab logo and some menu options. Below the logo, there is a data table with the following structure:

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26
1	PATRÓN	2%+CA	4%+CA	6%+CA																						
2	24.23	26.5	29.6	31.75																						
3	24.80	26.0	29.9	31.25																						
4	24.80	26.6	29.9	31.70																						

Se plantean las hipótesis:

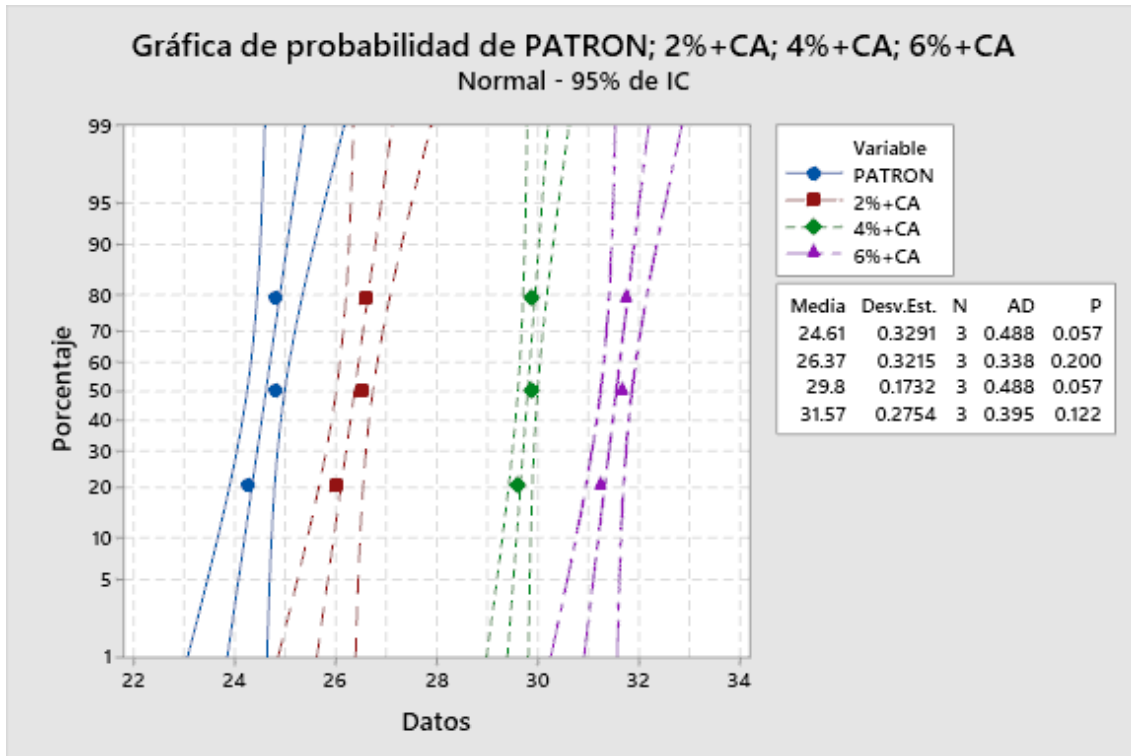
$H_0$ : los valores del ensayo de Limite Liquido sigue una distribución normal ( $\mu$  ,  $\sigma^2$ )

$H_1$ : los valores del ensayo de Limite Liquido no sigue una distribución normal ( $\mu$  ,  $\sigma^2$ )

## PARÁMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

LL - AD2

Gráfica de probabilidad de PATRÓN; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA



### Resultados:

Valor  $p =$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor  $p$  de muestra de ensayo Patrón en Limite Liquido es 0.057

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en Limite Liquido es 2% de CA es 0.200

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en Limite Liquido es 4% de CA es 0.057

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en Limite Liquido es 6% de CA es 0.122

## Concluimos

Que el valor p en los tres casos son mayores que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

## ANÁLISIS:

### PRUEBA DE VARIANZAS

Evaluación de la varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlet

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

### Traduciendo

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de Limite Liquido de las muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de Limite Liquido de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

### Evaluamos con Minitab

LL - AD2

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

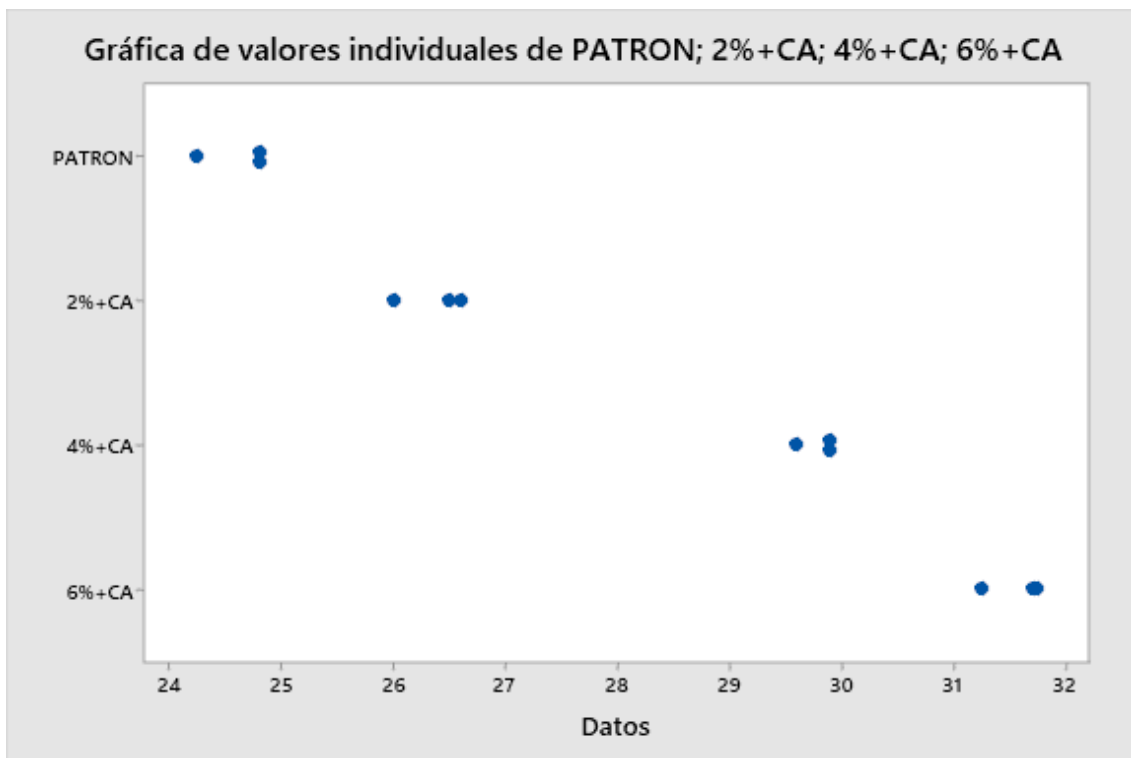
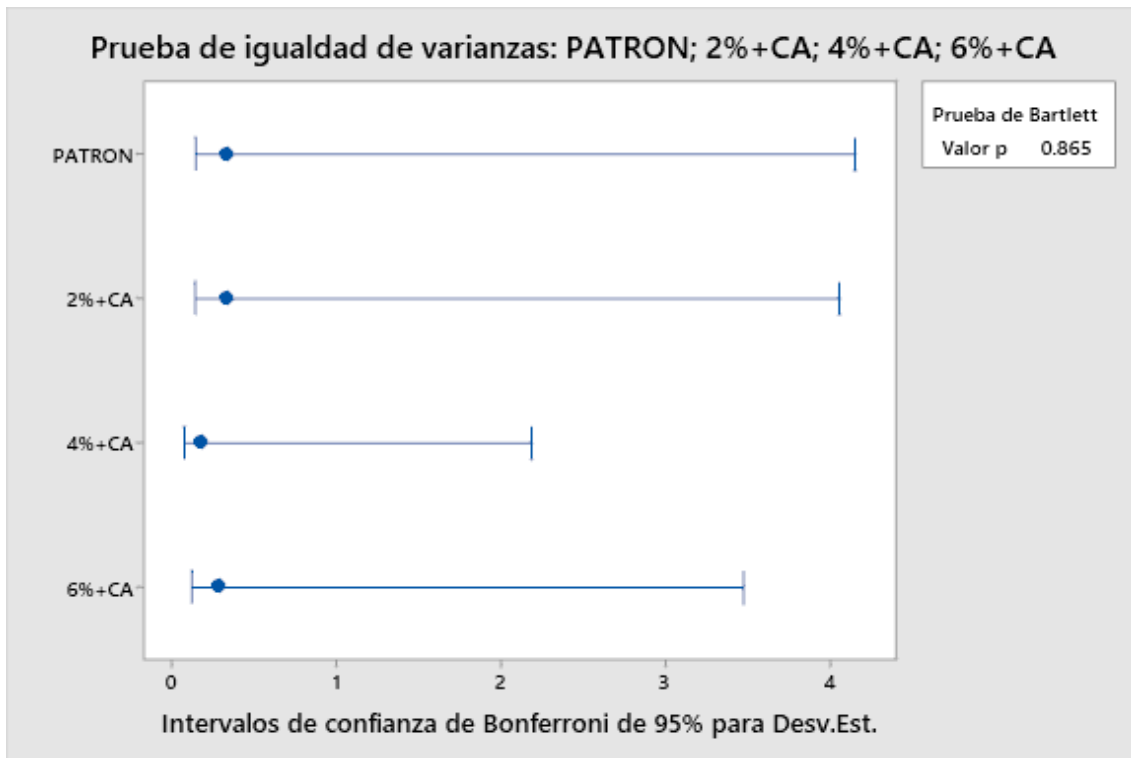
### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

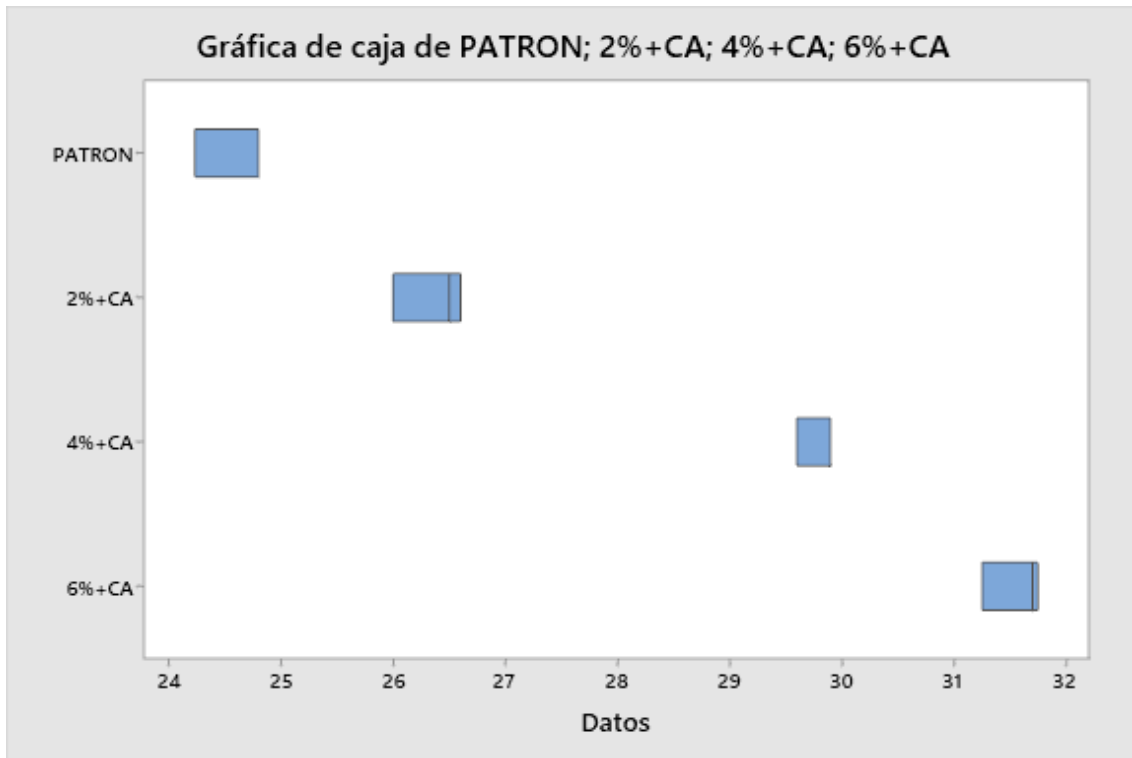
Muestra	N	Desv.Est.	IC
PATRON	3	0.329090	(0.146079; 4.15618)
2%+CA	3	0.321455	(0.142690; 4.05976)
4%+CA	3	0.173205	(0.076884; 2.18746)
6%+CA	3	0.275379	(0.122238; 3.47784)

Nivel de confianza individual = 98.75%

## Pruebas

	Estadística	
Método de prueba		Valor p
Bartlett	0.73	0.865





### Resultados:

Valor  $p = 568.0$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  Rechazamos Hipótesis nula.

Valor  $p > \alpha$  Aceptamos la Hipótesis nula.

### Concluimos

Que el valor  $p$  es mayor que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del Limite Liquido de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Los resultados del Limite Liquido de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas presentan varianzas iguales.



## ANÁLISIS: PRUEBA DE IGUALDAD DE MEDIAS: ESTADÍSTICO ANOVA

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de Limite Liquido de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

Hipótesis nula

$H_0$ : las medias del resultado del Limite Liquido es igual a la media de los resultados del Límite Líquido adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

Hipótesis alternativa

$H_1$ : Al menos una de las media del resultado Limite Liquido es no es igual a la media de los resultados del Limite Liquido adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

$$u_1 / u_2 > 1.1$$

$$u_1 / u_3 > 1.1$$

### Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Al menos una de las medias es diferente)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula (Las medias son iguales)

LL - AD2

**ANOVA de un solo factor: PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

**Factor Niveles Valores**

Factor 4 PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA

### Análisis de Varianza

		SC	MC	Valor	Valor	
	Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
	Factor	3	90.2746	30.0915	379.15	0.000
	Error	8	0.6349	0.0794		
	Total	11	90.9095			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.281721	99.30%	99.04%	98.43%

#### Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PATRON	3	24.610	0.329	(24.235; 24.985)
2%+CA	3	26.367	0.321	(25.992; 26.742)
4%+CA	3	29.800	0.173	(29.425; 30.175)
6%+CA	3	31.567	0.275	(31.192; 31.942)

*Desv.Est. agrupada = 0.281721*

#### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
6%+CA	3	31.567	A
4%+CA	3	29.800	B
2%+CA	3	26.367	C
PATRON	3	24.610	D

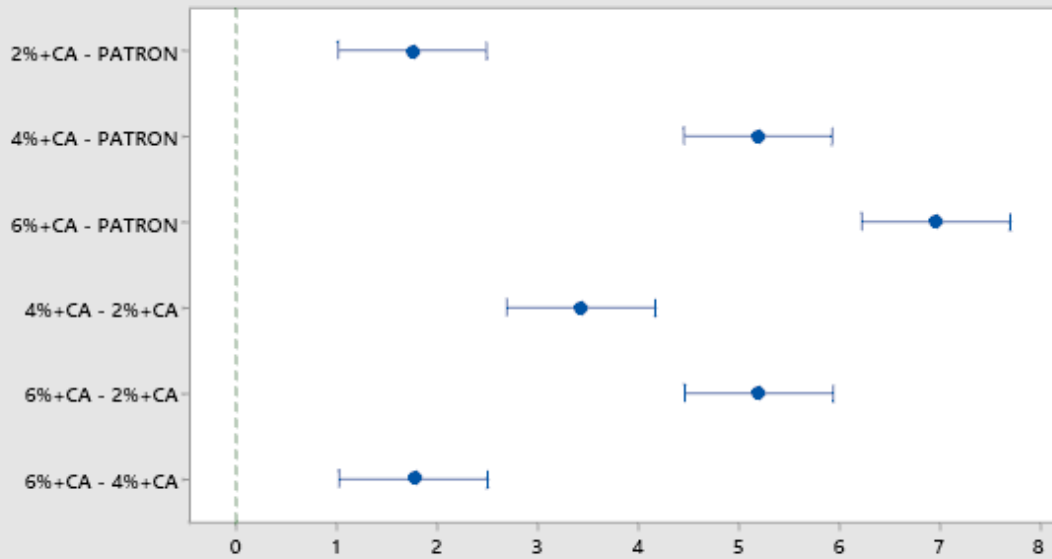
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

#### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia niveles	Diferencia de las medias	EE de las medias	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2%+CA - PATRON	1.757	0.230	(1.020; 2.493)	7.64	0.000
4%+CA - PATRON	5.190	0.230	(4.453; 5.927)	22.56	0.000
6%+CA - PATRON	6.957	0.230	(6.220; 7.693)	30.24	0.000
4%+CA - 2%+CA	3.433	0.230	(2.697; 4.170)	14.93	0.000
6%+CA - 2%+CA	5.200	0.230	(4.463; 5.937)	22.61	0.000
6%+CA - 4%+CA	1.767	0.230	(1.030; 2.503)	7.68	0.000

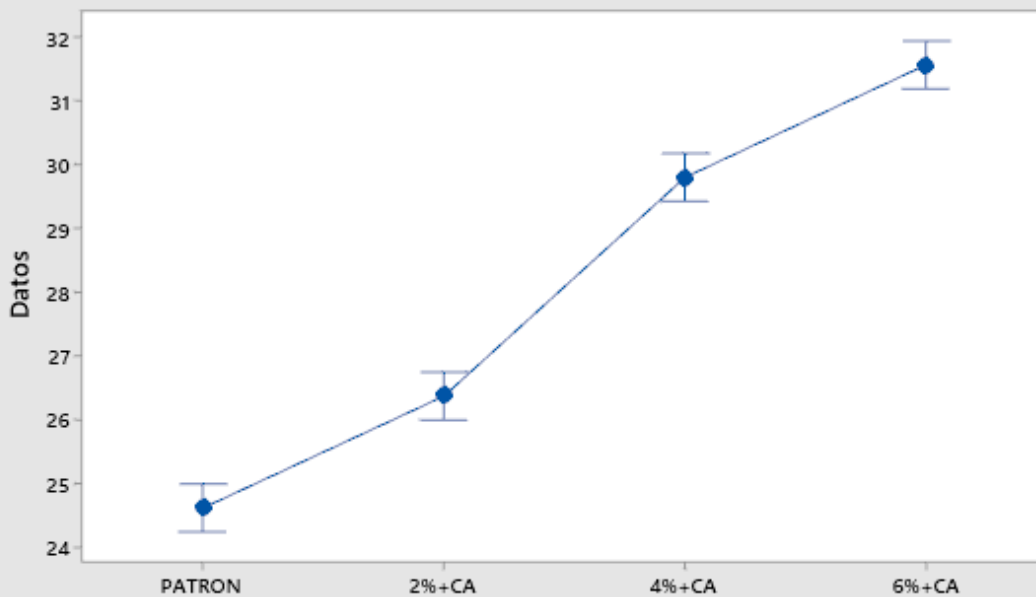
*Nivel de confianza individual = 98.74%*

**ICs simultáneos de 95% de Tukey**  
 Diferencia de las medias para PATRON; 2%+CA; ...

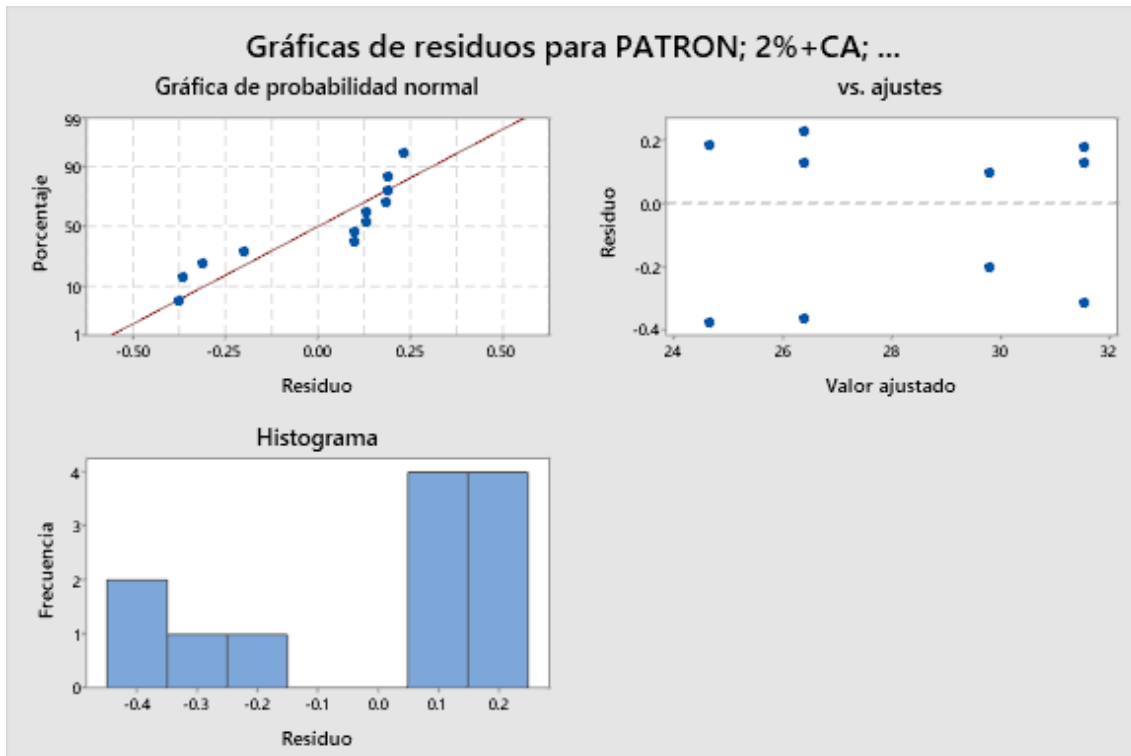


*Si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente diferentes.*

**Gráfica de intervalos de PATRON; 2%+CA; ...**  
 95% IC para la media



*La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.*



### Resultados:

Valor  $p = 0.00$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula

### Concluimos

Concluimos que el valor  $p$  del ANOVA que resulta 0.00 es menor que  $\alpha$  nivel de significancia la probabilidad de cometer el error I; por lo que rechazamos la hipótesis nula aceptamos la hipótesis alterna , esto significa que **al menos alguna de las medias de los tratamientos es diferente de las demás; esto quiere decir que si existe un efecto del factor X en la variable de respuesta**; interpretando que en nuestra investigación que si existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de **arvejas** en los resultados del Límite Líquido al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

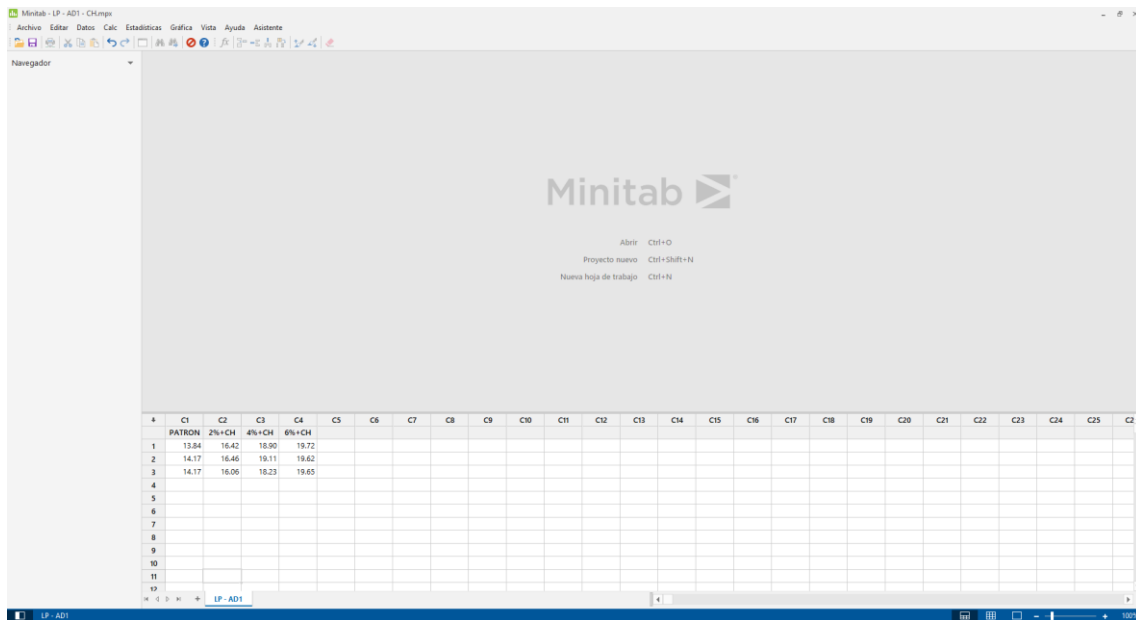
### PROPIEDAD FÍSICA: LÍMITE PLÁSTICO – CENIZA DE HABAS

#### DATOS:

LÍMITE PLÁSTICO – C. HABAS			
PATRON	2%	4%	6%
13.84	16.42	18.90	19.72
14.17	16.46	19.11	19.62
14.17	16.06	18.23	19.65

#### ANÁLISIS:

#### PRUEBA DE NORMALIDAD



The screenshot shows the Minitab software interface. The main window displays the Minitab logo and keyboard shortcuts: 'Abre Ctl+O', 'Proyecto nuevo Ctl+Shift+N', and 'Nueva hoja de trabajo Ctl+N'. Below the main window, a data table is visible with the following structure:

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26
1	PATRON	2%+CH	4%+CH	6%+CH																						
2	13.84	16.42	18.90	19.72																						
3	14.17	16.46	19.11	19.62																						
4	14.17	16.06	18.23	19.65																						
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										

Se plantean las hipótesis:

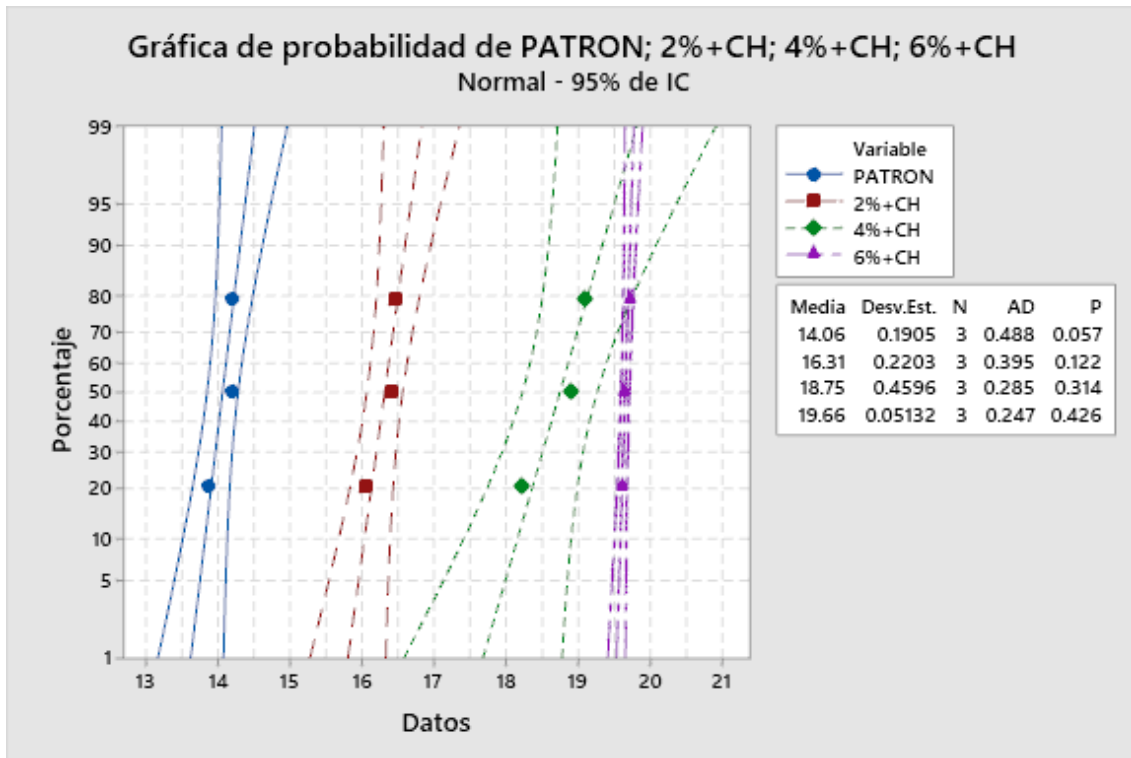
H<sub>0</sub>: los valores del ensayo de Limite Plástico sigue una distribución normal ( $\mu$  ,  $\sigma^2$ )

H<sub>1</sub>: los valores del ensayo de Limite Plástico no sigue una distribución normal ( $\mu$  ,  $\sigma^2$ )

#### PARÁMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

LP - AD1

Gráfica de probabilidad de PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH



**Resultados:**

Valor p =

Valor  $\alpha = 0.05$

**Analizamos**

Valor p  $\leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor p  $> \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor p de muestra de ensayo Patrón en Límite Plástico es 0.057

Valor p de muestra de ensayo experimental en Límite Plástico es 2% de CH es 0.122

Valor p de muestra de ensayo experimental en Límite Plástico es 4% de CH es 0.314

Valor p de muestra de ensayo experimental en Límite Plástico es 6% de CH es 0.426

## Concluimos

Que el valor p en los tres casos son mayores que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

## ANÁLISIS:

### PRUEBA DE VARIANZAS

Evaluación de la varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlet

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

### Traduciendo

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de Límite Plástico de las muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de Límite Plástico de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

## Evaluamos con Minitab

LP - AD1

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.*

## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

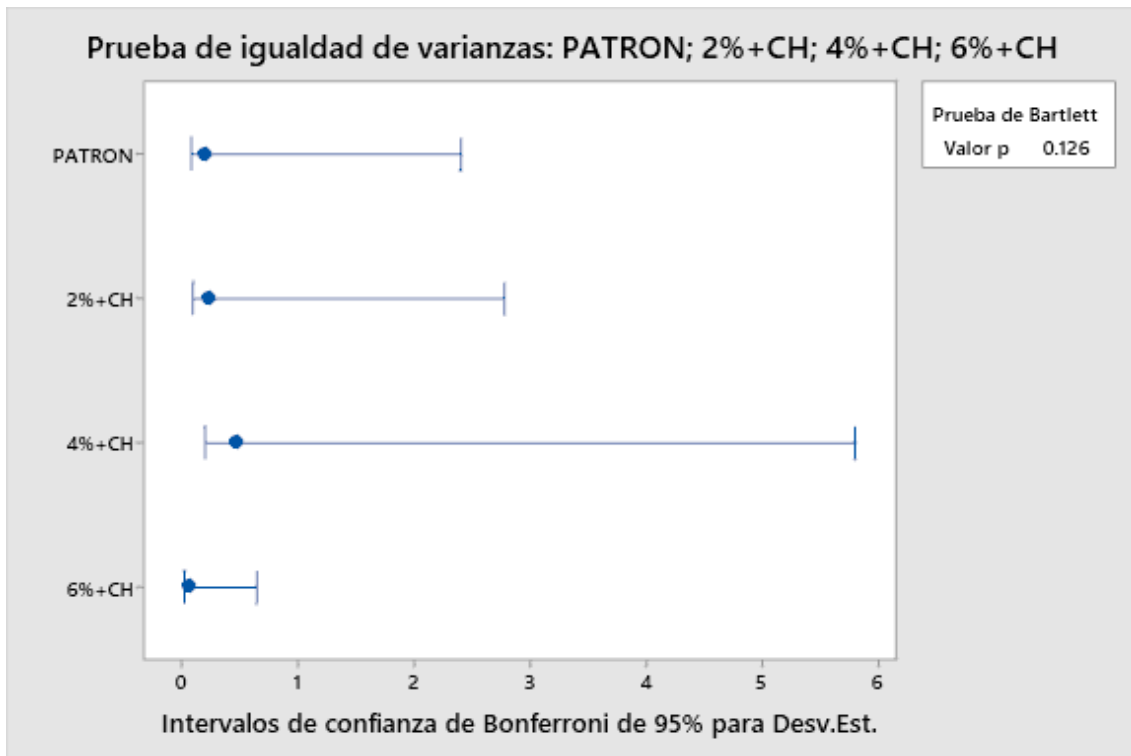
<b>Muestra</b>	<b>N</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC</b>
PATRON	3	0.190526	(0.084572; 2.40621)
2%+CH	3	0.220303	(0.097790; 2.78227)
4%+CH	3	0.459601	(0.204012; 5.80445)

6%+CH 3 0.051316 (0.022779; 0.64809)

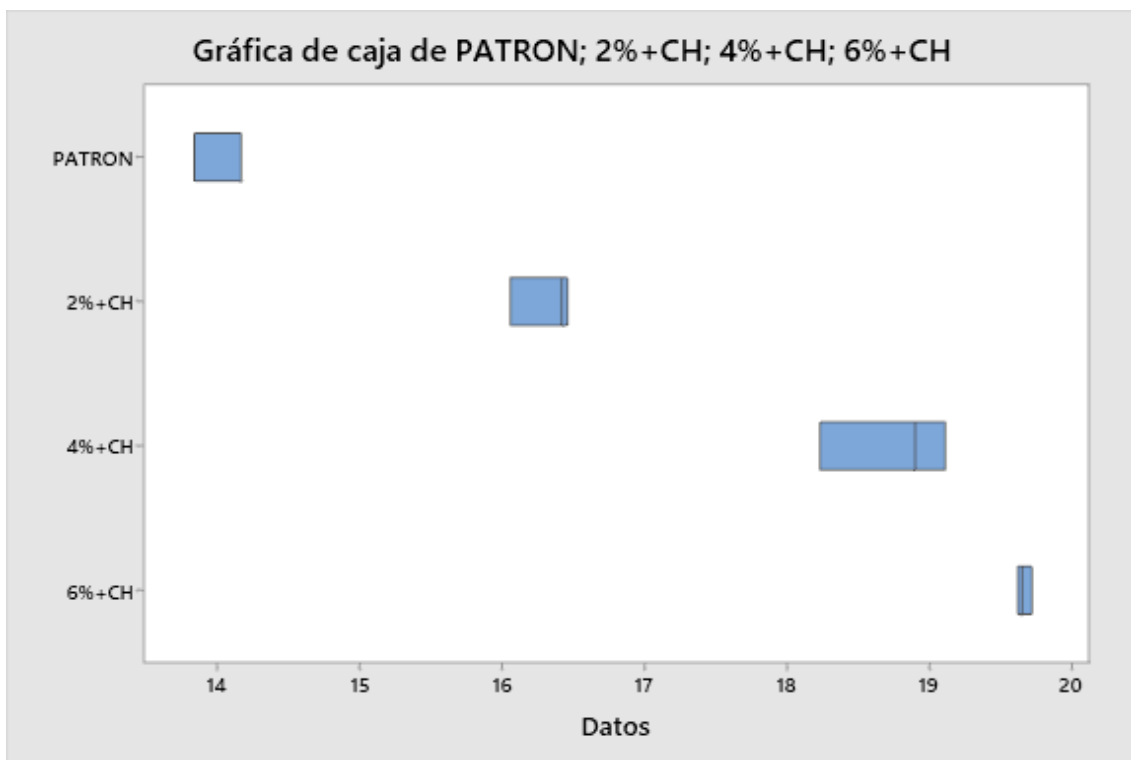
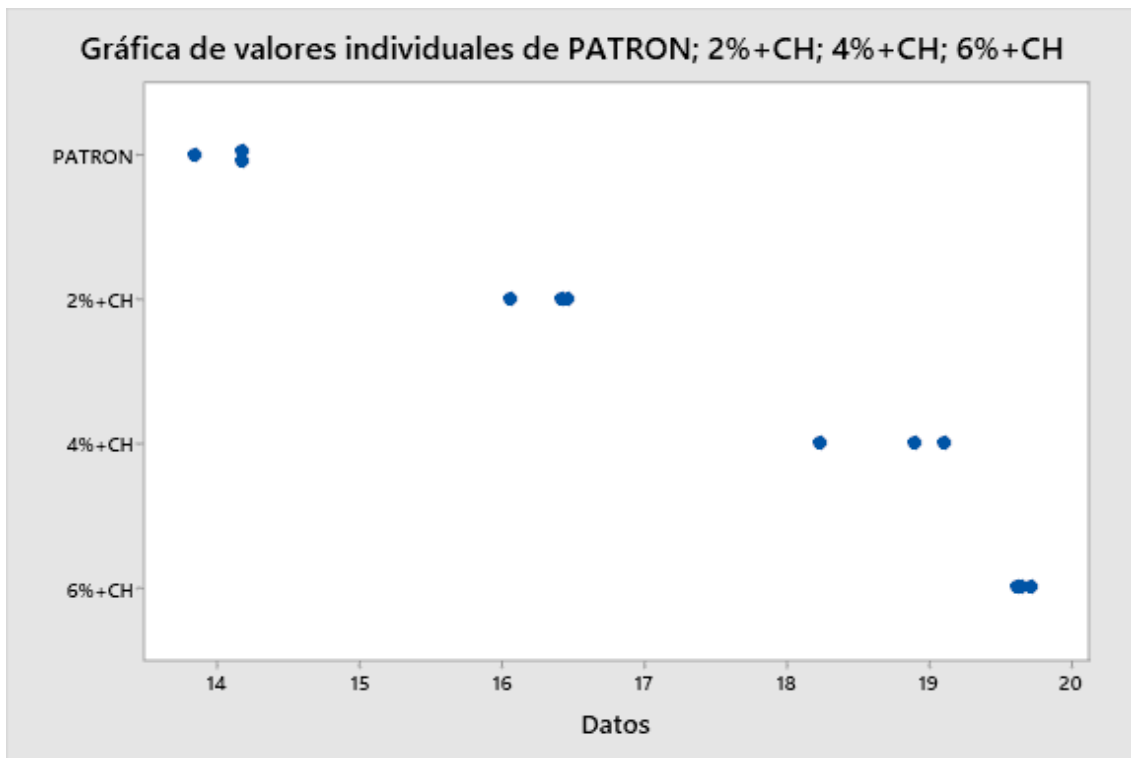
Nivel de confianza individual = 98.75%

## Pruebas

	Estadística	Valor
<b>Método de prueba</b>	<b>p</b>	
Bartlett	5.72	0.126







**Resultados:**

Valor p = 0.126

Valor  $\alpha = 0.05$

### **Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula.

Valor  $p > \alpha$  : Aceptamos la Hipótesis nula.

### **Concluimos**

Que el valor  $p$  es mayor que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del Limite Plástico de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Los resultados del Limite Plástico de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas presentan varianzas iguales.

## **ANÁLISIS:**

### **PRUEBA DE IGUALDA DE MEDIAD: ANOVA**

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de Limite Plástico de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

Hipótesis nula

$H_0$ : la media del resultado del Límite Plástico es igual a la media de los resultados del Limite Plástico adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

Hipótesis alternativa

$H_1$ : Al menos unas de las media del resultado Limite Plástico es no es igual a la media de los resultados del Limite Plástico adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

$$u_1 / u_1 > 1.1$$

$$u_1 / u_3 > 1.1$$

### Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Al menos una de las medias es diferente)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula (Las medias son iguales)

LP - AD1

**ANOVA de un solo factor: PATRÓN; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

#### Factor Niveles Valores

Factor 4 PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH

### Análisis de Varianza

	SC	MC	Valor	Valor
Fuente	GL	Ajust.	F	p
Factor	3	57.3177	19.1059	255.85
Error	8	0.5974	0.0747	0.000
Total	11	57.9151		

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.273267	98.97%	98.58%	97.68%

### Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PATRON	3	14.060	0.191	(13.696; 14.424)
2%+CH	3	16.313	0.220	(15.950; 16.677)
4%+CH	3	18.747	0.460	(18.383; 19.110)
6%+CH	3	19.6633	0.0513	(19.2995; 20.0272)

*Desv.Est. agrupada = 0.273267*

### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Factor	N	Media	Agrupación
6%+CH	3	19.6633	A
4%+CH	3	18.747	B
2%+CH	3	16.313	C

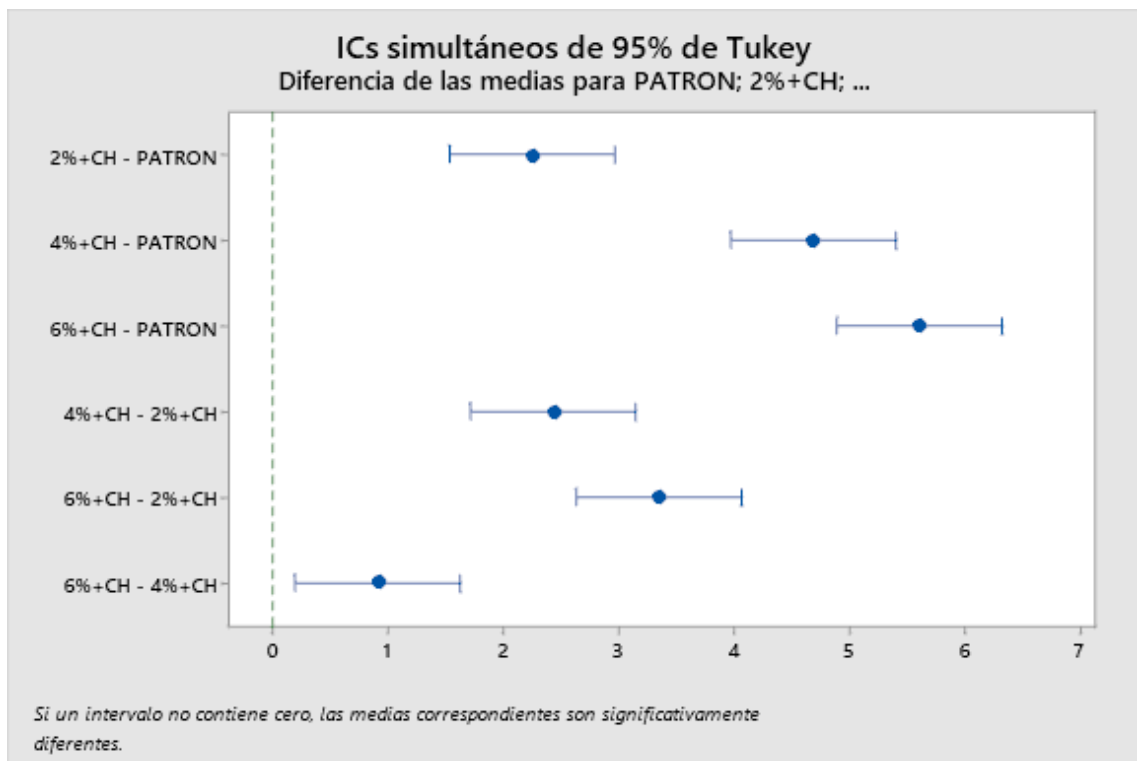
PATRON 3 14.060 D

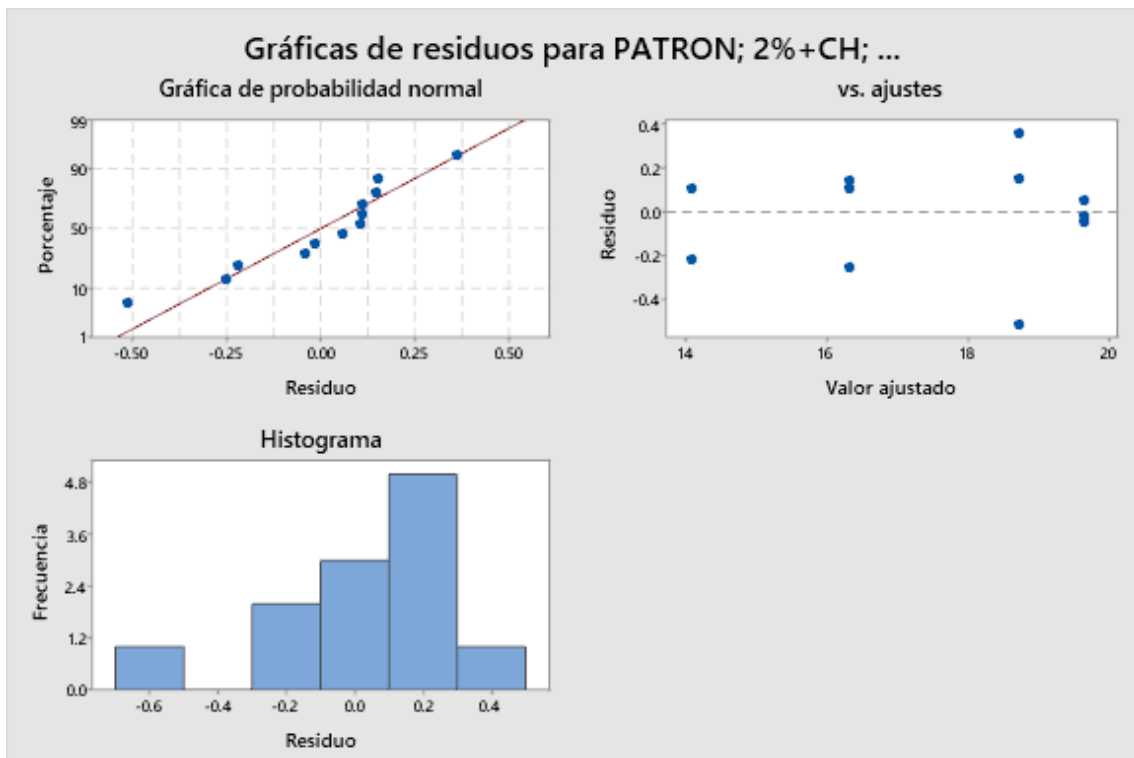
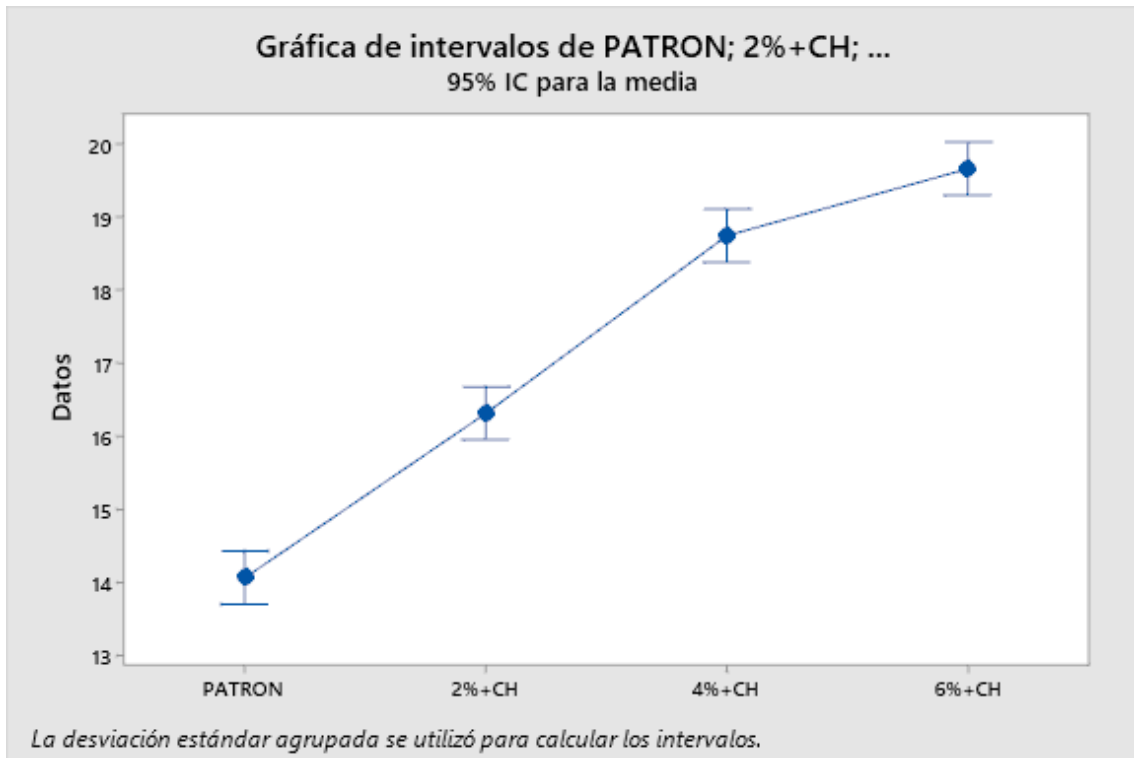
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias**

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	EE de las diferencias	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2%+CH - PATRON	2.253	0.223	(1.539; 2.968)	10.10	0.000
4%+CH - PATRON	4.687	0.223	(3.972; 5.401)	21.00	0.000
6%+CH - PATRON	5.603	0.223	(4.889; 6.318)	25.11	0.000
4%+CH - 2%+CH	2.433	0.223	(1.719; 3.148)	10.91	0.000
6%+CH - 2%+CH	3.350	0.223	(2.635; 4.065)	15.01	0.000
6%+CH - 4%+CH	0.917	0.223	(0.202; 1.631)	4.11	0.014

Nivel de confianza individual = 98.74%





**Resultados:**

Valor  $p = 0.00$

Valor  $\alpha = 0.05$

## Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula

## Concluimos

Concluimos que el valor p del ANOVA que resulta 0.00 es menor que  $\alpha$  nivel de significancia la probabilidad de cometer el error I; por lo que rechazamos la hipótesis nula aceptamos la hipótesis alterna , esto significa que **al menos alguna de las medias de los tratamientos es diferente de las demás; esto quiere decir que si existe un efecto del factor X en la variable de respuesta**; interpretando que en nuestra investigación que si existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de **haba** en los resultados del Límite Plástico al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

### PROPIEDAD FÍSICA: LÍMITE PLÁSTICO – CENIZA DE ARVEJAS

#### DATOS:

LÍMITE PLÁSTICO - C. ARVEJAS			
PATRON	2%	4%	6%
13.84	16.56	18.73	24.87
14.17	16.42	18.49	24.85
14.17	16.79	18.49	24.78

## ANÁLISIS:

### PRUEBA DE NORMALIDAD

Minitab - LP - AD2 - CA.mpx

Archivo Editar Datos Calc Estadísticas Gráfica Vista Ayuda Asistente

Navegador

Minitab

Abrir Ctrl+O  
Proyecto nuevo Ctrl+Shift+N  
Nueva hoja de trabajo Ctrl+N

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26
1	PATRON	2%+CA	4%+CA	6%+CA																						
2	12.84	16.56	18.73	24.87																						
3	14.17	16.42	18.49	24.95																						
4	14.17	16.79	18.49	24.78																						
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
18																										
19																										
20																										
21																										
22																										
23																										
24																										
25																										
26																										

Se plantean las hipótesis:

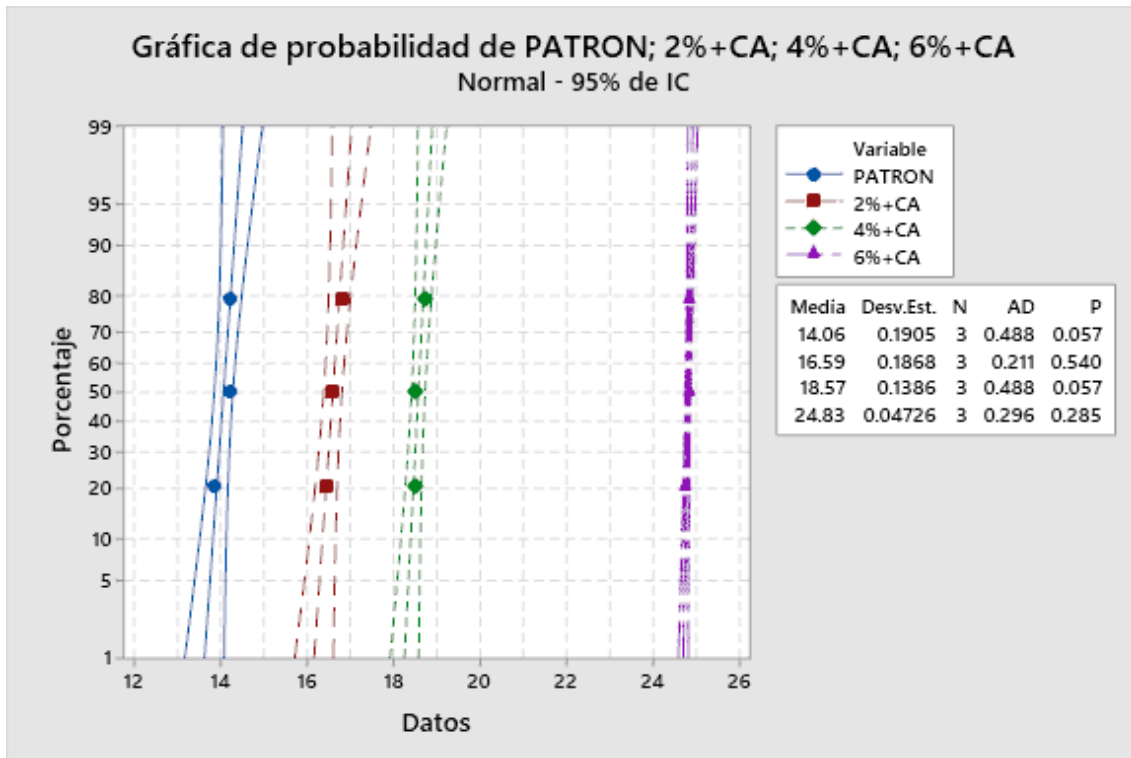
$H_0$ : los valores del ensayo de Limite Plástico sigue una distribución normal ( $\mu$  ,  $\sigma^2$ )

$H_1$ : los valores del ensayo de Limite Plástico no sigue una distribución normal ( $\mu$  ,  $\sigma^2$ )

### PARÁMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

LP - AD2

Gráfica de probabilidad de PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA



**Resultados:**

Valor p =

Valor  $\alpha = 0.05$

**Analizamos**

Valor p  $\leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor p  $> \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor p de muestra de ensayo Patrón en Límite Plástico es 0.057

Valor p de muestra de ensayo experimental en Límite Plástico es 2% de CA es 0.540

Valor p de muestra de ensayo experimental en Límite Plástico es 4% de CA es 0.057

Valor p de muestra de ensayo experimental en Límite Plástico es 6% de CA es 0.285



## Concluimos

Que el valor p en los tres casos son mayores que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

## ANÁLISIS:

### PRUEBA DE VARIANZAS

Evaluación de las varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlet

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

### Traduciendo

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de Limite Plástico de las muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de Limite Plástico de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

### Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Las varianzas son desiguales)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula (Las varianzas son iguales)

LP - AD2

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

**Muestra N Desv.Est. IC**

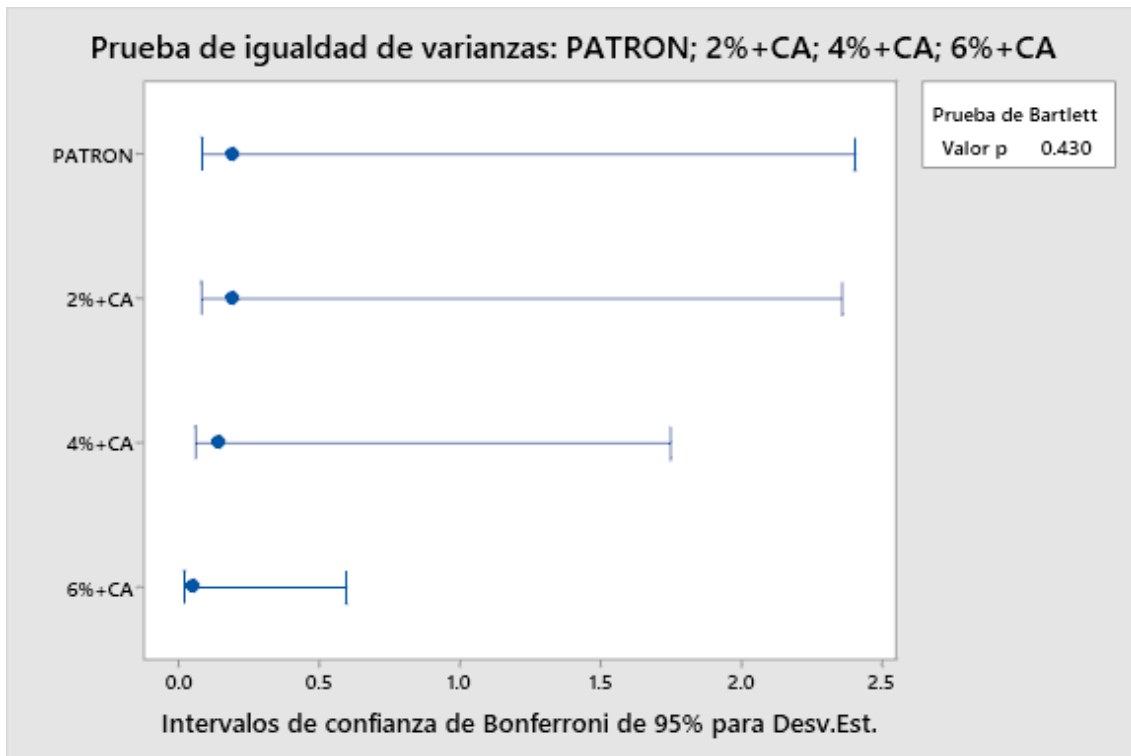
PATRON 3 0.190526 (0.0845722; 2.40621)

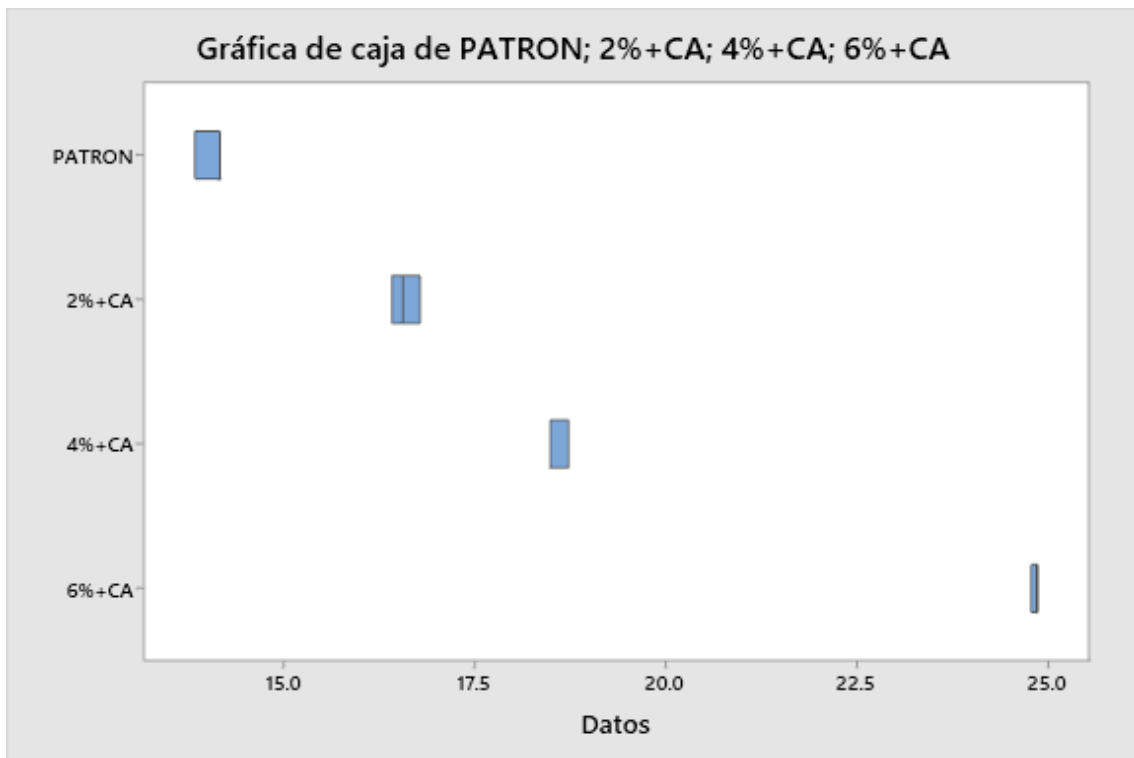
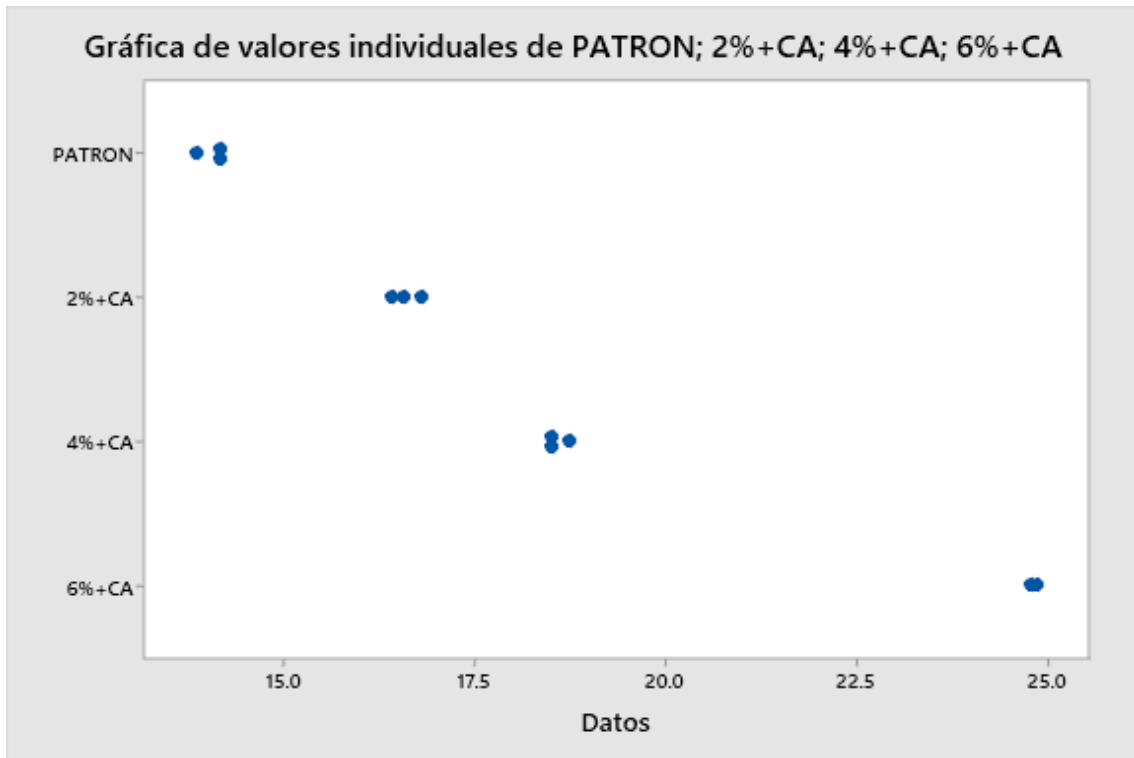
2%+CA 3 0.186815 (0.0829253; 2.35935)  
 4%+CA 3 0.138564 (0.0615071; 1.74997)  
 6%+CA 3 0.047258 (0.0209774; 0.59684)

Nivel de confianza individual = 98.75%

## Pruebas

	Estadística	Valor
<b>Método de prueba</b>	<b>p</b>	
Bartlett	2.76	0.430





**Resultados:**

Valor p = 0.430

Valor  $\alpha = 0.05$

### **Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula.

Valor  $p > \alpha$  : Aceptamos la Hipótesis nula.

### **Concluimos**

Que el valor  $p$  es mayor que a nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del Limite Plástico de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Los resultados del Limite Plástico de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas presentan varianzas iguales.

### **ANÁLISIS:**

#### **PRUEBA DE IGUALDAD DE MEDIAS: ESTADÍSTICO ANOVA**

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de Límite Plástico de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

Hipótesis nula

$H_0$ : las media del resultado del Limite Plástico es igual a la media de los resultados del Limite Plástico adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

Hipótesis alternativa

$H_1$ : Al menos unas de las media del resultado Limite Plástico es no es igual a la media de los resultados del Limite Plástico adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

$$u_1 / u_2 > 1.1$$

$$u_1 / u_3 > 1.1$$

## Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Al menos una de las medias es diferente)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula (Las medias son iguales)

LP - AD2

**ANOVA de un solo factor: PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

#### Factor Niveles Valores

Factor 4 PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA

### Análisis de Varianza

	SC	MC	Valor	
Fuente	GL	Ajust.	Valor F	p
Factor	3	190.431	63.4770	2741.00 0.000
Error	8	0.185	0.0232	
Total	11	190.616		

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.152179	99.90%	99.87%	99.78%

### Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PATRON	3	14.060	0.191	(13.857; 14.263)
2%+CA	3	16.590	0.187	(16.387; 16.793)
4%+CA	3	18.5700	0.1386	(18.3674; 18.7726)
6%+CA	3	24.8333	0.0473	(24.6307; 25.0359)

*Desv.Est. agrupada = 0.152179*

### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

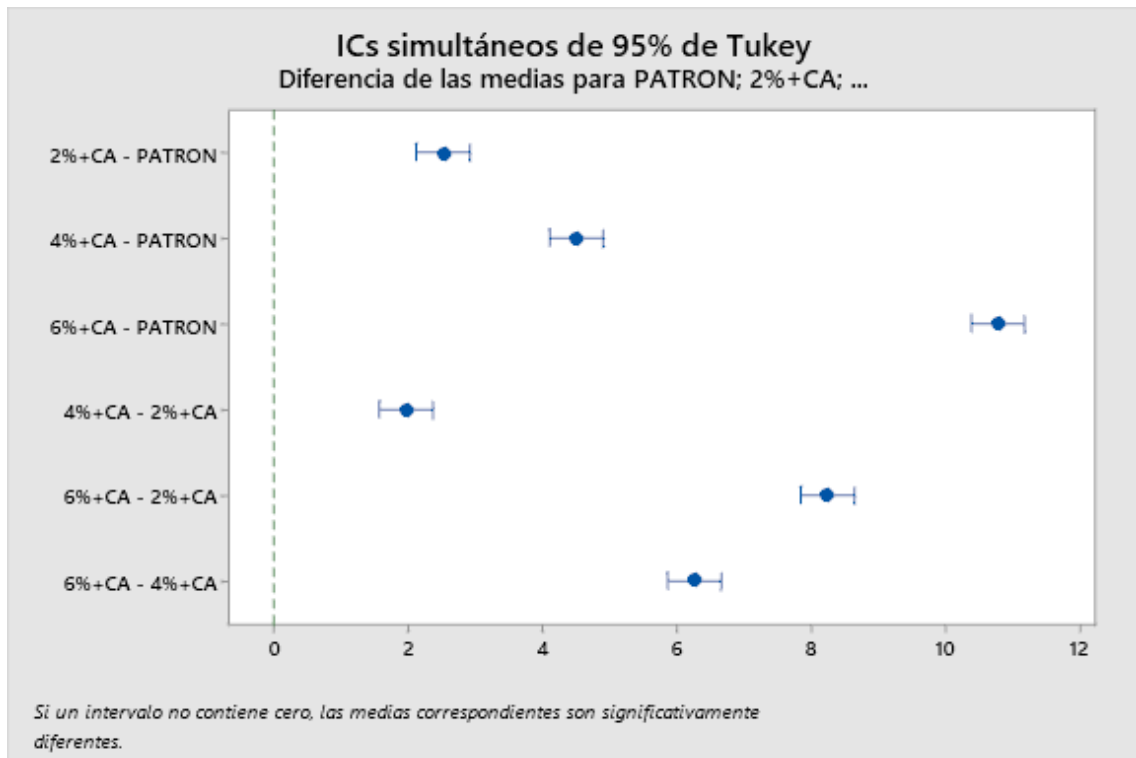
Factor	N	Media	Agrupación
6%+CA	3	24.8333	A
4%+CA	3	18.5700	B
2%+CA	3	16.590	C
PATRON	3	14.060	D

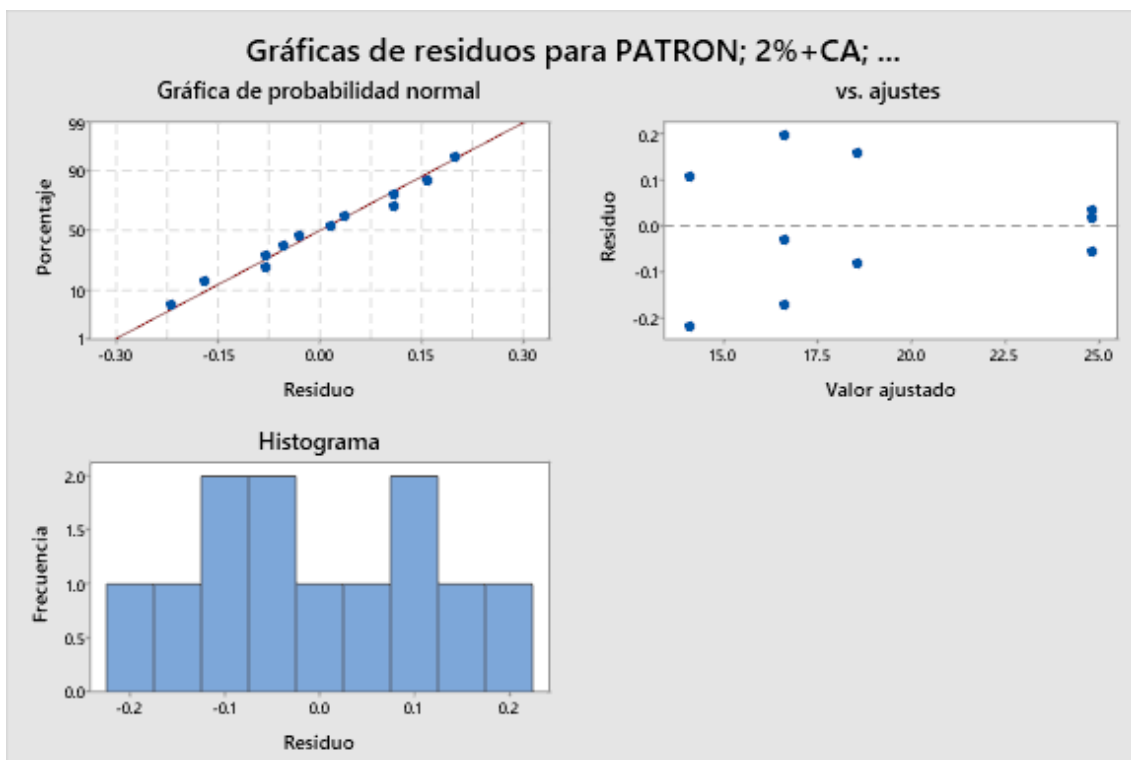
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia niveles	Diferencia de medias	EE de diferencias	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2%+CA - PATRON	2.530	0.124	(2.132; 2.928)	20.36	0.000
4%+CA - PATRON	4.510	0.124	(4.112; 4.908)	36.30	0.000
6%+CA - PATRON	10.773	0.124	(10.375; 11.171)	86.70	0.000
4%+CA - 2%+CA	1.980	0.124	(1.582; 2.378)	15.94	0.000
6%+CA - 2%+CA	8.243	0.124	(7.845; 8.641)	66.34	0.000
6%+CA - 4%+CA	6.263	0.124	(5.865; 6.661)	50.41	0.000

Nivel de confianza individual = 98.74%





**Resultados:**

Valor  $p = 0.00$

Valor  $\alpha = 0.05$

## Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula

## Concluimos

Concluimos que el valor p del ANOVA que resulta 0.00 es menor que  $\alpha$  nivel de significancia la probabilidad de cometer el error I; por lo que rechazamos la hipótesis nula aceptamos la hipótesis alterna , esto significa que **al menos alguna de las medias de los tratamientos es diferente de las demás; esto quiere decir que si existe un efecto del factor X en la variable de respuesta**; interpretando que en nuestra investigación que si existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de **arvejas** en los resultados del Límite Plástico al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

## CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

La influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del material de afirmado es un 14% en Paucartambo-Paucartambo-Cusco.

## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

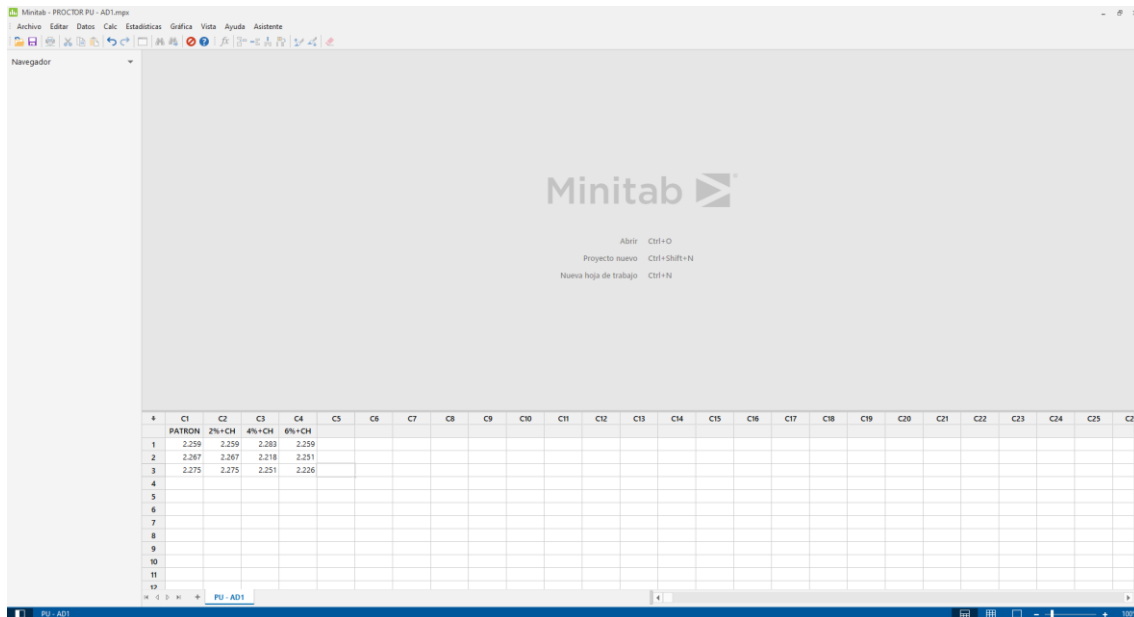
### PROPIEDADES MECÁNICAS: PROCTOR MODIFICADO - CENIZA DE HABAS.

#### DATOS:

PESO UNITARIO SECO MAXIMO (g/cm <sup>3</sup> ) – C. HABAS				
	MP	2%	4%	6%
M1	2.259	2.259	2.283	2.259
M2	2.267	2.267	2.218	2.251
M3	2.275	2.275	2.251	2.226



# ANÁLISIS: PRUEBA DE NORMALIDAD



Se plantean las hipótesis:

$H_0$ : la variable sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

$H_1$ : la variable no sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

Traduciendo a nuestro parámetro de evaluación:

$H_0$ : los valores del ensayo de Peso unitario seco máximo sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

$H_1$ : los valores del ensayo de Peso unitario seco máximo no sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

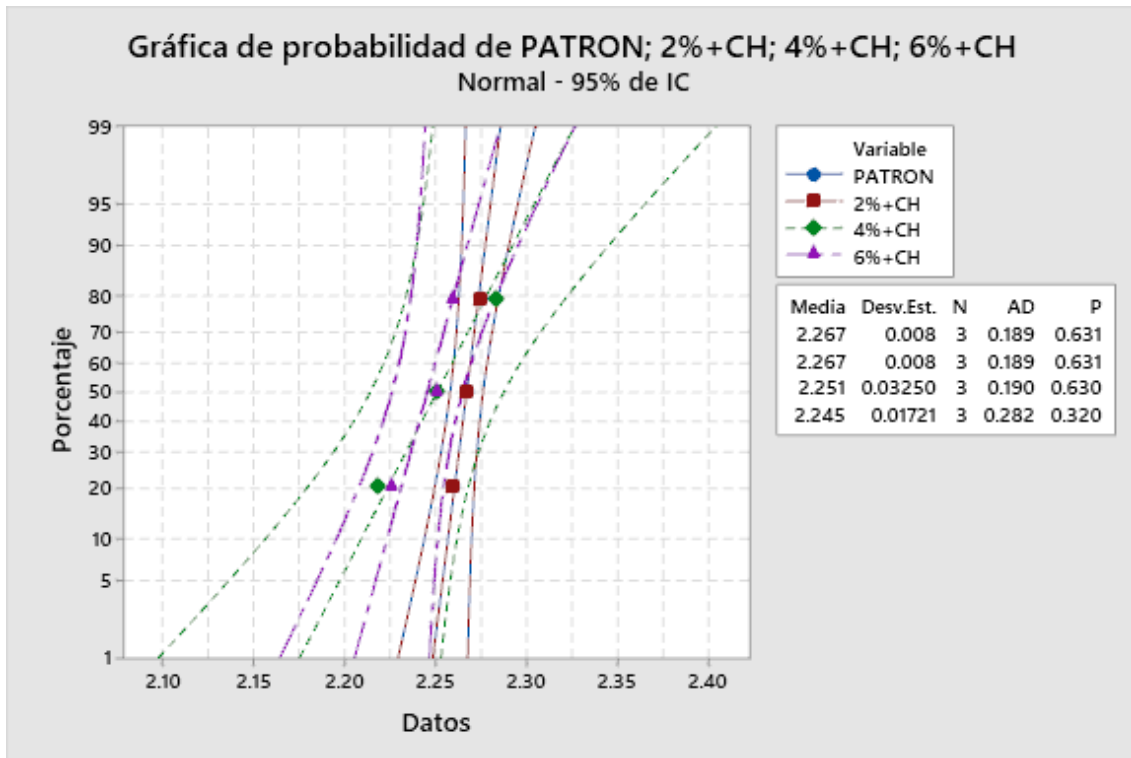
## PARÁMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal

PU - AD1

**Gráfica de probabilidad de PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**



**Resultados:**

Valor p =

Valor  $\alpha = 0.05$

**Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor p de muestra de ensayo Patrón en Peso unitario seco máximo es 0.631

Valor p de muestra de ensayo experimental en Peso unitario seco máximo es 2% de CH es 0.631

Valor p de muestra de ensayo experimental en Peso unitario seco máximo es 4% de CH es 0.630

Valor p de muestra de ensayo experimental en Peso unitario seco máximo es 6% de CH es 0.320

## Concluimos

Que el valor  $p$  en los tres casos son mayores que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

## ANÁLISIS: PRUEBA DE VARIANZAS

Evaluación de la varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlett

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

## Traduciendo

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de Peso unitario seco máximo de las muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de Peso unitario seco máximo de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

## Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Las varianzas son desiguales)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula.

PU - AD1

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

## Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

*Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.*

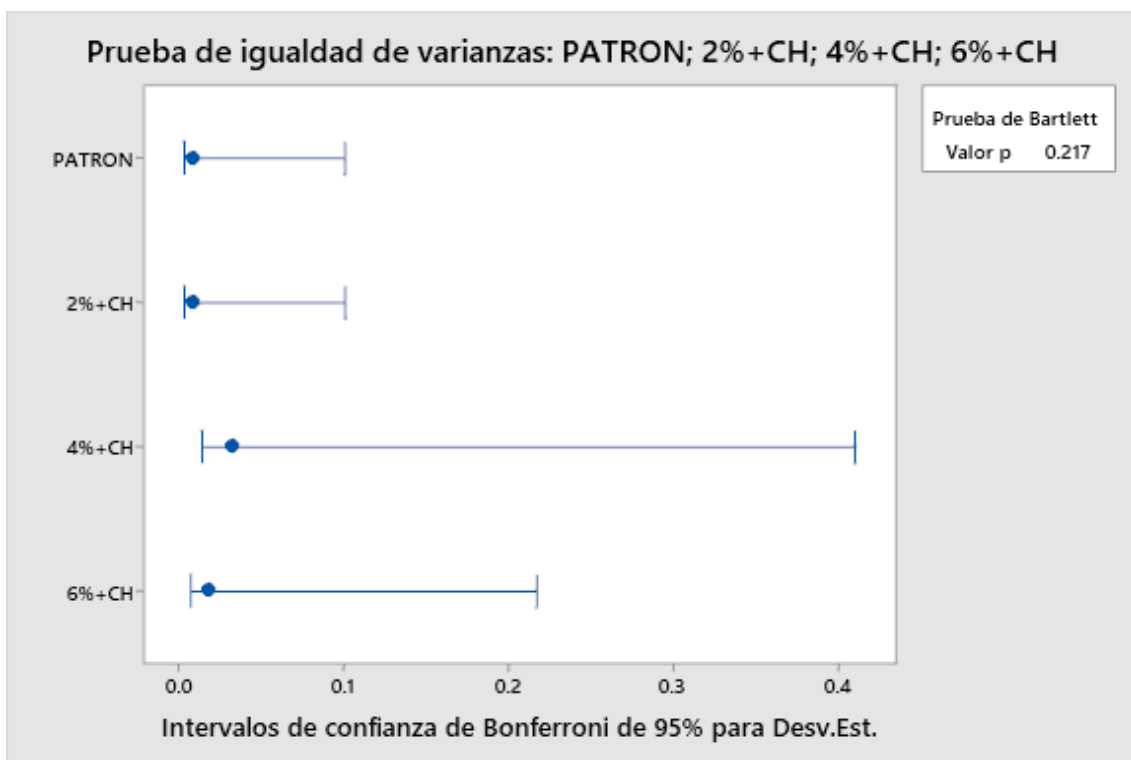
## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

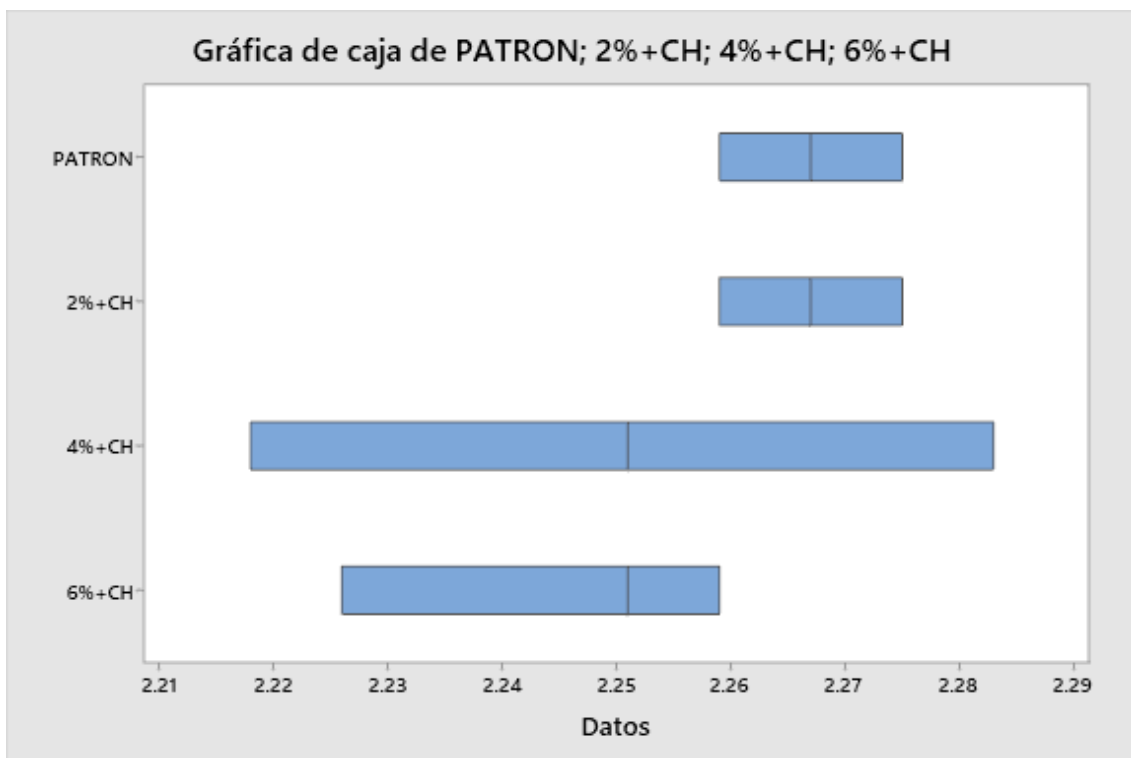
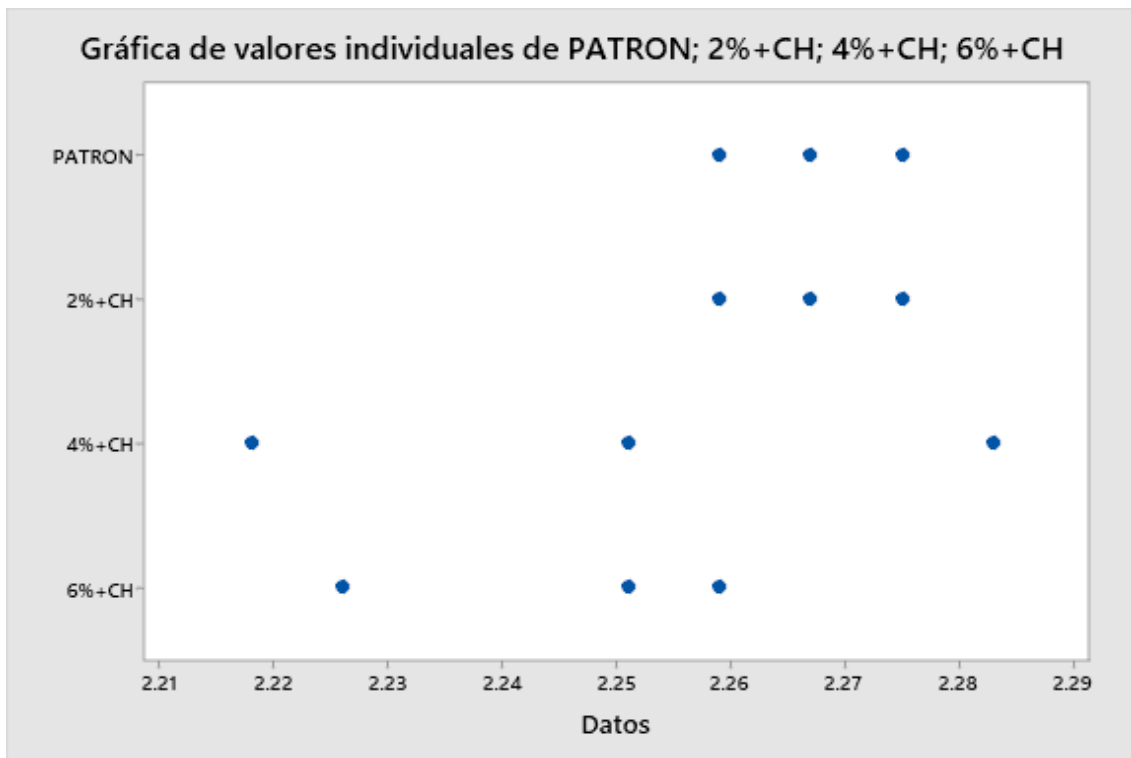
Muestra	N	Desv.Est.	IC
PATRON	3	0.0080000	(0.0035511; 0.101034)
2%+CH	3	0.0080000	(0.0035511; 0.101034)
4%+CH	3	0.0325013	(0.0144270; 0.410469)
6%+CH	3	0.0172143	(0.0076413; 0.217405)

Nivel de confianza individual = 98.75%

## Pruebas

	Estadística	Valor
<b>Método de prueba</b>	<b>p</b>	
Bartlett	4.44	0.217





**Resultados:**

Valor p = 0.217

Valor  $\alpha = 0.05$

### **Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula.

Valor  $p > \alpha$  : Aceptamos la Hipótesis nula.

### **Concluimos**

Que el valor p es mayor que a nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del Peso unitario seco máximo de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Los resultados del Peso unitario seco máximo de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas presentan varianzas iguales.

### **ANÁLISIS:**

#### **PRUEBA DE IGUALDA DE MEDIAD: ANOVA**

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de Peso unitario seco maximo de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

#### **Hipótesis nula**

$H_0$ : medias de K poblaciones ( $K > 2$ ) son iguales

$$H_0: u_1 = u_2 = u_3$$

#### **Hipótesis alternativa**

$H_1$ : al menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

#### **Traduciendo a nuestro caso**

#### **Hipótesis nula**

$H_0$ : las media del resultado del Peso unitario seco máximo es igual a la media de los resultados del Peso unitario seco máximo adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

### Hipótesis alternativa

H<sub>1</sub>: Al menos una de las medias del resultado Peso unitario seco máximo es no es igual a la media de los resultados del Peso unitario seco máximo adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

$$u_1 / u_2 > 1.14$$

$$u_1 / u_3 > 1.14$$

### Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Las medias son iguales)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula.

PU - AD1

**ANOVA de un solo factor: PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

### Método

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna        No todas las medias son iguales  
 Nivel de significancia    $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

#### Factor Niveles Valores

Factor 4        PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH

### Análisis de Varianza

		SC	MC	Valor	Valor
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
Factor	3	0.001126	0.000375	1.01	0.436
Error	8	0.002961	0.000370		
Total	11	0.004087			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0192397	27.54%	0.37%	0.00%

### Medias

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
PATRON	3	2.26700	0.00800	(2.24138; 2.29262)
2%+CH	3	2.26700	0.00800	(2.24138; 2.29262)
4%+CH	3	2.2507	0.0325	(2.2251; 2.2763)
6%+CH	3	2.24533	0.01721	(2.21972; 2.27095)

*Desv.Est. agrupada = 0.0192397*

### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
2%+CH	3	2.26700	A
PATRON	3	2.26700	A
4%+CH	3	2.2507	A
6%+CH	3	2.24533	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

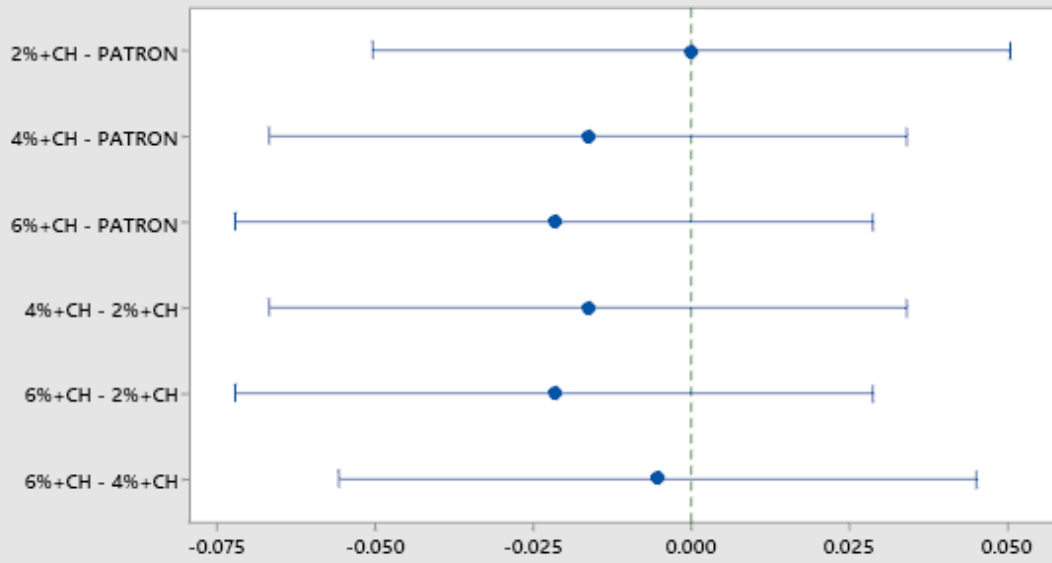
### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

<b>Diferencia niveles</b>	<b>Diferencia de medias</b>	<b>EE de las diferencias</b>	<b>IC de 95%</b>	<b>Valor T</b>	<b>Valor p ajustado</b>
2%+CH - PATRON	0.0000	0.0157	(-0.0503; 0.0503)	0.00	1.000
4%+CH - PATRON	-0.0163	0.0157	(-0.0667; 0.0340)	-1.04	0.732
6%+CH - PATRON	-0.0217	0.0157	(-0.0720; 0.0287)	-1.38	0.544
4%+CH - 2%+CH	-0.0163	0.0157	(-0.0667; 0.0340)	-1.04	0.732
6%+CH - 2%+CH	-0.0217	0.0157	(-0.0720; 0.0287)	-1.38	0.544
6%+CH - 4%+CH	-0.0053	0.0157	(-0.0557; 0.0450)	-0.34	0.986

*Nivel de confianza individual = 98.74%*

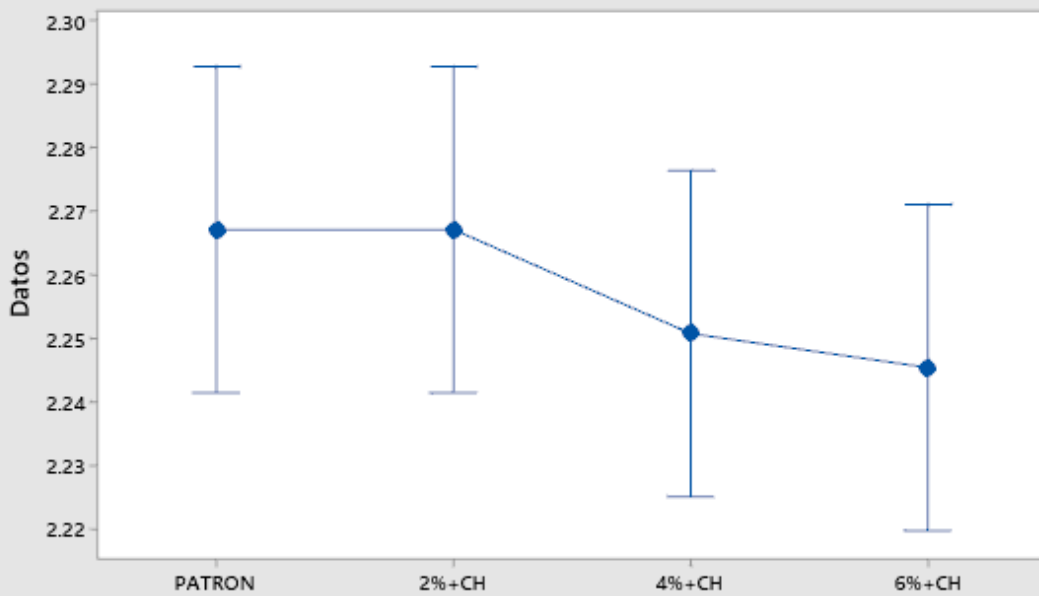


**ICs simultáneos de 95% de Tukey**  
 Diferencia de las medias para PATRON; 2%+CH; ...

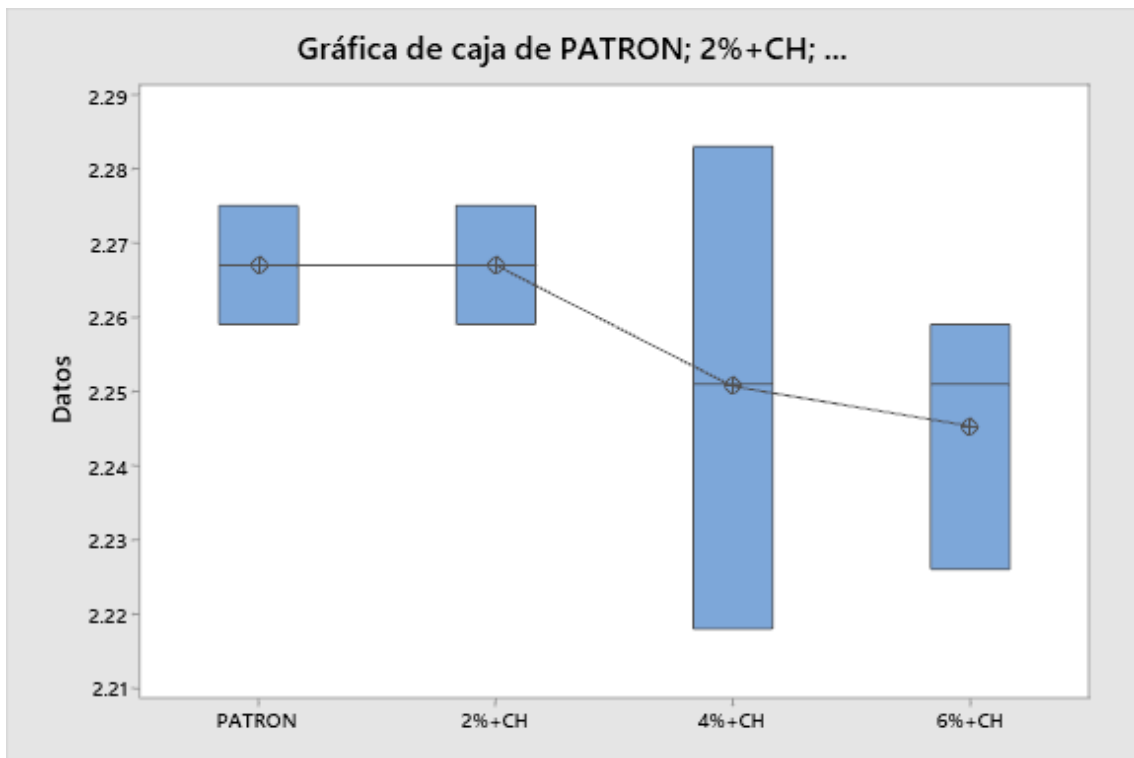
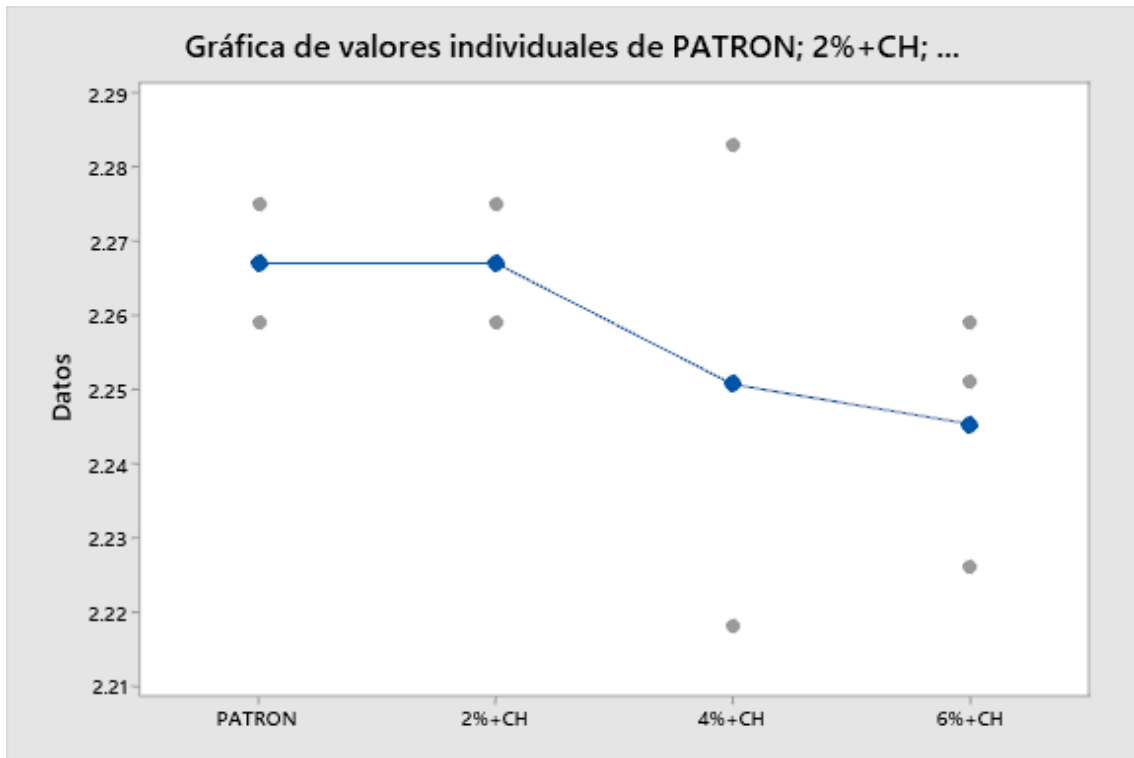


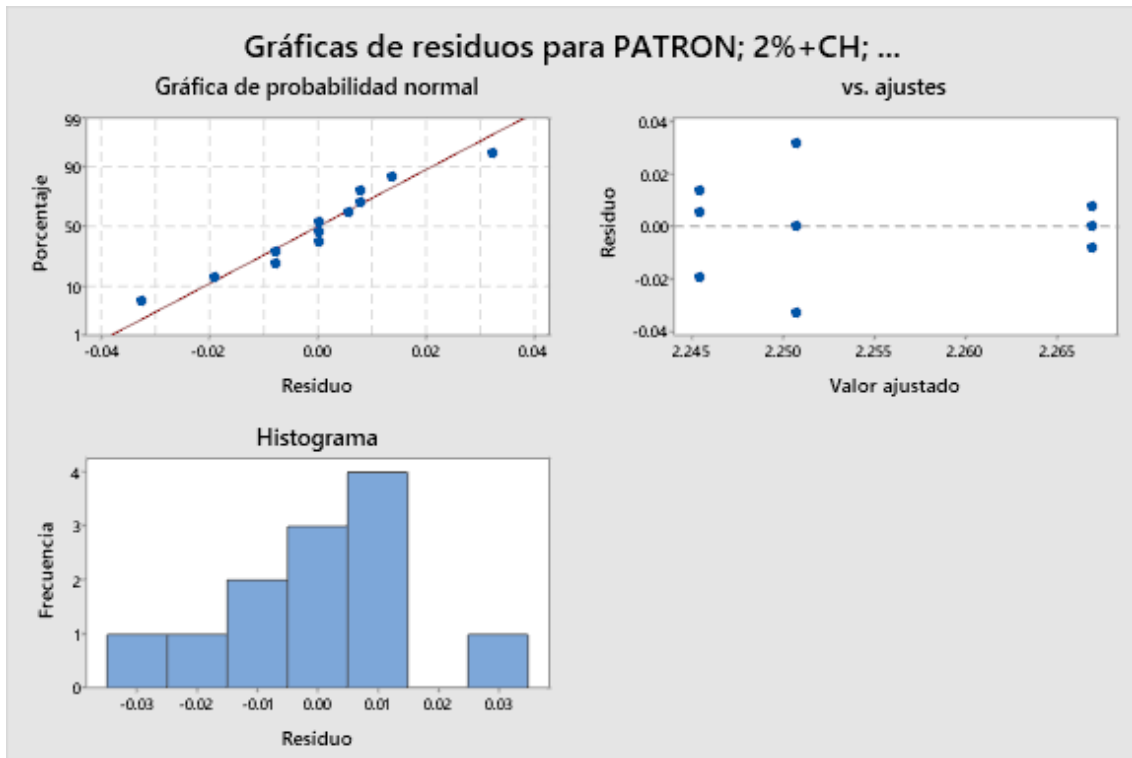
*Si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente diferentes.*

**Gráfica de intervalos de PATRON; 2%+CH; ...**  
 95% IC para la media



*La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.*





### Resultados:

Valor  $p = 0.436$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula

### Concluimos

Concluimos que el valor  $p$  del ANOVA que resulta 0.436 es mayor que  $\alpha$  nivel de significancia; por lo que aceptamos la hipótesis nula, esto significa que las medias son iguales; esto quiere decir que no existe un efecto del factor X en la variable de respuesta; interpretando que en nuestra investigación no existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de haba en los resultados del Peso unitario seco máximo al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

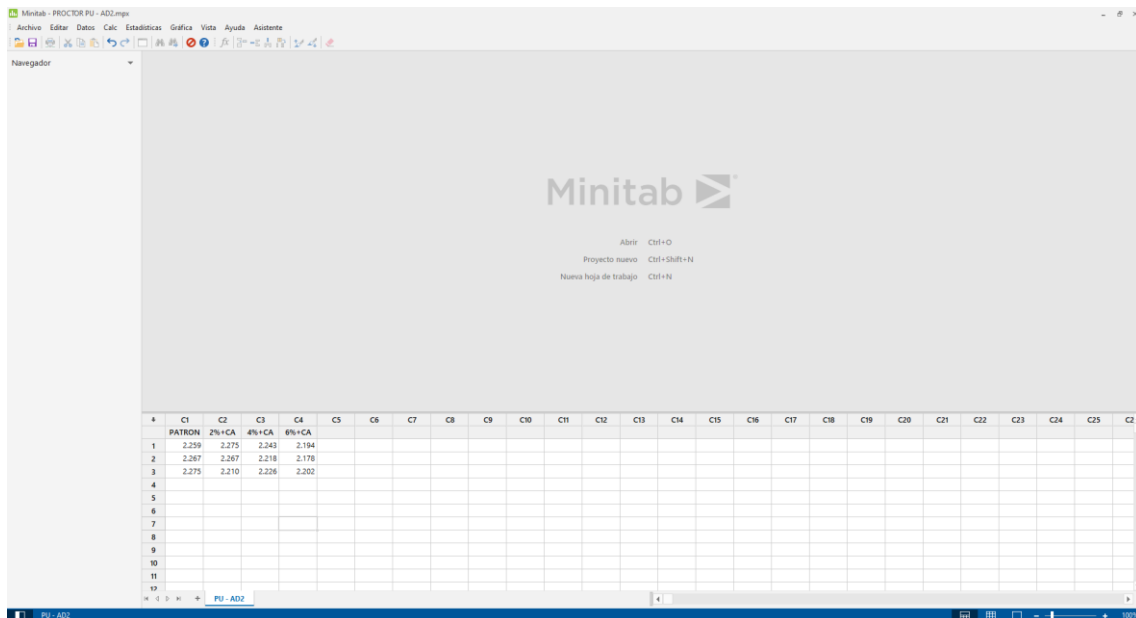
## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

### PROPIEDAD MECÁNICA: PROCTOR MODIFICADO - CENIZA DE ARVEJAS.

#### DATOS:

	PESO UNITARIO SECO MAXIMO (g/cm <sup>3</sup> ) – C. ARVEJAS			
	MP	2%	4%	6%
M1	2.259	2.275	2.243	2.194
M2	2.267	2.267	2.218	2.178
M3	2.275	2.21	2.226	2.202

#### ANALISIS: PRUEBA DE NORMALIDAD



Se plantean las hipótesis:

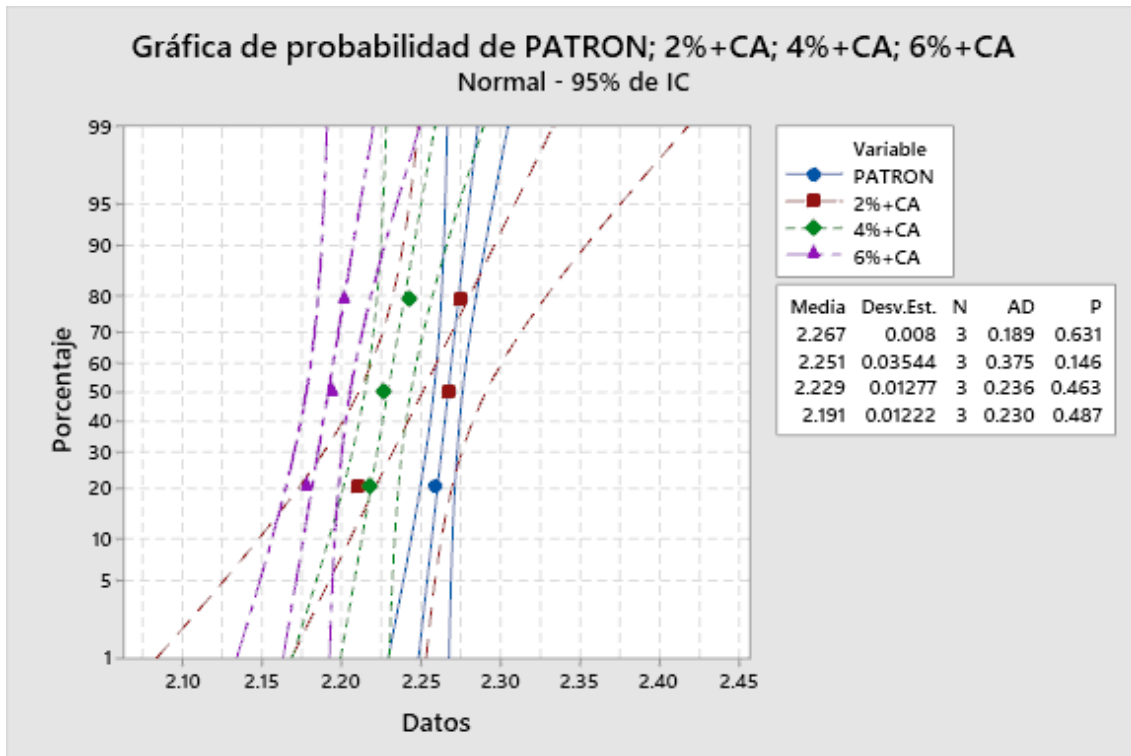
H<sub>0</sub>: los valores del ensayo de PESO UNITARIO SECO MÁXIMO sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

H<sub>1</sub>: los valores del ensayo de PESO UNITARIO SECO MÁXIMO no sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

#### PARÁMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

PU - AD2

Gráfica de probabilidad de PATRÓN; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA



**Resultados:**

Valor p =

Valor  $\alpha = 0.05$

**Analizamos**

Valor p  $\leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor p  $> \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor p de muestra de ensayo Patrón en PESO UNITARIO SECO MÁXIMO es 0.631

Valor p de muestra de ensayo experimental en PESO UNITARIO SECO MÁXIMO es 2% de CA es 0.146

Valor p de muestra de ensayo experimental en PESO UNITARIO SECO MÁXIMO es 4% de CA es 0.463

Valor p de muestra de ensayo experimental en PESO UNITARIO SECO MÁXIMO es 6% de CA es 0.487

## Concluimos

Que el valor  $p$  en los tres casos son mayores que a nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

## ANÁLISIS: PRUEBA DE VARIANZAS

Evaluación de la varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlet

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

## Traduciendo

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de PESO UNITARIO SECO MAXIMO de las muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de PESO UNITARIO SECO MAXIMO de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

## Evaluamos con Minitab

PU - AD2

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRÓN; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

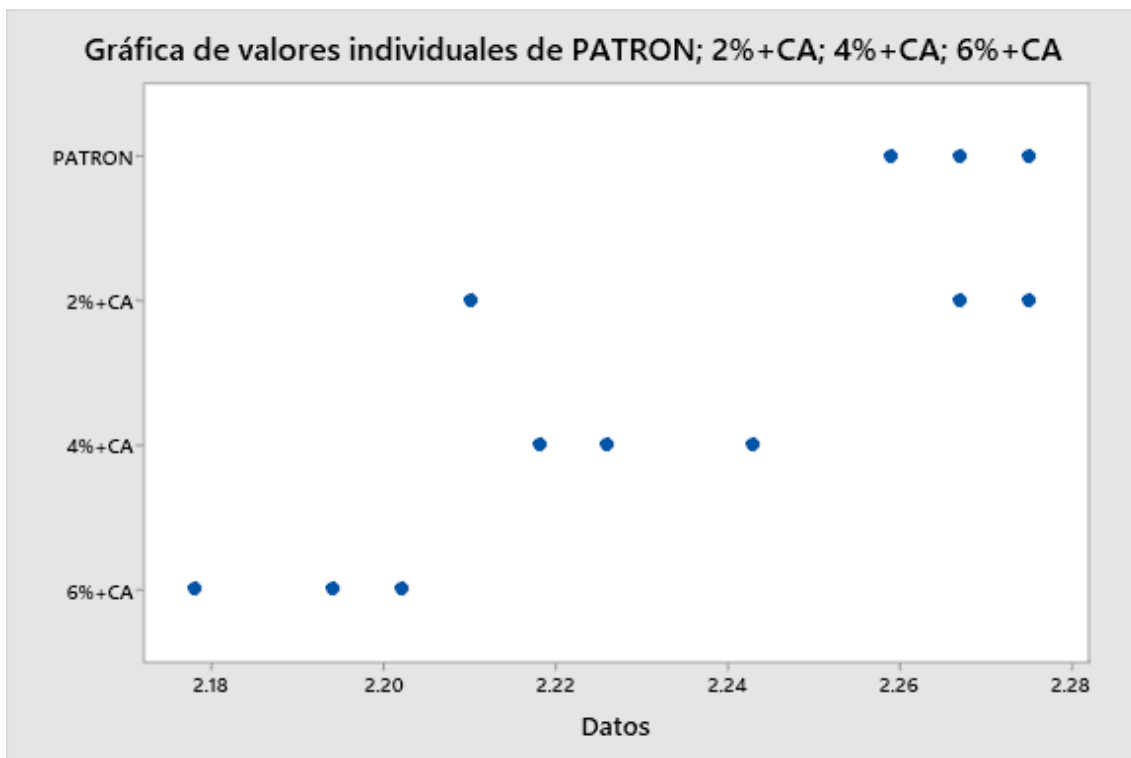
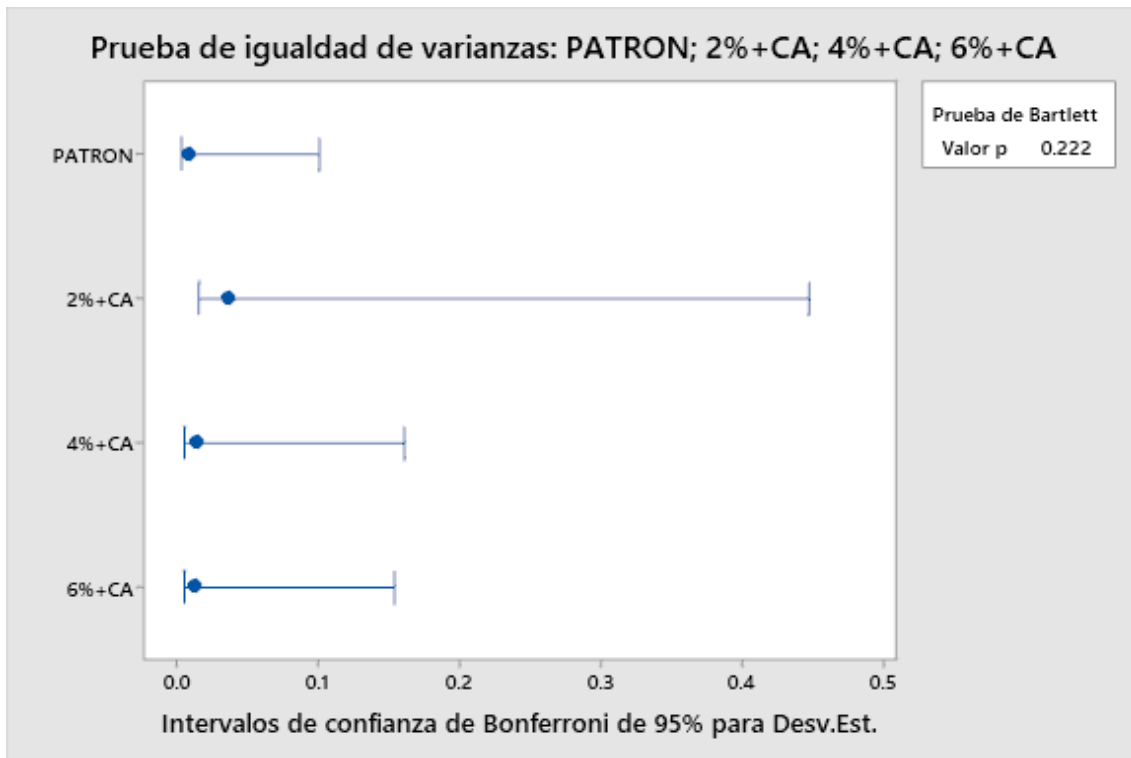
**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

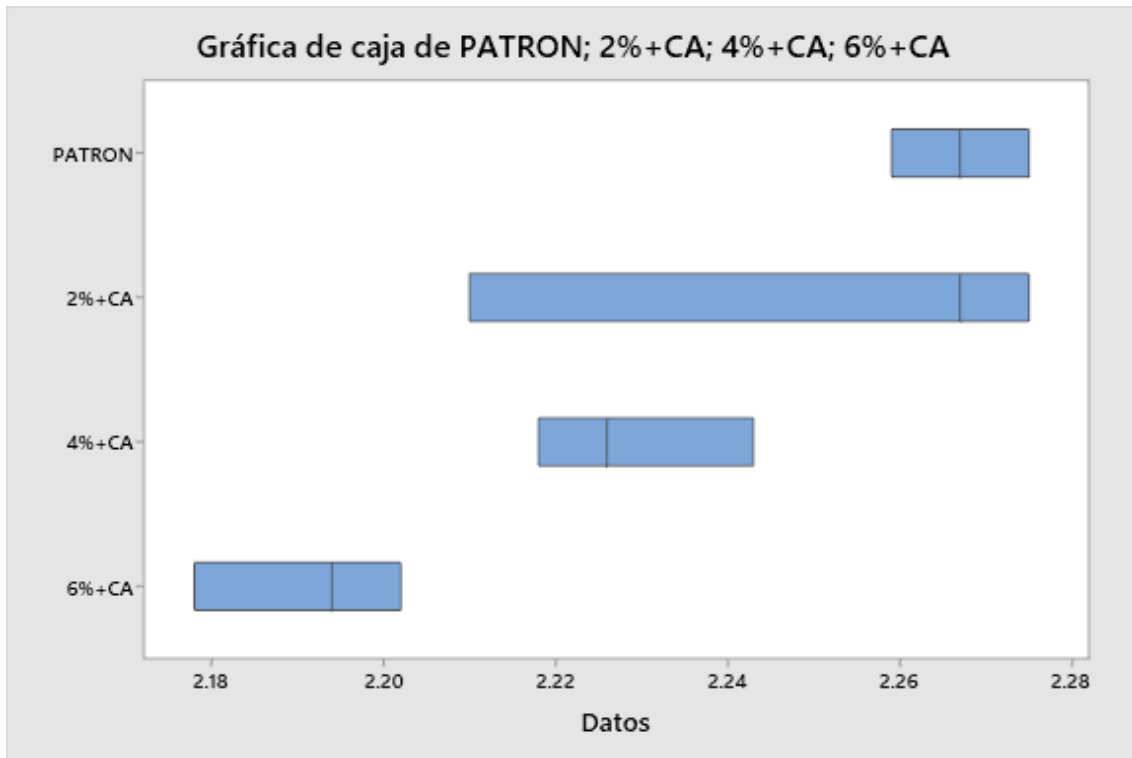
<b>Muestra</b>	<b>N</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC</b>
PATRON	3	0.0080000	(0.0035511; 0.101034)
2%+CA	3	0.0354448	(0.0157336; 0.447643)
4%+CA	3	0.0127671	(0.0056672; 0.161240)
6%+CA	3	0.0122202	(0.0054244; 0.154333)

Nivel de confianza individual = 98.75%

## Pruebas

	Estadística	Valor
<b>Método de prueba</b>	<b>p</b>	
Bartlett	4.39	0.222





**Resultados:**

Valor  $p = 0.222$

Valor  $\alpha = 0.05$

**Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Aceptamos la Hipótesis nula,

**Concluimos**

Que el valor  $p$  es mayor que a nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del PESO UNITARIO SECO MAXIMO de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.



Los resultados del PESO UNITARIO SECO MAXIMO de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas presentan varianzas iguales.

### **ANÁLISIS: PRUEBA DE IGUALDAD DE MEDIAS: ESTADÍSTICO ANOVA**

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de PESO UNITARIO SECO MAXIMO de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

Hipótesis nula

$H_0$ : las media del resultado del PESO UNITARIO SECO MÁXIMO es igual a la media de los resultados del PESO UNITARIO SECO MÁXIMO adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

Hipótesis alternativa

$H_1$  : Al menos unas de las media del resultado PESO UNITARIO SECO MÁXIMO es no es igual a la media de los resultados del PESO UNITARIO SECO MÁXIMO adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

$$u_1 / u_2 > 1.14$$

$$u_1 / u_3 > 1.14$$

### **Evaluamos con Minitab**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Las medias son iguales)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula

PU - AD2

**ANOVA de un solo factor: PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA**

### **Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

### Información del factor

#### Factor Niveles Valores

Factor 4 PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA

#### Análisis de Varianza

		SC	MC	Valor	Valor
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
Factor	3	0.009634	0.003211	7.87	0.009
Error	8	0.003265	0.000408		
Total	11	0.012899			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0202031	74.69%	65.19%	43.04%

#### Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PATRON	3	2.26700	0.00800	(2.24010; 2.29390)
2%+CA	3	2.2507	0.0354	(2.2238; 2.2776)
4%+CA	3	2.22900	0.01277	(2.20210; 2.25590)
6%+CA	3	2.19133	0.01222	(2.16444; 2.21823)

Desv.Est. agrupada = 0.0202031

#### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
PATRON	3	2.26700	A
2%+CA	3	2.2507	A
4%+CA	3	2.22900	A B
6%+CA	3	2.19133	B

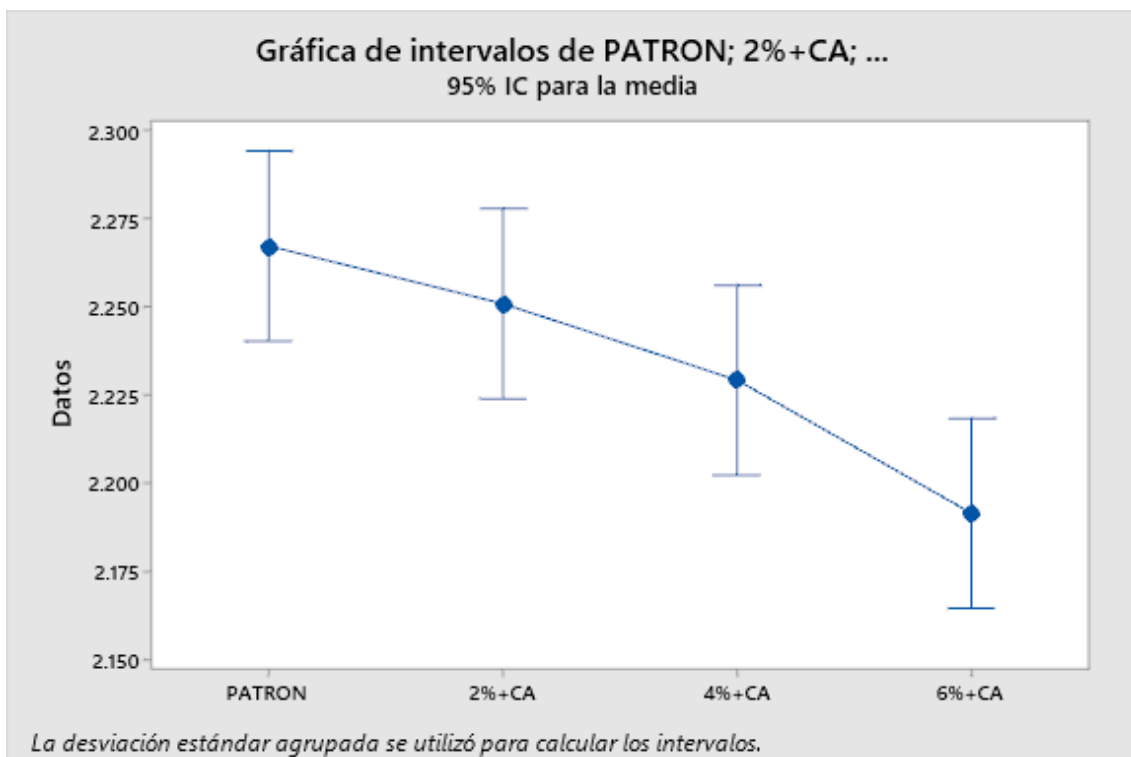
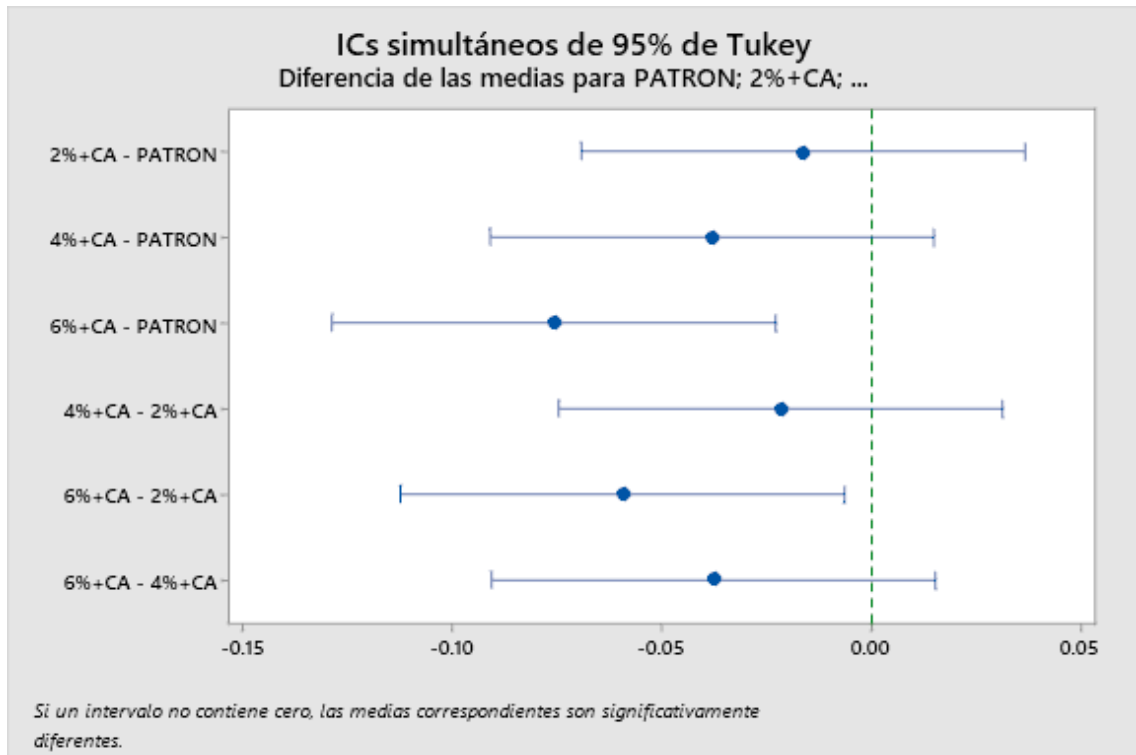
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

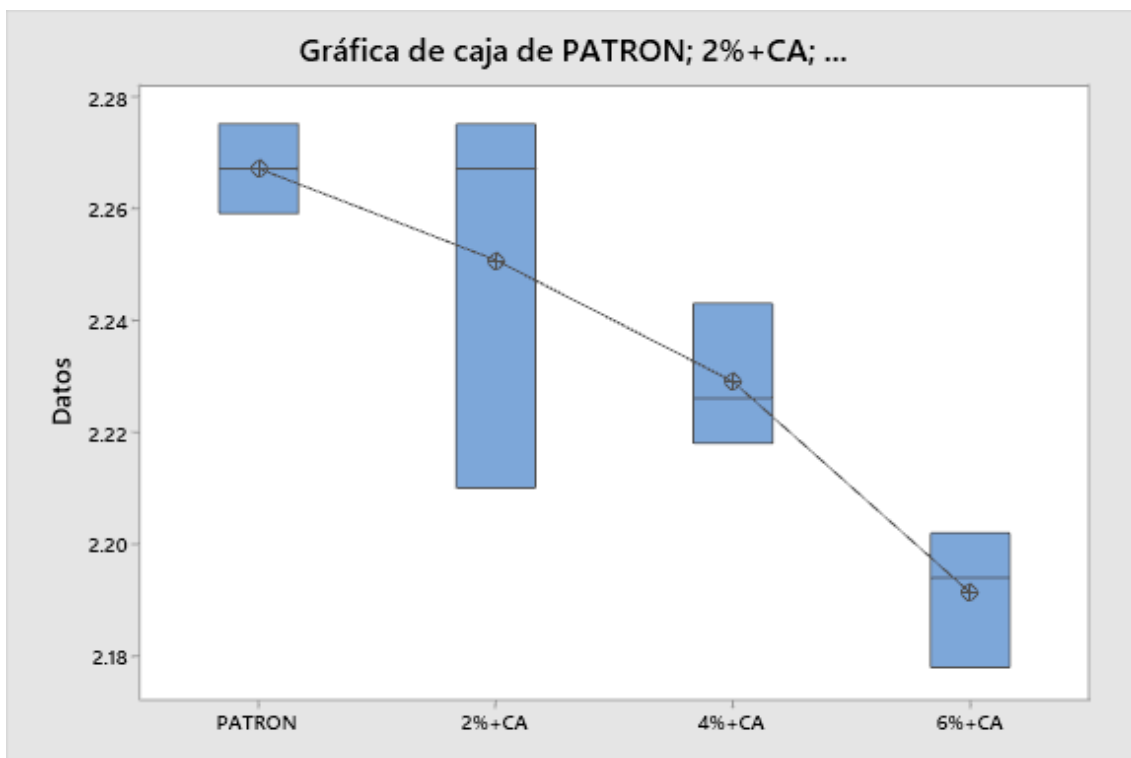
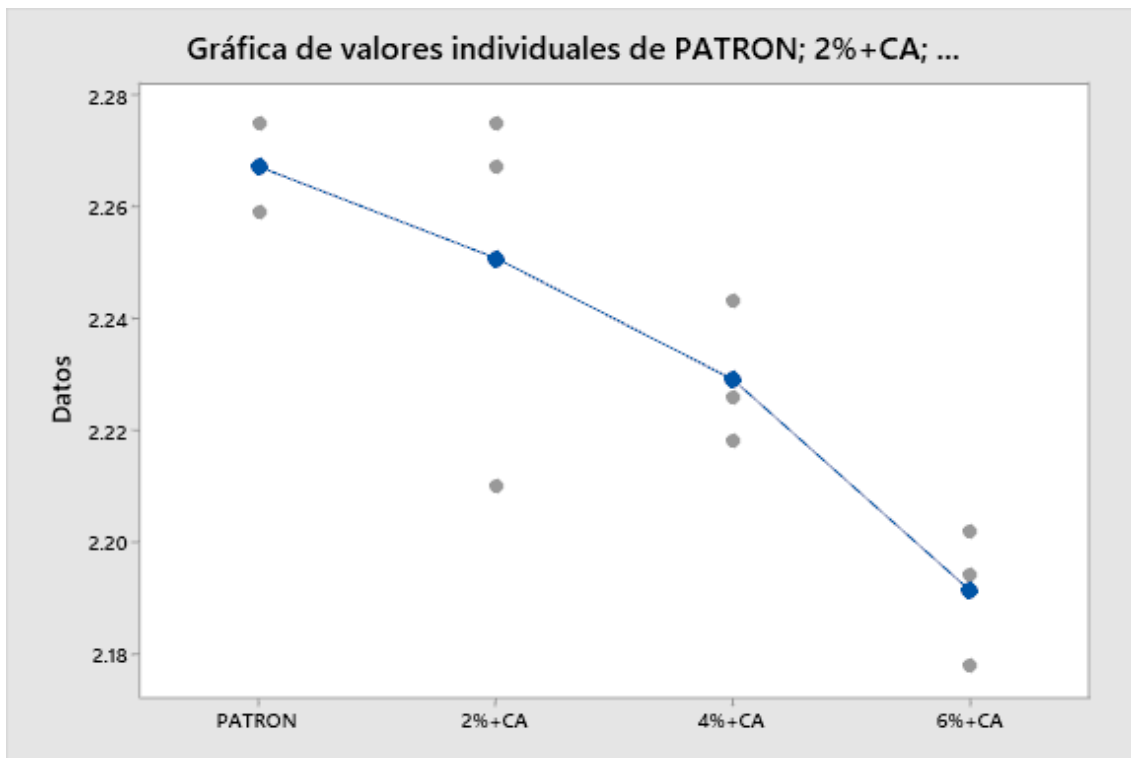
#### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

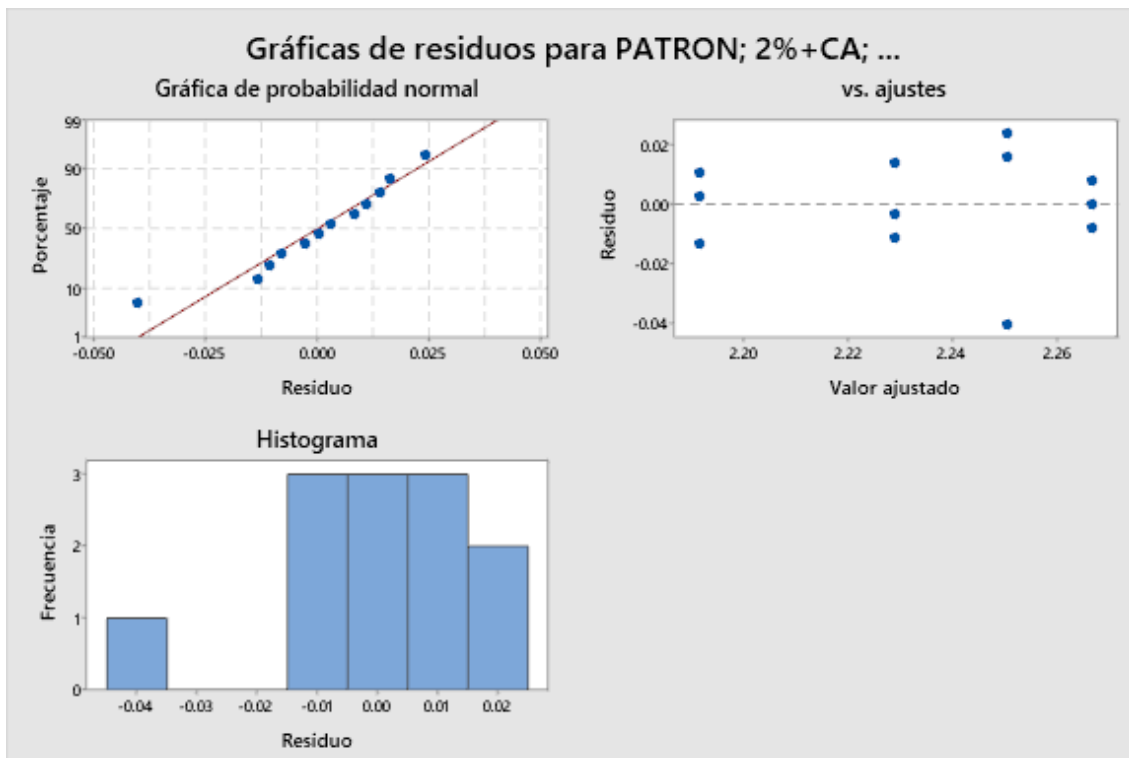
Diferencia niveles	Diferencia de de medias	EE de las difere ncia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2%+CA - PATRON	-0.0163	0.0165	(-0.0692; 0.0365)	-0.99	0.759
4%+CA - PATRON	-0.0380	0.0165	(-0.0908; 0.0148)	-2.30	0.176
6%+CA - PATRON	-0.0757	0.0165	(-0.1285; -0.0228)	-4.59	0.008
4%+CA - 2%+CA	-0.0217	0.0165	(-0.0745; 0.0312)	-1.31	0.580
6%+CA - 2%+CA	-0.0593	0.0165	(-0.1122; -0.0065)	-3.60	0.029

6%+CA - 4%+CA    -0.0377    0.0165    (-0.0905; 0.0152)    -2.28    0.181

Nivel de confianza individual = 98.74%







### Resultados:

Valor  $p = 0.009$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula

### Concluimos

Concluimos que el valor  $p$  del ANOVA que resulta 0.009 es menor que  $\alpha$  nivel de significancia la probabilidad de cometer el error I; por lo que rechazamos la hipótesis nula aceptamos la hipótesis alterna , esto significa que **al menos alguna de las medias de los tratamientos es diferente de las demás; esto quiere decir que si existe un efecto del factor X en la variable de respuesta**; interpretando que en nuestra investigación que si existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de arvejas en los resultados del PESO UNITARIO SECO MAXIMO al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

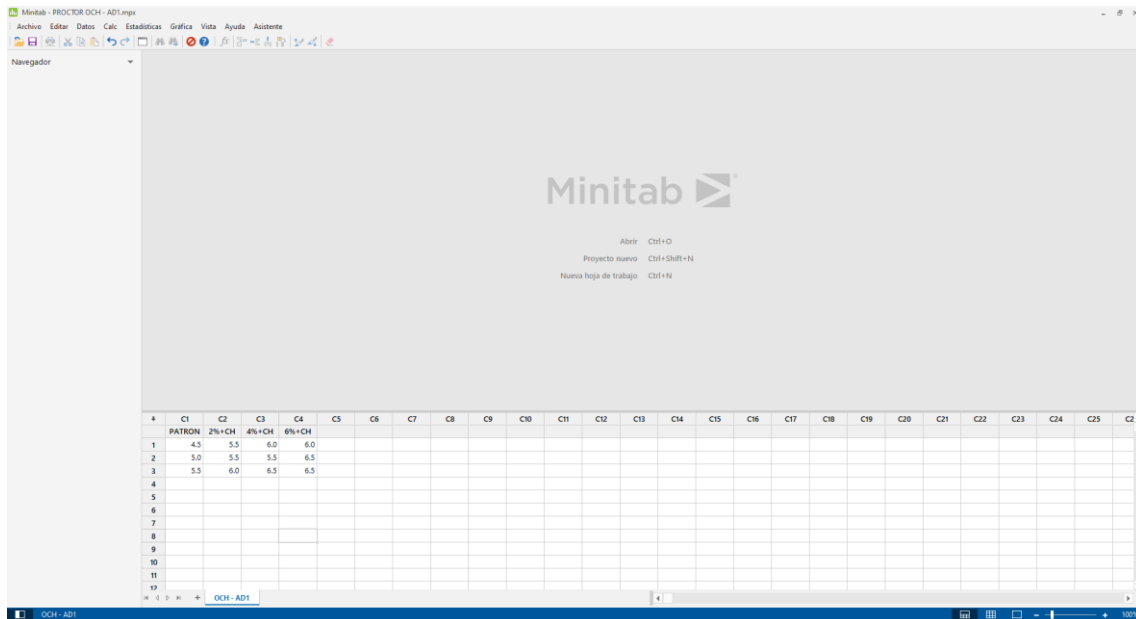
## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

### PROPIEDAD MECÁNICAS: PROCTOR MODIFICADO - CENIZA DE HABAS.

#### DATOS:

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD – C. HABAS				
	MP	2%	4%	6%
M1	4.5	5.5	6.0	6.0
M2	5.0	5.5	5.5	6.5
M3	5.5	6.0	6.5	6.5

#### ANÁLISIS: PRUEBA DE NORMALIDAD



The screenshot shows the Minitab software interface. The main window displays the Minitab logo and keyboard shortcuts: 'Abrir' (Ctrl+O), 'Proyecto nuevo' (Ctrl+Shift+N), and 'Nueva hoja de trabajo' (Ctrl+N). Below the main window, a data table is visible with the following content:

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26
1	PATRÓN	2%+CH	4%+CH	6%+CH																						
2	4.5	5.5	6.0	6.0																						
3	5.0	5.5	5.5	6.5																						
4	5.5	6.0	6.5	6.5																						
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										

Se plantean las hipótesis:

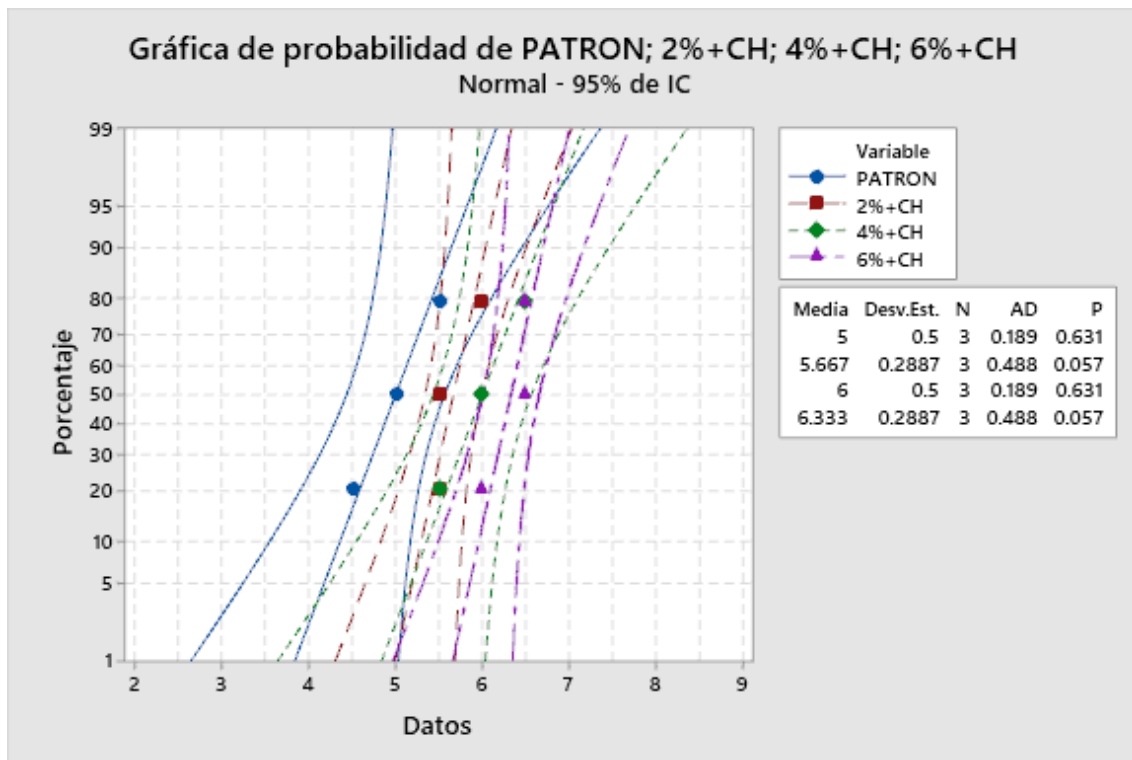
$H_0$ : los valores del ensayo de óptimo contenido de humedad sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

$H_1$ : los valores del ensayo de óptimo contenido de humedad no sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

## PARÁMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

OCH - AD1

Gráfica de probabilidad de PATRÓN; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH



### Resultados:

Valor  $p =$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor  $p$  de muestra de ensayo Patrón en optimo contenido de humedad es 0.631

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en optimo contenido de humedad es 2% de CH es 0.057

Valor p de muestra de ensayo experimental en optimo contenido de humedad es 4% de CH es 0.631

Valor p de muestra de ensayo experimental en optimo contenido de humedad es 6% de CH es 0.057

### **Concluimos**

Que el valor p en los tres casos son mayores que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

### **ANÁLISIS: PRUEBA DE VARIANZAS**

Evaluación de la varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlet

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

### **Traduciendo**

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de optimo contenido de humedad de las muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de optimo contenido de humedad de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

### **Evaluamos con Minitab**

OCH - AD1

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

### **Método**

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**



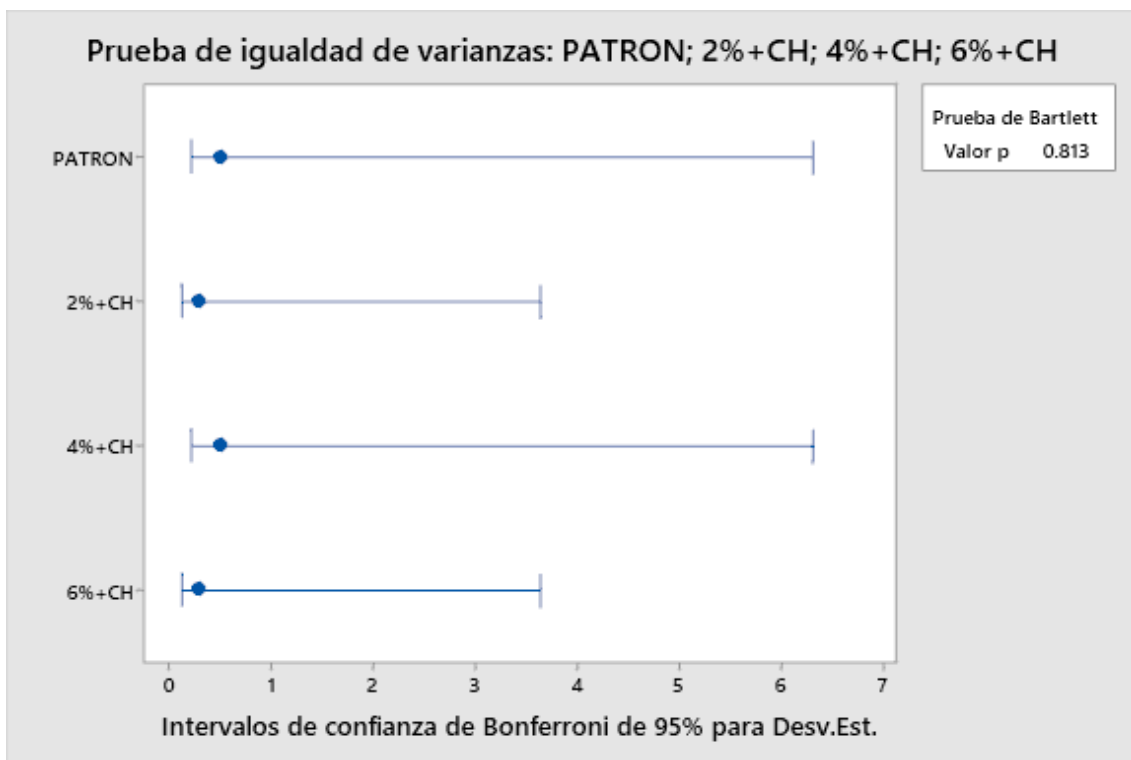
**Muestra N Desv.Est. IC**

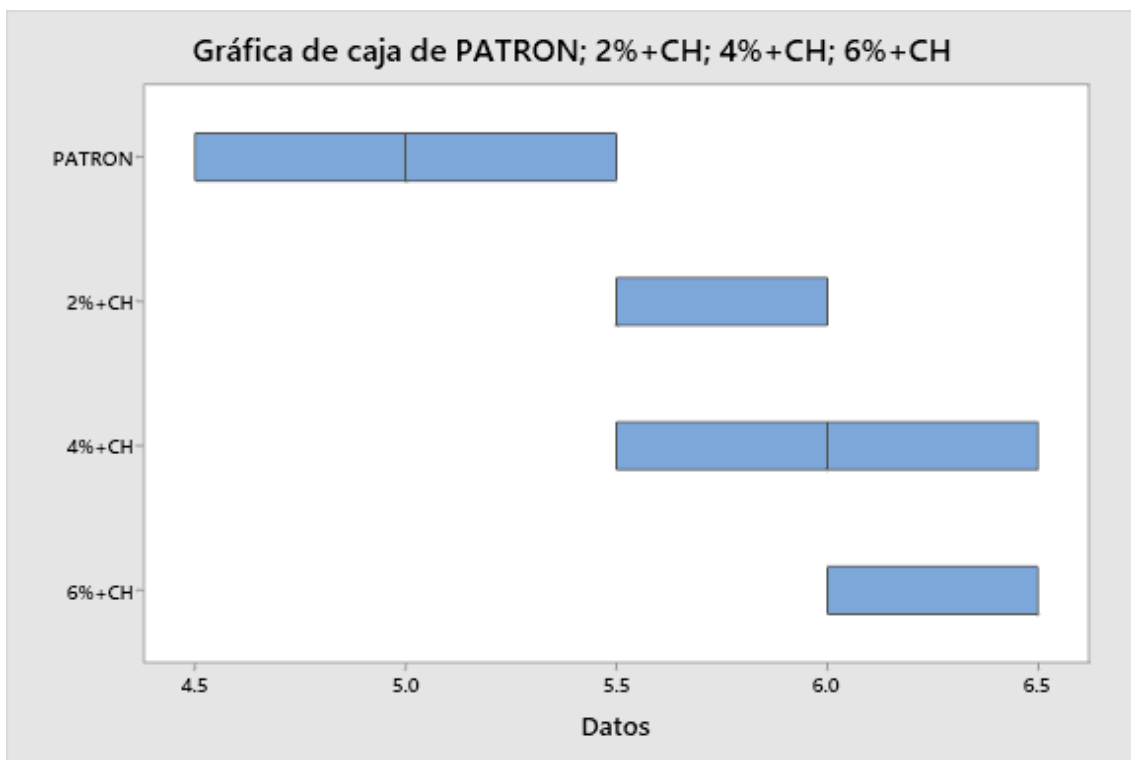
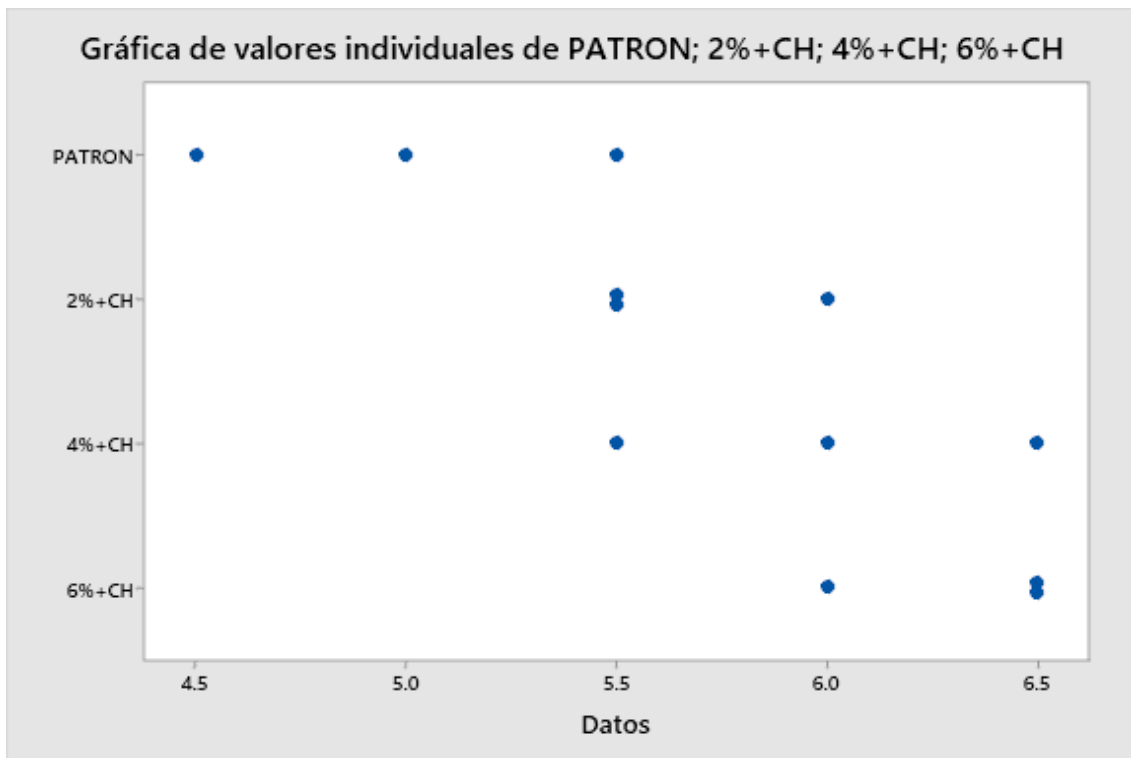
PATRON	3	0.500000	(0.221945; 6.31466)
2%+CH	3	0.288675	(0.128140; 3.64577)
4%+CH	3	0.500000	(0.221945; 6.31466)
6%+CH	3	0.288675	(0.128140; 3.64577)

*Nivel de confianza individual = 98.75%*

**Pruebas**

	<b>Estadística</b>	<b>Valor</b>
<b>Método de prueba</b>	<b>p</b>	
Bartlett	0.95	0.813





**Resultados:**

Valor  $p = 0.813$

Valor  $\alpha = 0.05$

## **Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula.

Valor  $p > \alpha$  : Aceptamos la Hipótesis nula.

## **Concluimos**

Que el valor  $p$  es mayor que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del Optimo contenido de humedad de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Los resultados del Optimo contenido de humedad de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas presentan varianzas iguales.

## **ANÁLISIS: PRUEBA DE IGUALDAD DE MEDIAS: ESTADÍSTICO ANOVA**

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de optimo contenido de humedad de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

### **Hipótesis nula**

$H_0$ : las media del resultado del Óptimo contenido de humedad es igual a la media de los resultados del Óptimo contenido de humedad adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

### **Hipótesis alternativa**

$H_1$ : Al menos unas de las media del resultado Óptimo contenido de humedad es no es igual a la media de los resultados del Óptimo contenido de humedad adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

$$u_1 / u_2 > 1.14$$

$$u_1 / u_3 > 1.14$$

## **Evaluamos con Minitab**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Las medias son iguales)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula.

OCH - AD1

**ANOVA de un solo factor: PATRÓN; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

#### Factor Niveles Valores

Factor 4 PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH

### Análisis de Varianza

		SC	MC	Valor	Valor
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
Factor	3	2.917	0.9722	5.83	0.021
Error	8	1.333	0.1667		
Total	11	4.250			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.408248	68.63%	56.86%	29.41%

### Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PATRON	3	5.000	0.500	(4.456; 5.544)
2%+CH	3	5.667	0.289	(5.123; 6.210)
4%+CH	3	6.000	0.500	(5.456; 6.544)
6%+CH	3	6.333	0.289	(5.790; 6.877)

*Desv.Est. agrupada = 0.408248*

### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

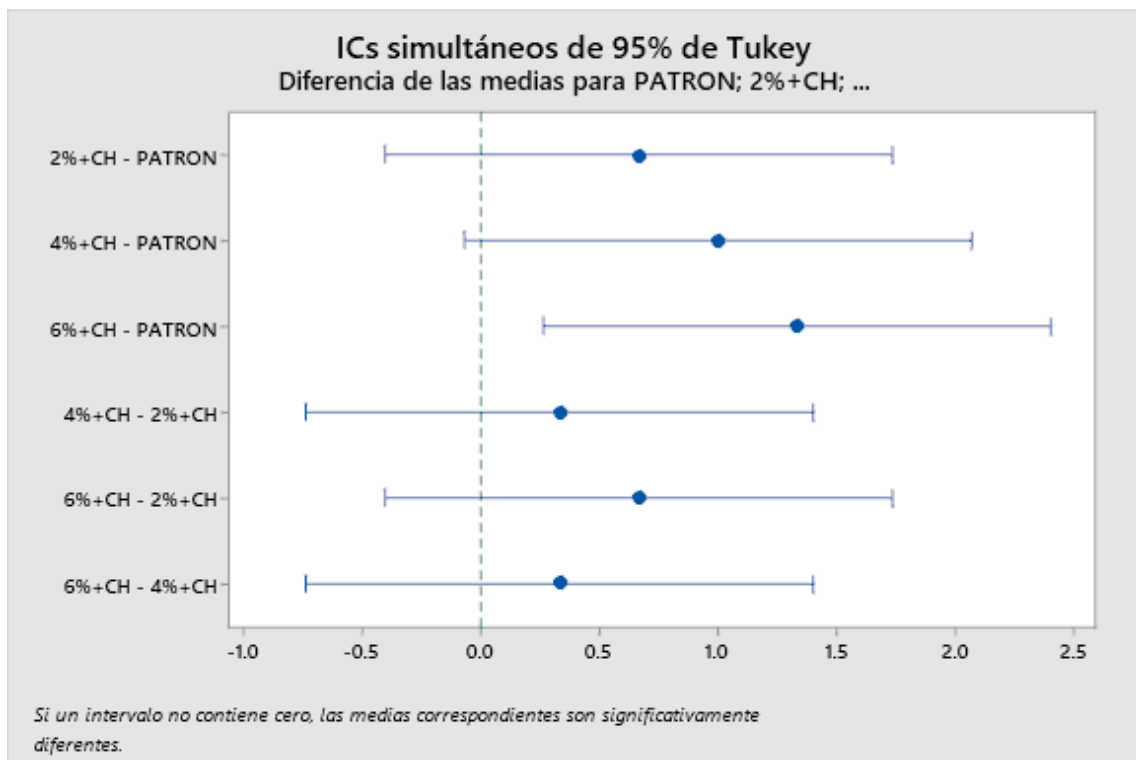
Factor	N	Media	Agrupación
6%+CH	3	6.333	A
4%+CH	3	6.000	A B
2%+CH	3	5.667	A B
PATRON	3	5.000	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

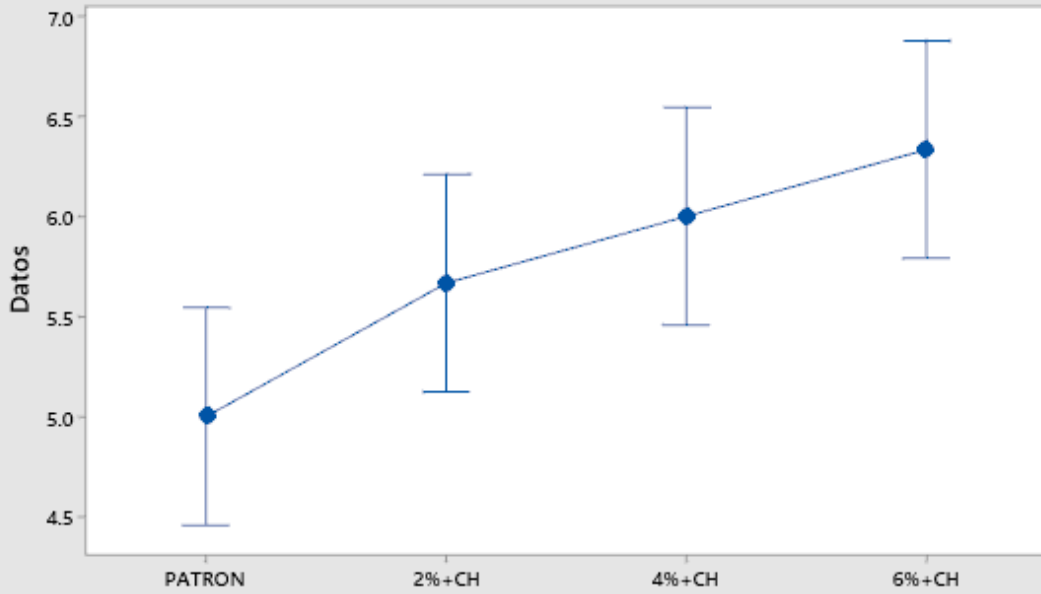
### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2%+CH - PATRON	0.667	0.333	(-0.401; 1.734)	2.00	0.264
4%+CH - PATRON	1.000	0.333	(-0.068; 2.068)	3.00	0.067
6%+CH - PATRON	1.333	0.333	(0.266; 2.401)	4.00	0.017
4%+CH - 2%+CH	0.333	0.333	(-0.734; 1.401)	1.00	0.754
6%+CH - 2%+CH	0.667	0.333	(-0.401; 1.734)	2.00	0.264
6%+CH - 4%+CH	0.333	0.333	(-0.734; 1.401)	1.00	0.754

Nivel de confianza individual = 98.74%

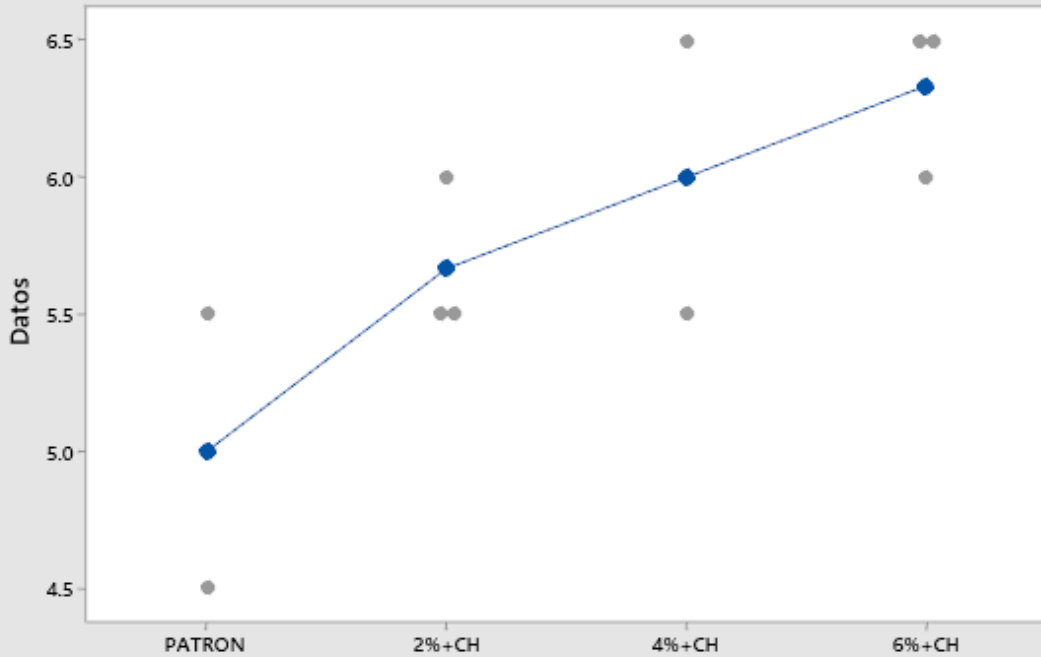


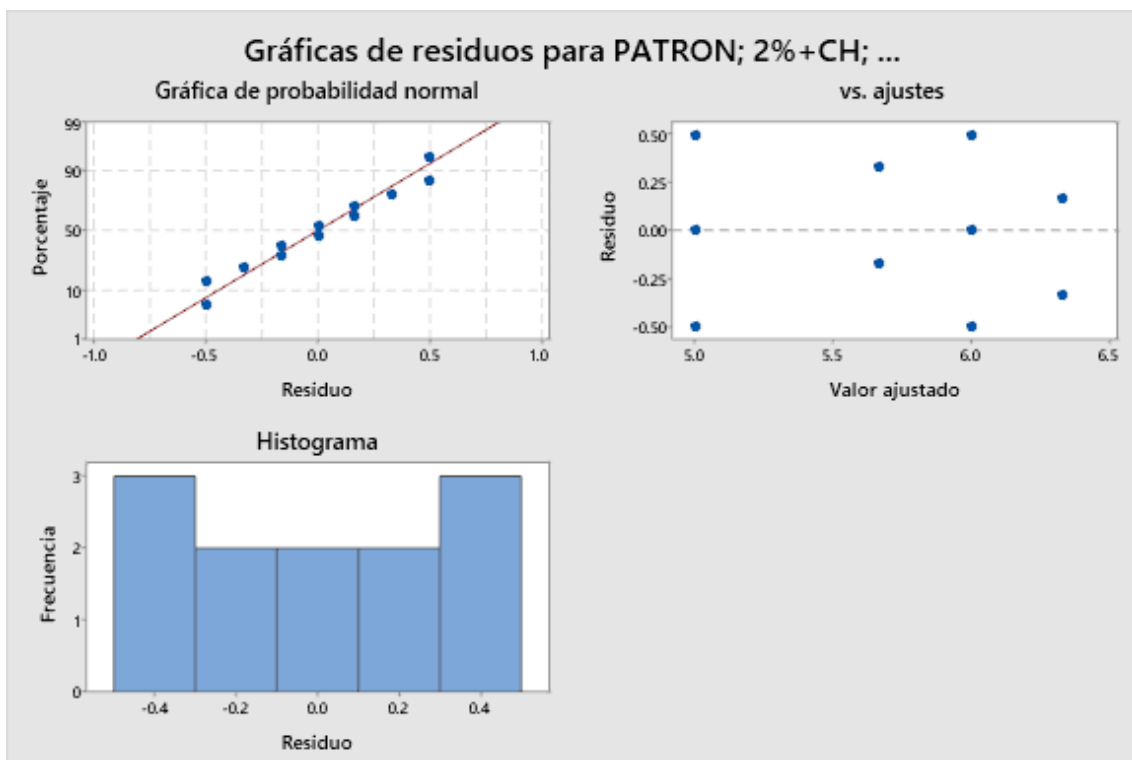
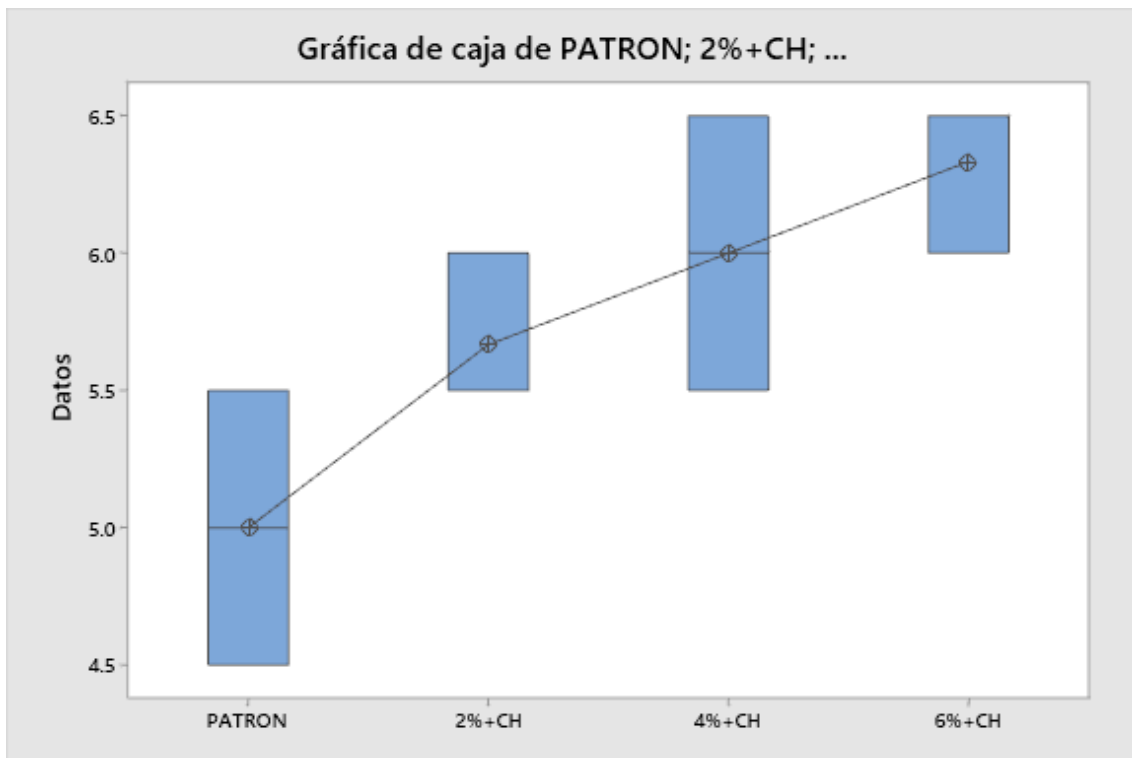
Gráfica de intervalos de PATRON; 2%+CH; ...  
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Gráfica de valores individuales de PATRON; 2%+CH; ...





**Resultados:**

Valor  $p = 0.021$

Valor  $\alpha = 0.05$

## Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula

## Concluimos

Concluimos que el valor p del ANOVA que resulta 0.021 es menor que  $\alpha$  nivel de significancia la probabilidad de cometer el error I; por lo que rechazamos la hipótesis nula aceptamos la hipótesis alterna , esto significa que al menos alguna de las medias de los tratamientos es diferente de las demás; esto quiere decir que si existe un efecto del factor X en la variable de respuesta; interpretando que en nuestra investigación que si existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de haba en los resultados del Óptimo contenido de humedad al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

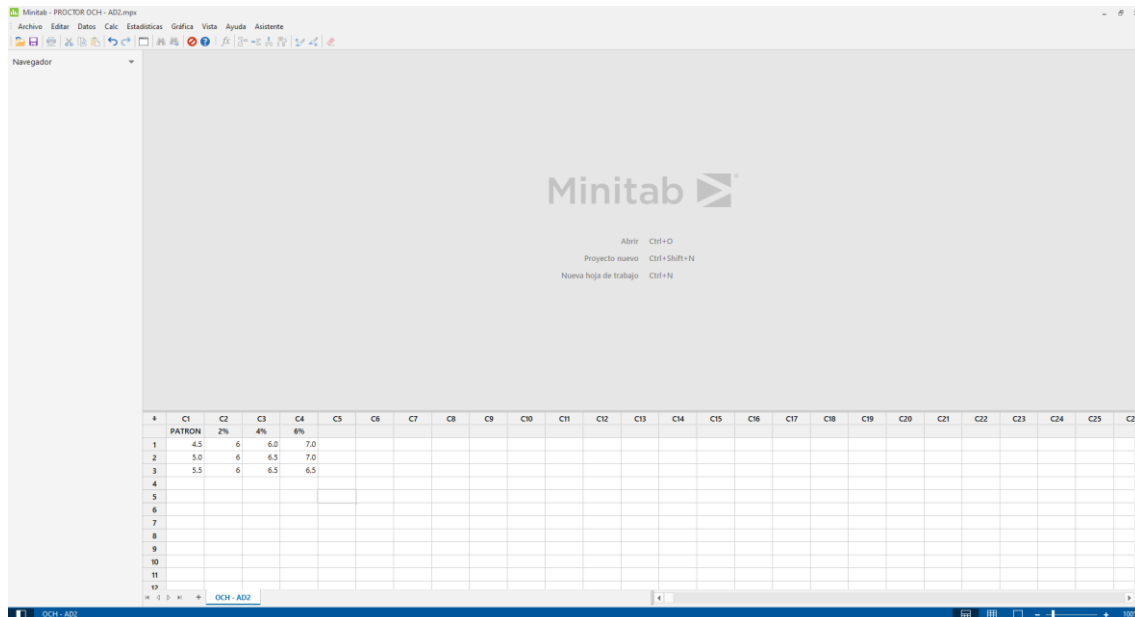
### PROPIEDAD MECÁNICA: PROCTOR MODIFICADO - CENIZA DE ARVEJAS.

#### DATOS:

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD – C. ARVEJAS				
	MP	2%	4%	6%
M1	4.5	6.0	6.0	7.0
M2	5.0	6.0	6.5	7.0
M3	5.5	6.0	6.5	6.5



# ANÁLISIS: PRUEBA DE NORMALIDAD



Se plantean las hipótesis:

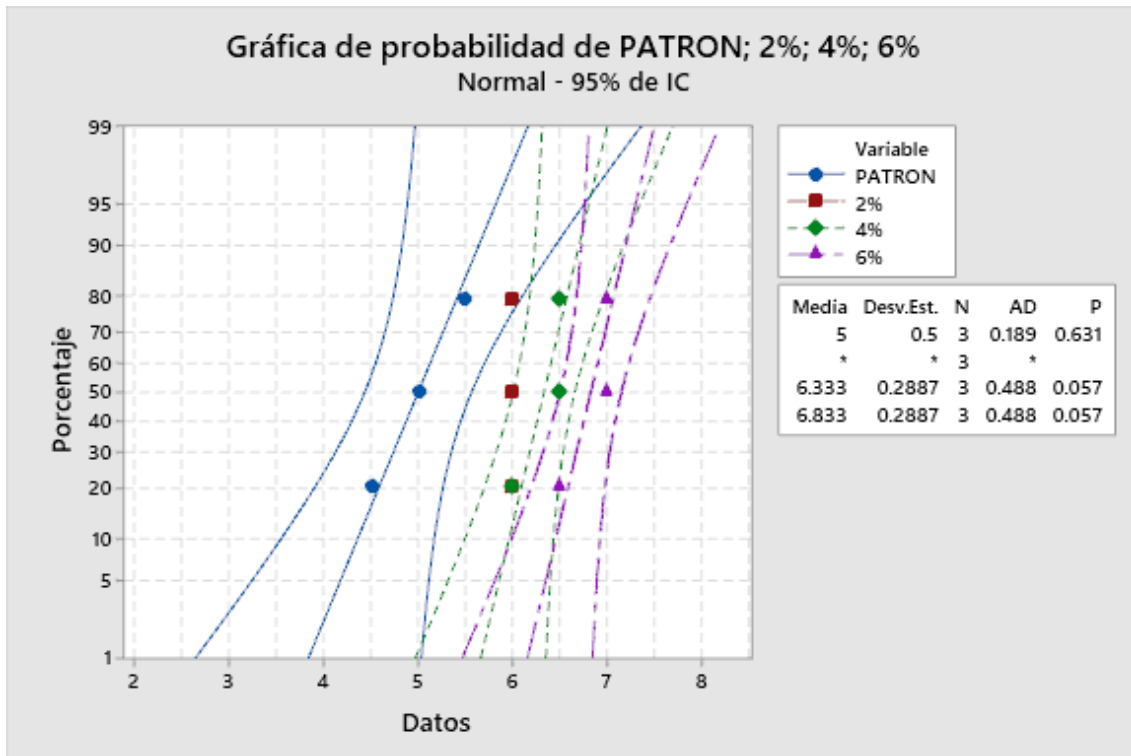
$H_0$ : los valores del ensayo de optimo contenido de humedad sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

$H_1$ : los valores del ensayo de optimo contenido de humedad no sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

## PARÁMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

OCH - AD2

Gráfica de probabilidad de PATRÓN; 2%; 4%; 6%



\* NOTA \* La distribución no se pudo ajustar. El número de filas de datos distintas debe ser mayor que o igual al número de parámetros de distribución estimados.

### Resultados:

Valor  $p =$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor  $p$  de muestra de ensayo Patrón en optimo contenido de humedad es 0.631

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en optimo contenido de humedad es 2% de CA es

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en optimo contenido de humedad es 4% de CA es 0.057

Valor p de muestra de ensayo experimental en optimo contenido de humedad es 6% de CA es 0.057

## Concluimos

Que el valor p en los tres casos son mayores que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

## ANÁLISIS: PRUEBA DE VARIANZAS

Evaluación de las varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlett

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

### Traduciendo

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de optimo contenido de humedad de las muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de optimo contenido de humedad de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

### Evaluamos con Minitab

OCH - AD2

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRON; 2%; 4%; 6%**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.*

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Muestra	N	Desv.Est.	IC
PATRON	3	0.500000	(0.228516; 5.46579)
2%	3	0.000000	(*; *)

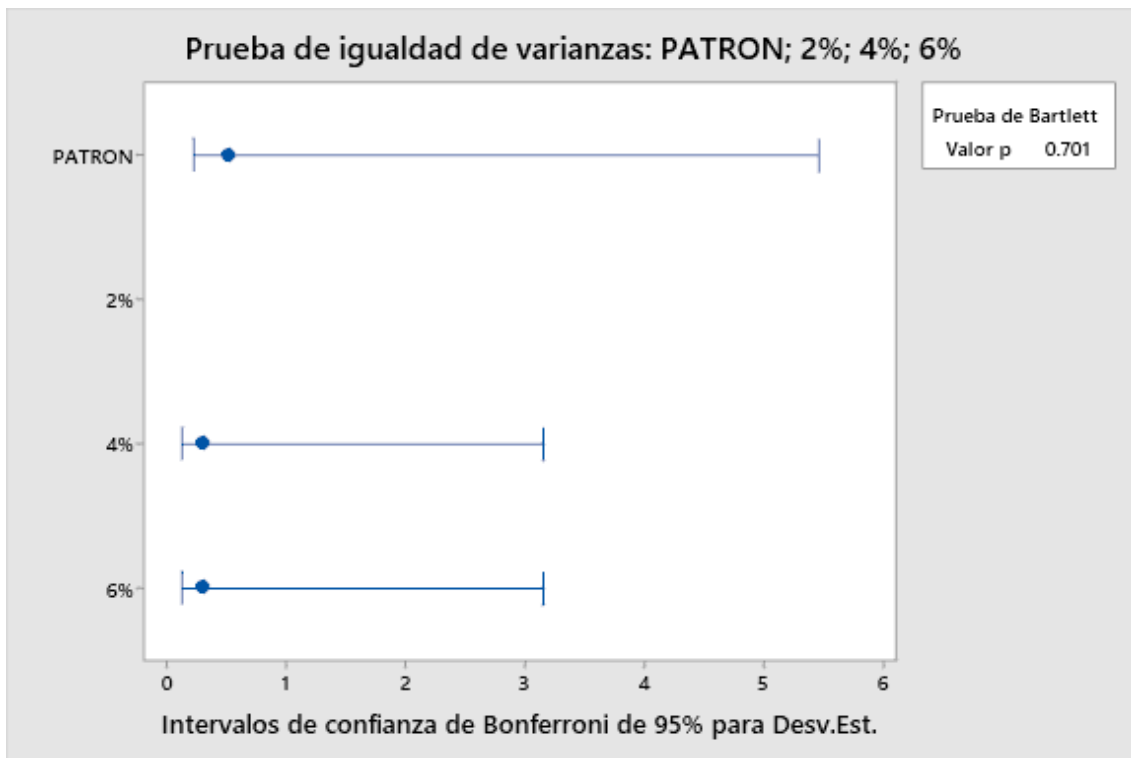
4% 3 0.288675 (0.131934; 3.15567)  
6% 3 0.288675 (0.131934; 3.15567)

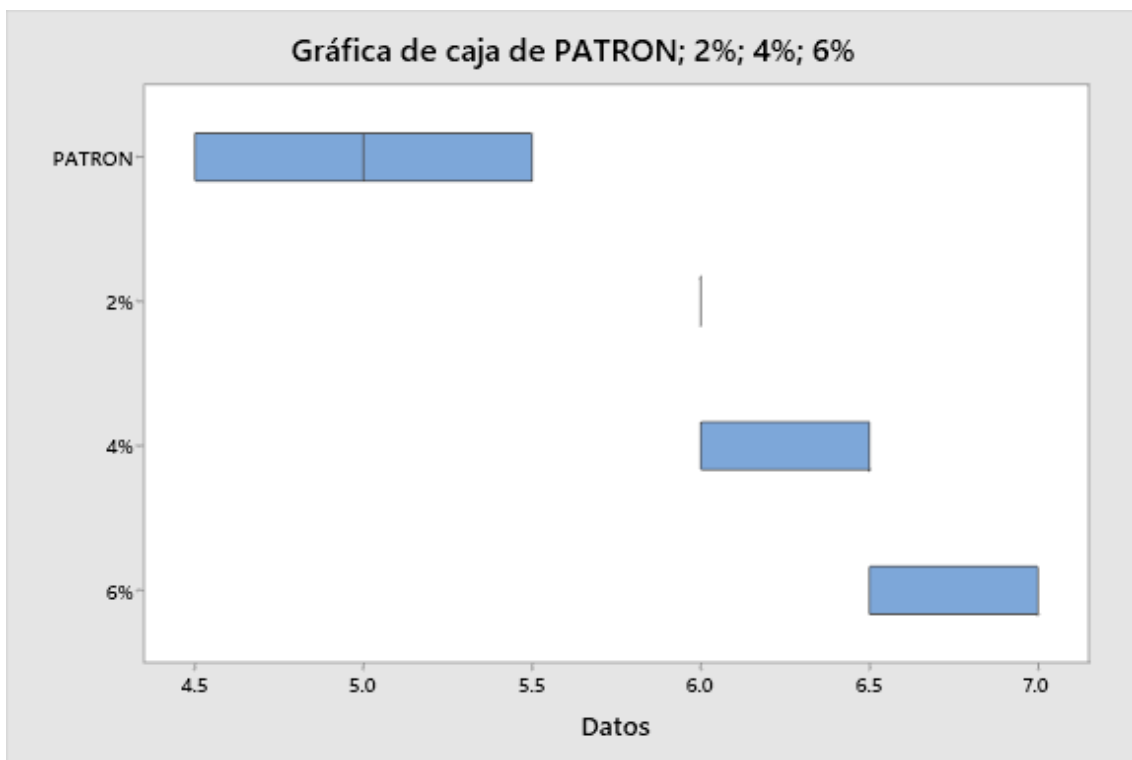
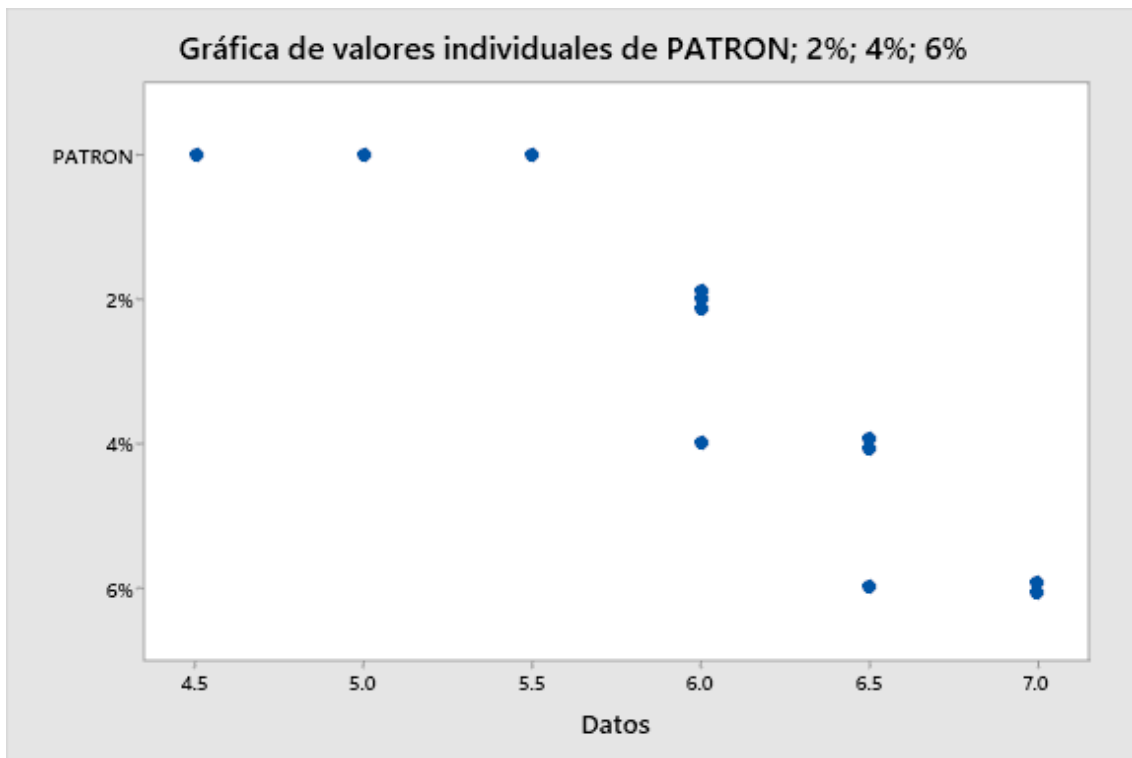
Nivel de confianza individual = 98.3333%

## Pruebas

	Estadística	Valor
<b>Método de prueba</b>	<b>p</b>	
Bartlett	0.71	0.701

Las muestras se excluyen de las pruebas si sus desviaciones estándar son 0 o valores faltantes.





**Resultados:**

Valor  $p = 0.701$

Valor  $\alpha = 0.05$

## **Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Aceptamos la Hipótesis nula,

## **Concluimos**

Que el valor  $p$  es mayor que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del Optimo contenido de humedad de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Los resultados del Optimo contenido de humedad de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas presentan varianzas iguales.

## **ANÁLISIS: PRUEBA DE IGUALDAD DE MEDIAS: ESTADISTICO ANOVA**

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de optimo contenido de humedad de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

Hipótesis nula

$H_0$ : las media del resultado del Óptimo contenido de humedad es igual a la media de los resultados del Óptimo contenido de humedad adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

Hipótesis alternativa

$H_1$ : Al menos unas de las media del resultado Óptimo contenido de humedad es no es igual a la media de los resultados del Optimo contenido de humedad adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

$$u_1 / u_1 > 1.14$$

$$u_1 / u_3 > 1.14$$

## Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Las medias son iguales)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula

OCH - AD2

**ANOVA de un solo factor: PATRON; 2%; 4%; 6%**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

#### Factor Niveles Valores

Factor 4 PATRON; 2%; 4%; 6%

### Análisis de Varianza

		SC	MC	Valor	Valor	
	Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
	Factor	3	5.3958	1.7986	17.27	0.001
	Error	8	0.8333	0.1042		
	Total	11	6.2292			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.322749	86.62%	81.61%	69.90%

### Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PATRON	3	5.000	0.500	(4.570; 5.430)
2%	3	6.000	0.000	(5.570; 6.430)
4%	3	6.333	0.289	(5.904; 6.763)
6%	3	6.833	0.289	(6.404; 7.263)

*Desv.Est. agrupada = 0.322749*

### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Factor	N	Media	Agrupación
6%	3	6.833	A
4%	3	6.333	A
2%	3	6.000	A

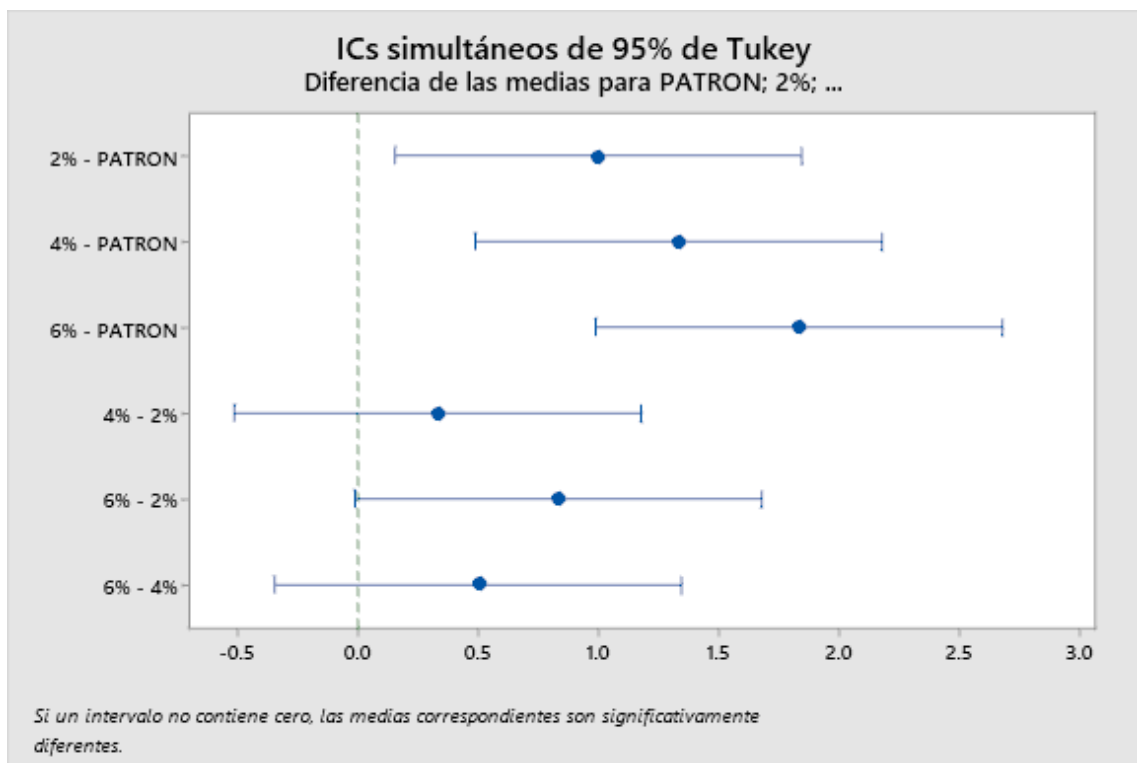
PATRON 3 5.000 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias**

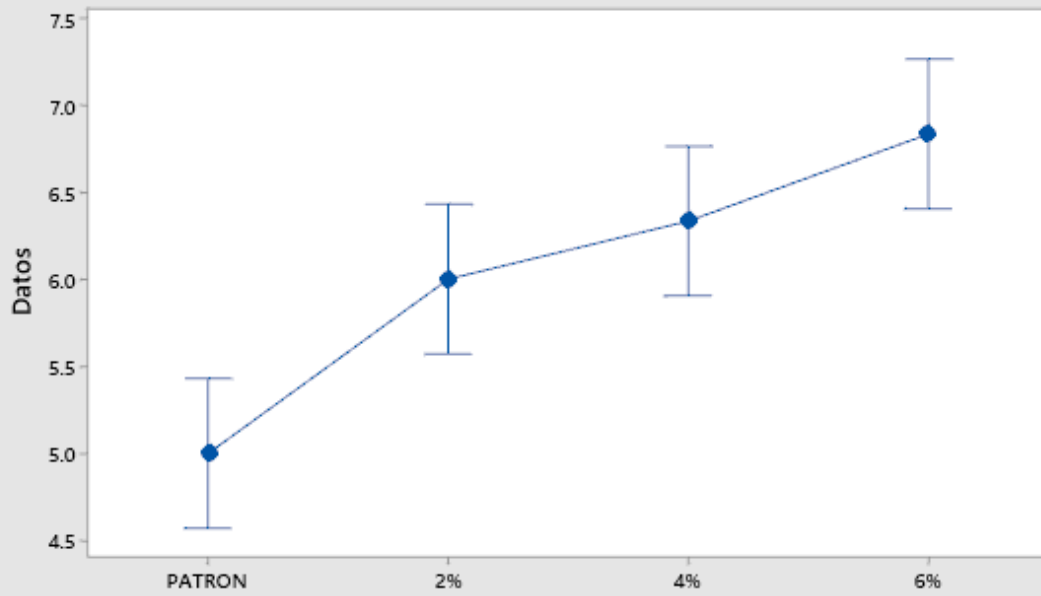
Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2% - PATRON	1.000	0.264	(0.156; 1.844)	3.79	0.022
4% - PATRON	1.333	0.264	(0.489; 2.177)	5.06	0.004
6% - PATRON	1.833	0.264	(0.989; 2.677)	6.96	0.001
4% - 2%	0.333	0.264	(-0.511; 1.177)	1.26	0.607
6% - 2%	0.833	0.264	(-0.011; 1.677)	3.16	0.053
6% - 4%	0.500	0.264	(-0.344; 1.344)	1.90	0.301

Nivel de confianza individual = 98.74%



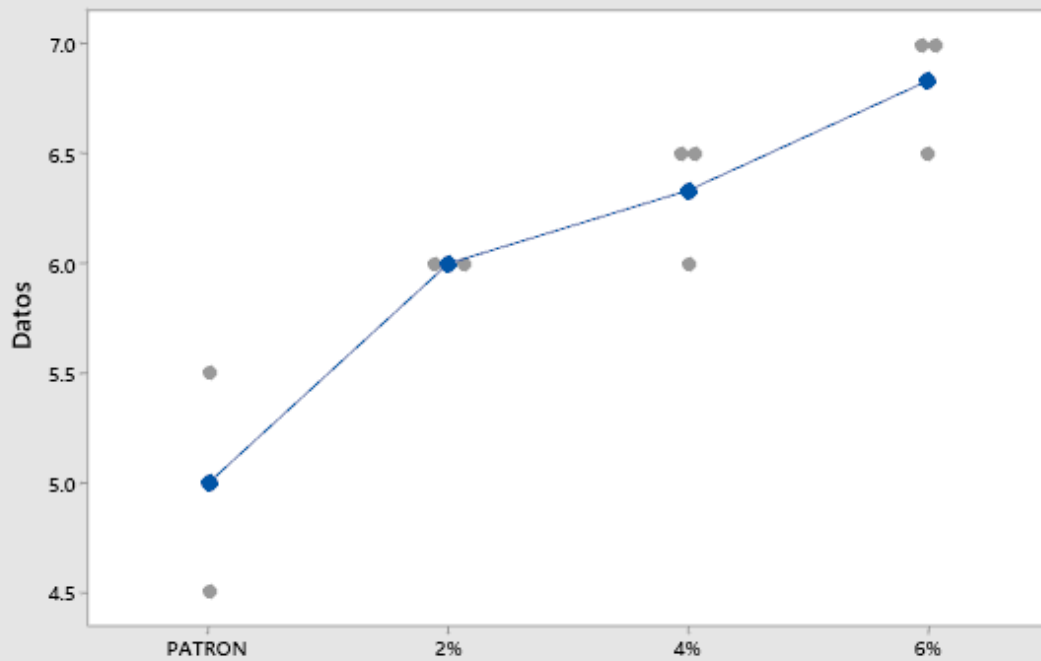


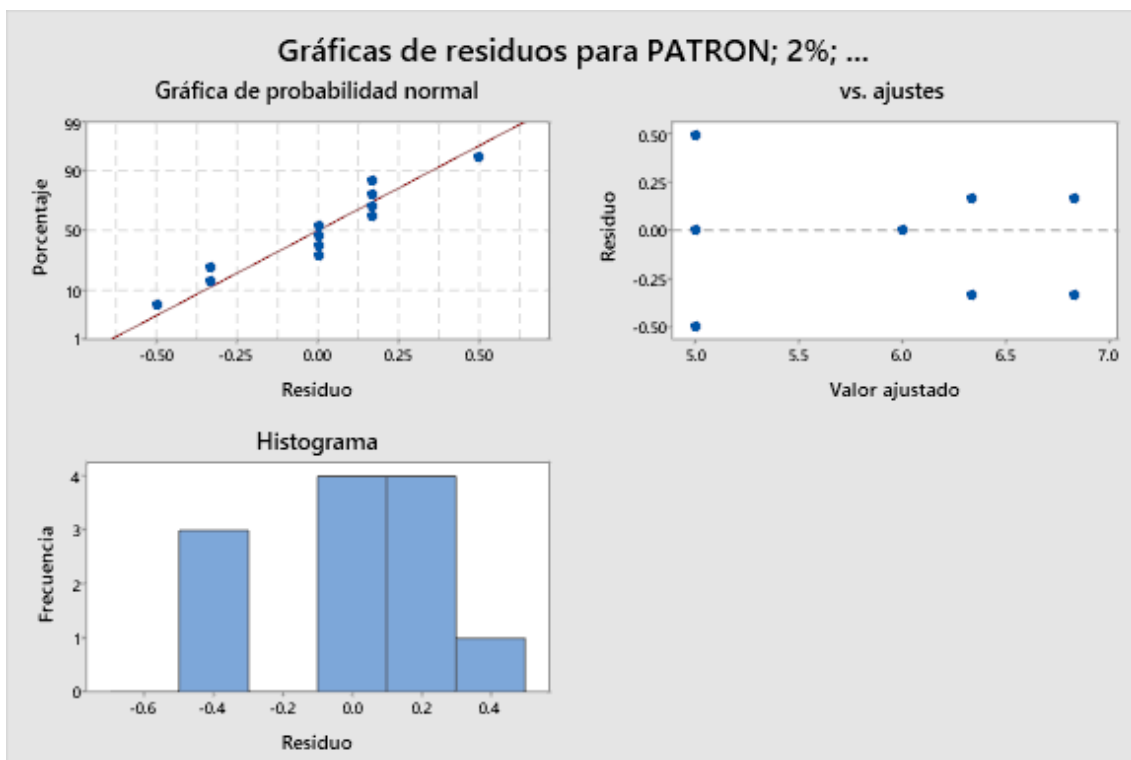
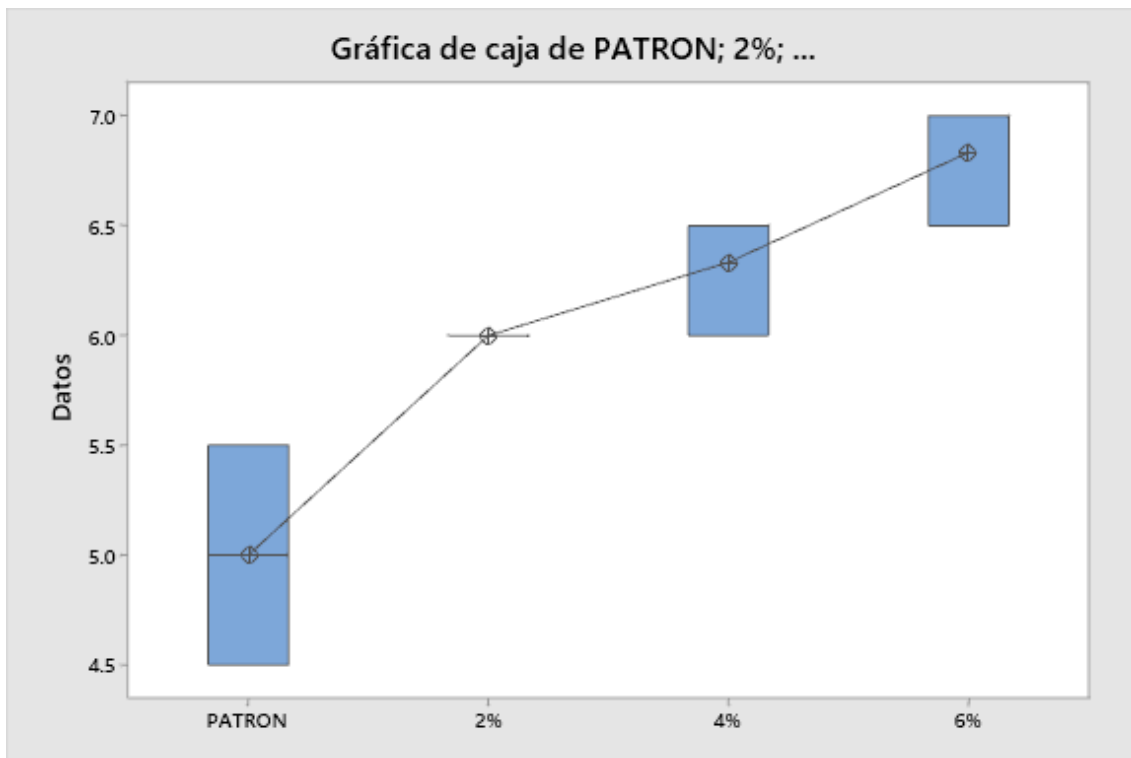
Gráfica de intervalos de PATRON; 2%; ...  
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Gráfica de valores individuales de PATRON; 2%; ...





**Resultados:**

Valor  $p = 0.001$

Valor  $\alpha = 0.05$

### **Analizamos**

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula

### **Concluimos**

Concluimos que el valor p del ANOVA que resulta 0.001 es menor que  $\alpha$  nivel de significancia la probabilidad de cometer el error I; por lo que rechazamos la hipótesis nula aceptamos la hipótesis alterna , esto significa que **al menos alguna de las medias de los tratamientos es diferente de las demás; esto quiere decir que si existe un efecto del factor X en la variable de respuesta**; interpretando que en nuestra investigación que si existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de arvejas en los resultados del Optimo contenido de humedad al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

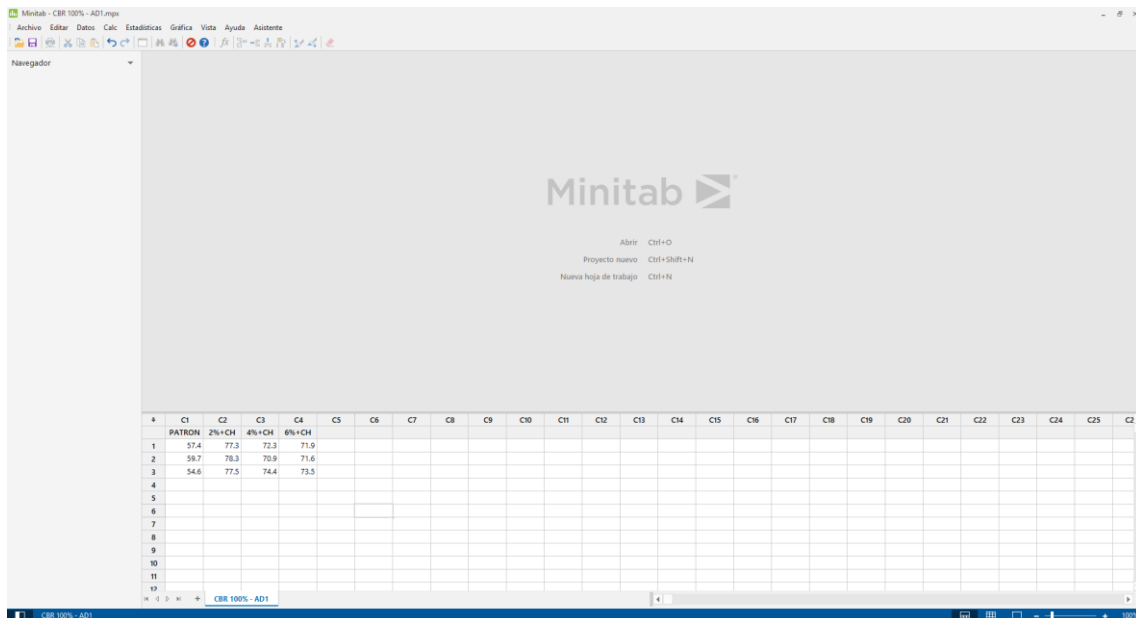
### PROPIEDAD MECÁNICA: CBR AL 100% CENIZA DE HABAS.

#### DATOS:

CBR al 100% C. HABAS				
	MP	2%	4%	6%
M1	57.40	77.30	72.30	71.90
M2	59.70	78.30	70.90	71.60
M3	54.60	77.50	74.40	73.50

#### ANÁLISIS:

### PRUEBA DE NORMALIDAD



Se plantean las hipótesis:

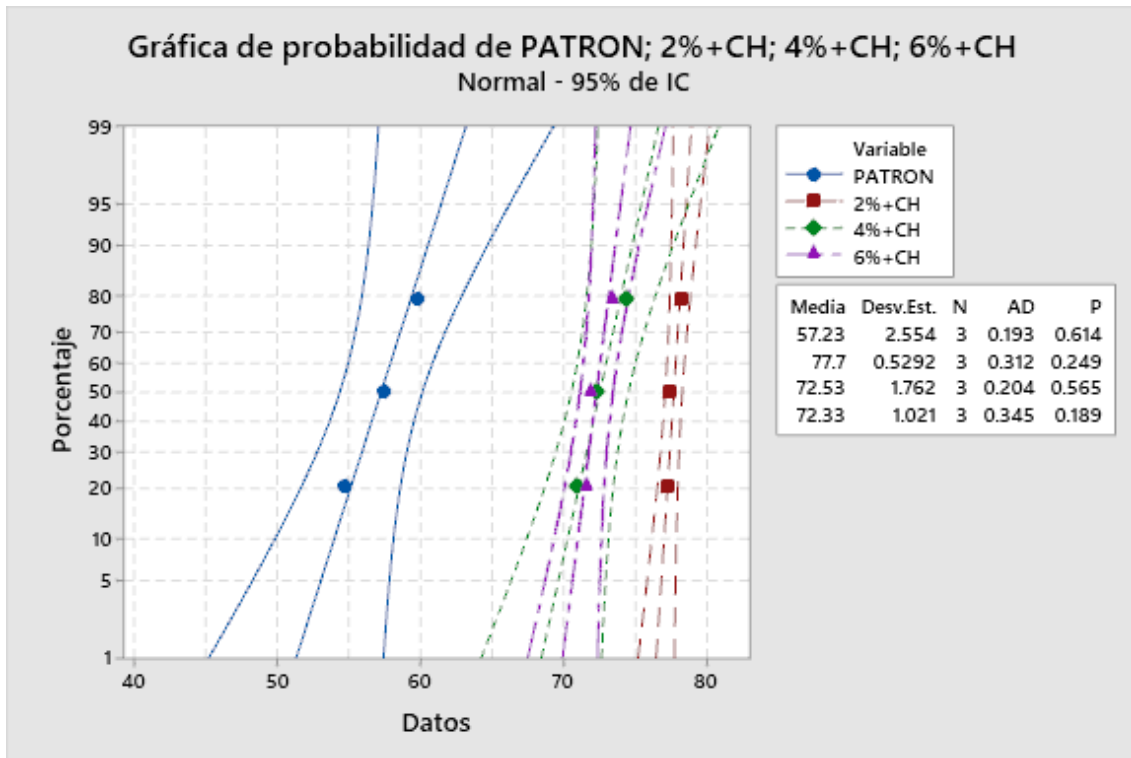
$H_0$ : los valores del ensayo de CBR AL 100% sigue una distribución normal ( $\mu$  ,  $\sigma^2$ )

$H_1$ : los valores del ensayo de CBR AL 100% no sigue una distribución normal ( $\mu$  ,  $\sigma^2$ )

### PARAMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

CBR 100% - AD1

Gráfica de probabilidad de PATRÓN; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH



### Resultados:

Valor  $p =$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor  $p$  de muestra de ensayo Patrón en CBR AL 100% es 0.614

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en CBR AL 100% es 2% de CH es 0.249

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en CBR AL 100% es 4% de CH es 0.565

Valor  $p$  de muestra de ensayo experimental en CBR AL 100% es 6% de CH es 0.189

## Concluimos

Que el valor p en los tres casos son mayores que a nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

## ANÁLISIS: PRUEBA DE VARIANZAS

Evaluación de las varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlett

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

### Traduciendo

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de CBR AL 100% de las muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de CBR AL 100% de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

### Evaluamos con Minitab

CBR 100% - AD1

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

#### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.*

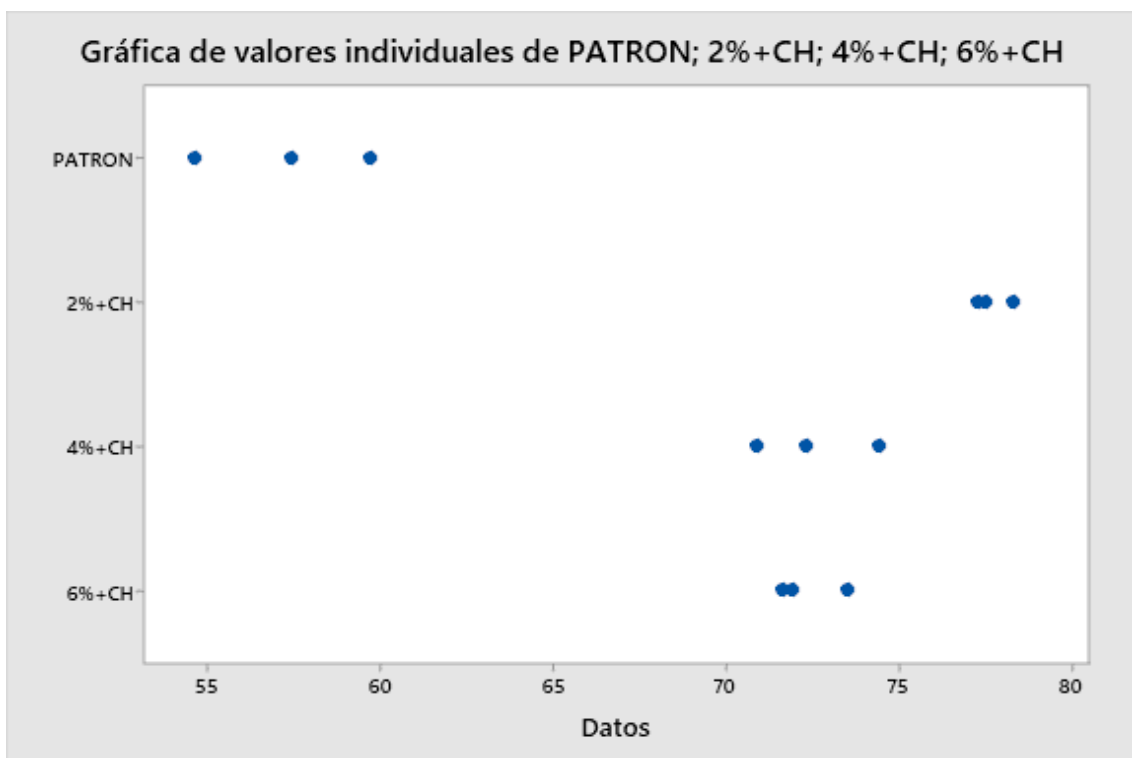
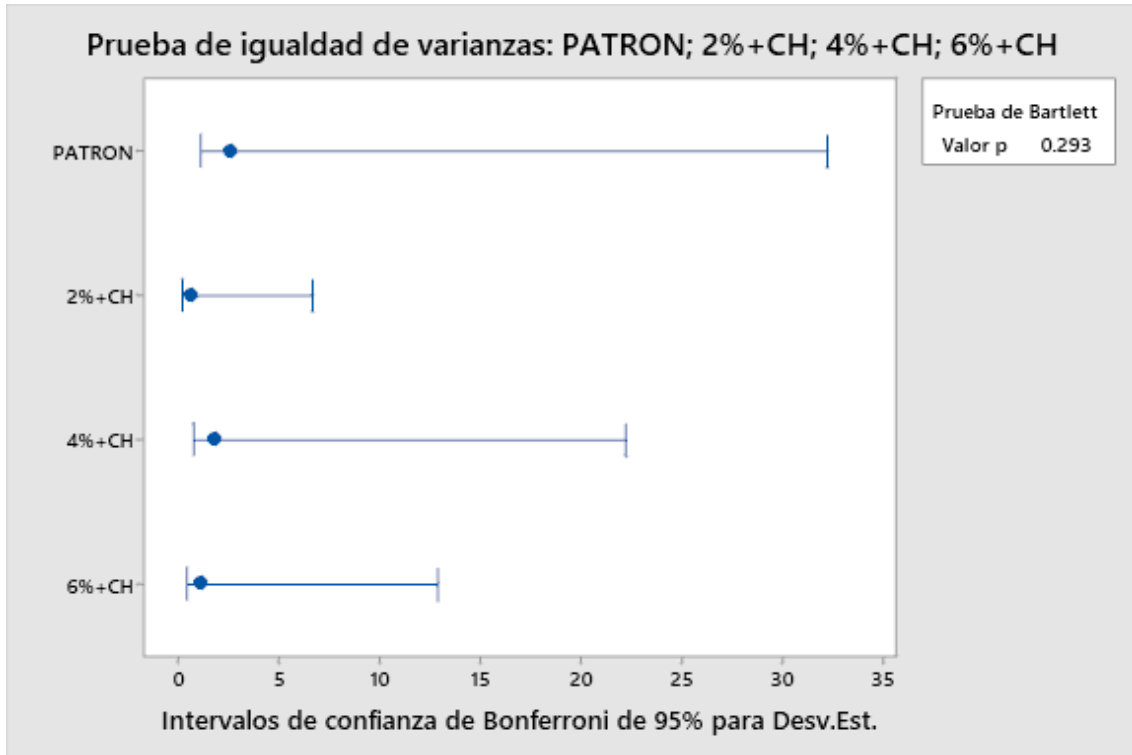
### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

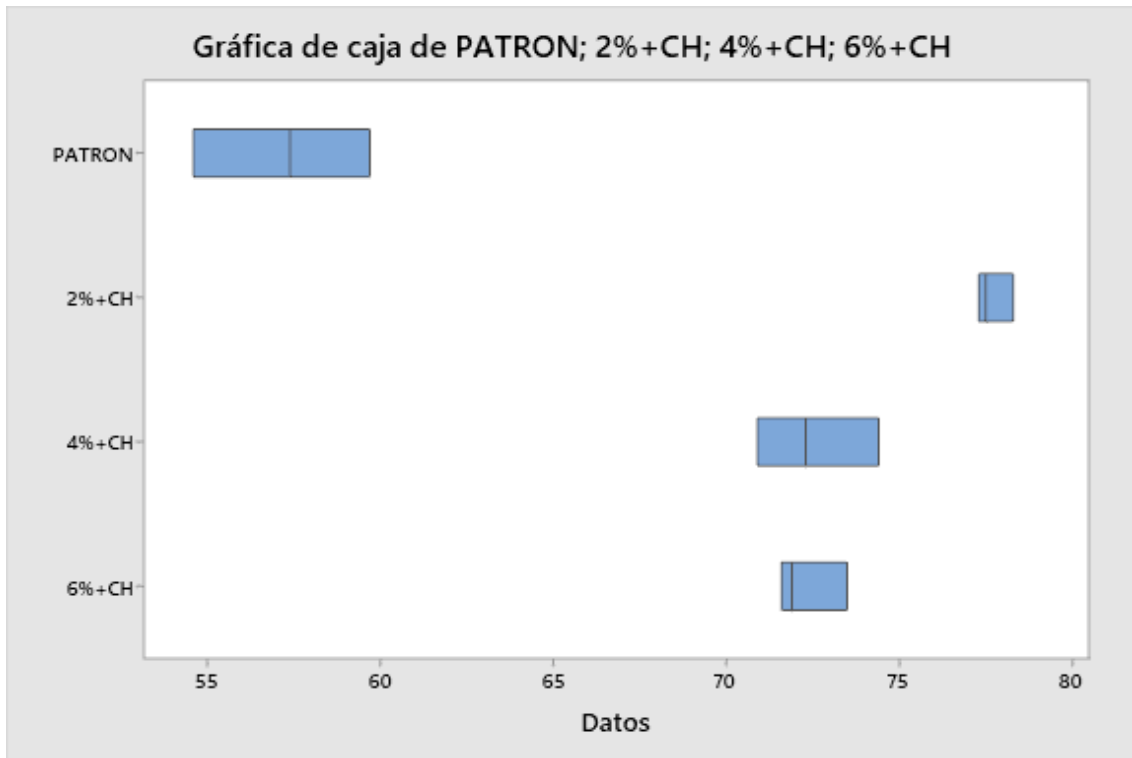
Muestra	N	Desv.Est.	IC
PATRON	3	2.55408	(1.13373; 32.2563)
2%+CH	3	0.52915	(0.23488; 6.6828)
4%+CH	3	1.76163	(0.78197; 22.2481)
6%+CH	3	1.02144	(0.45340; 12.9000)

*Nivel de confianza individual = 98.75%*

## Pruebas

	Estadística	Valor
<b>Método de prueba</b>	<b>p</b>	
Bartlett	3.73	0.293





### Resultados:

Valor  $p = 392.0$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  Rechazamos Hipótesis nula.

Valor  $p > \alpha$  Aceptamos la Hipótesis nula.

### Concluimos

Que el valor  $p$  es mayor que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del CBR AL 100% de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Los resultados del CBR AL 100% de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas presentan varianzas iguales.



## ANÁLISIS: PRUEBA DE IGUALDA DE MEDIAD: ESTADÍSTICO ANOVA

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de CBR AL 100% de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

Hipótesis nula

$H_0$ : las media del resultado del CBR AL 100% es igual a la media de los resultados del CBR AL 100% adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

Hipótesis alternativa

$H_1$ : Al menos unas de las media del resultado CBR AL 100% es no es igual a la media de los resultados del CBR AL 100% adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de habas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 > 1.14$$

$$u_1 / u_3 > 1.14$$

### Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Las medias son iguales)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula.

CBR 100% - AD1

**ANOVA de un solo factor: PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

#### Factor Niveles Valores

Factor 4 PATRON; 2%+CH; 4%+CH; 6%+CH

### Análisis de Varianza

		SC	MC	Valor	Valor
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
Factor	3	702.39	234.130	85.53	0.000
Error	8	21.90	2.738		

Total 11 724.29  
**Resumen del modelo**

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
1.65454	96.98%	95.84%	93.20%

**Medias**

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
PATRON	3	57.23	2.55	(55.03; 59.44)
2%+CH	3	77.700	0.529	(75.497; 79.903)
4%+CH	3	72.53	1.76	(70.33; 74.74)
6%+CH	3	72.333	1.021	(70.131; 74.536)

*Desv.Est. agrupada = 1.65454*

**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
2%+CH	3	77.700	A
4%+CH	3	72.53	B
6%+CH	3	72.333	B
PATRON	3	57.23	C

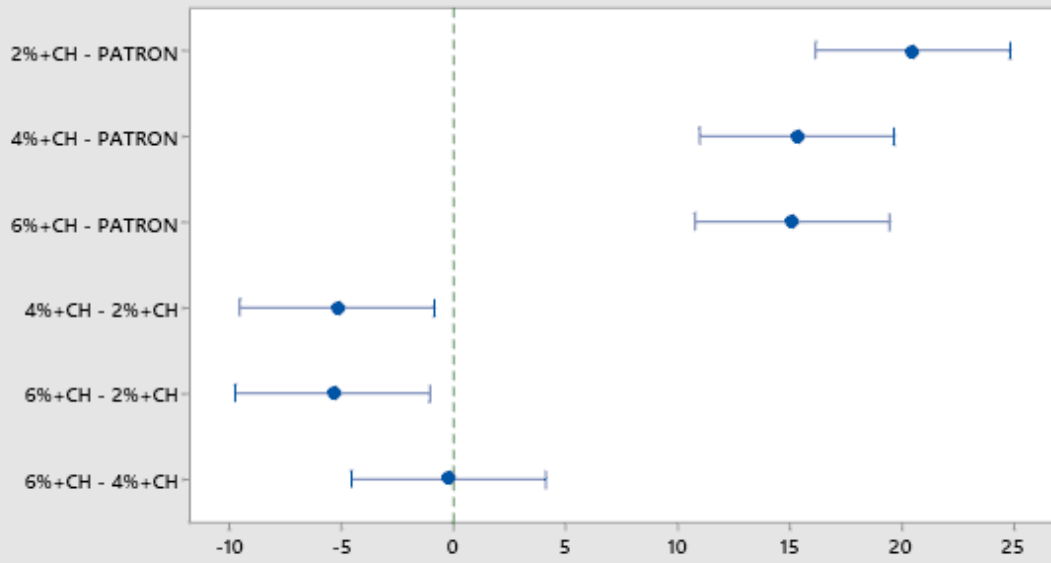
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias**

<b>Diferencia niveles</b>	<b>Diferencia de las medias</b>	<b>EE de las medias</b>	<b>EE de diferencia</b>	<b>IC de 95%</b>	<b>Valor T</b>	<b>Valor p ajustado</b>
2%+CH - PATRON	20.47	1.35	1.35	(16.14; 24.79)	15.15	0.000
4%+CH - PATRON	15.30	1.35	1.35	(10.97; 19.63)	11.33	0.000
6%+CH - PATRON	15.10	1.35	1.35	(10.77; 19.43)	11.18	0.000
4%+CH - 2%+CH	-5.17	1.35	1.35	(-9.49; -0.84)	-3.82	0.021
6%+CH - 2%+CH	-5.37	1.35	1.35	(-9.69; -1.04)	-3.97	0.017
6%+CH - 4%+CH	-0.20	1.35	1.35	(-4.53; 4.13)	-0.15	0.999

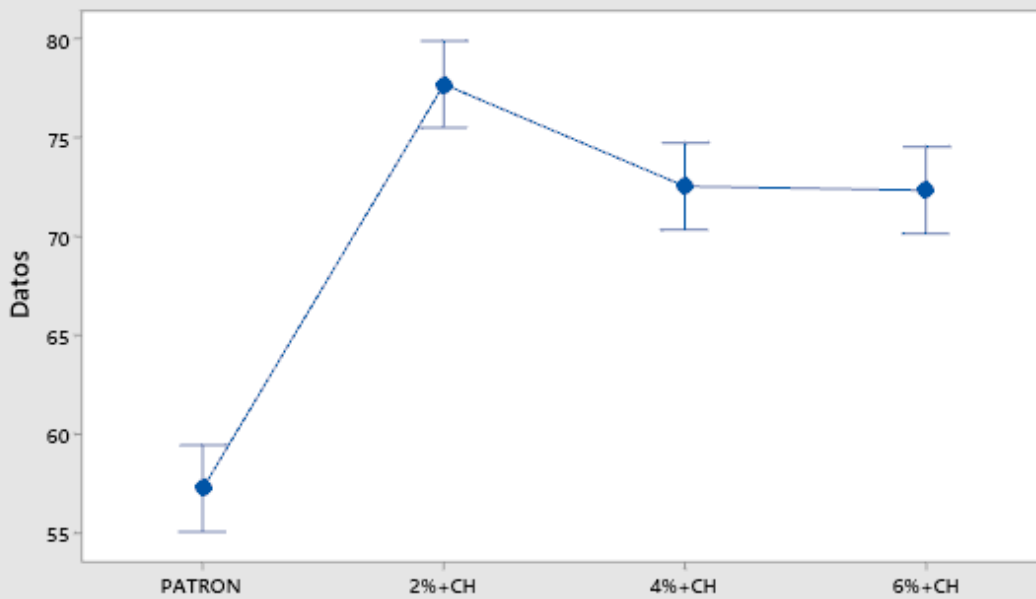
*Nivel de confianza individual = 98.74%*

**ICs simultáneos de 95% de Tukey**  
 Diferencia de las medias para PATRON; 2%+CH; ...

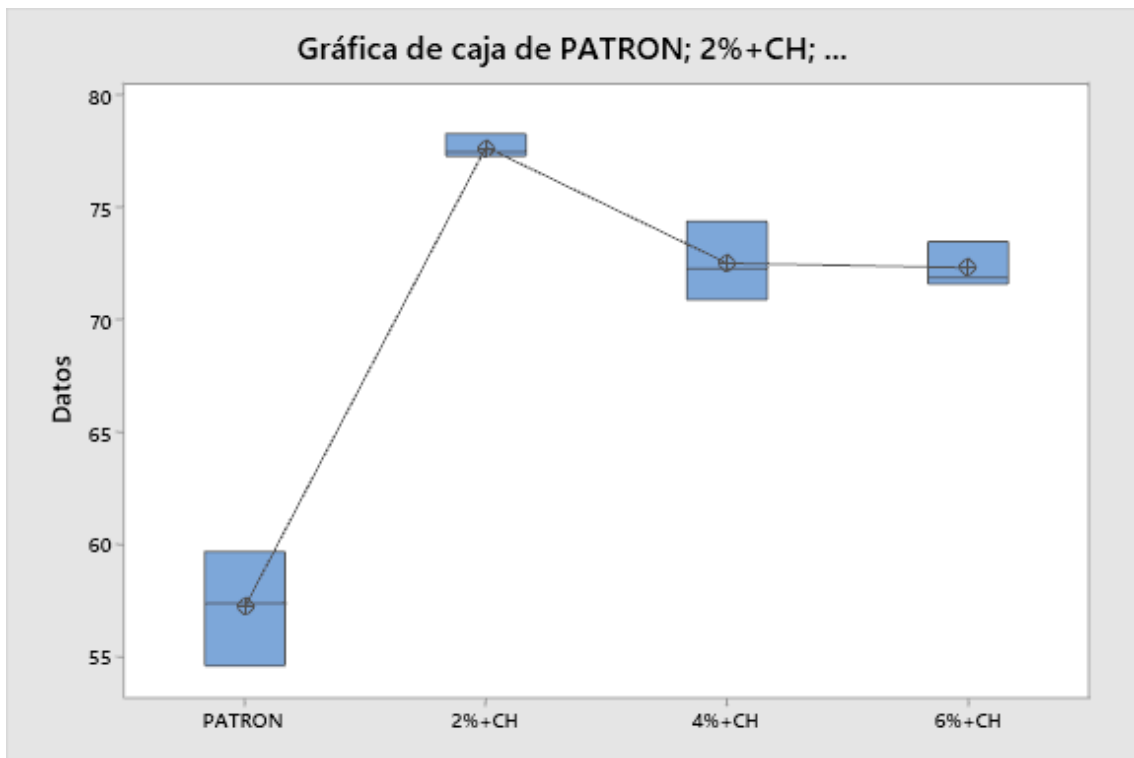
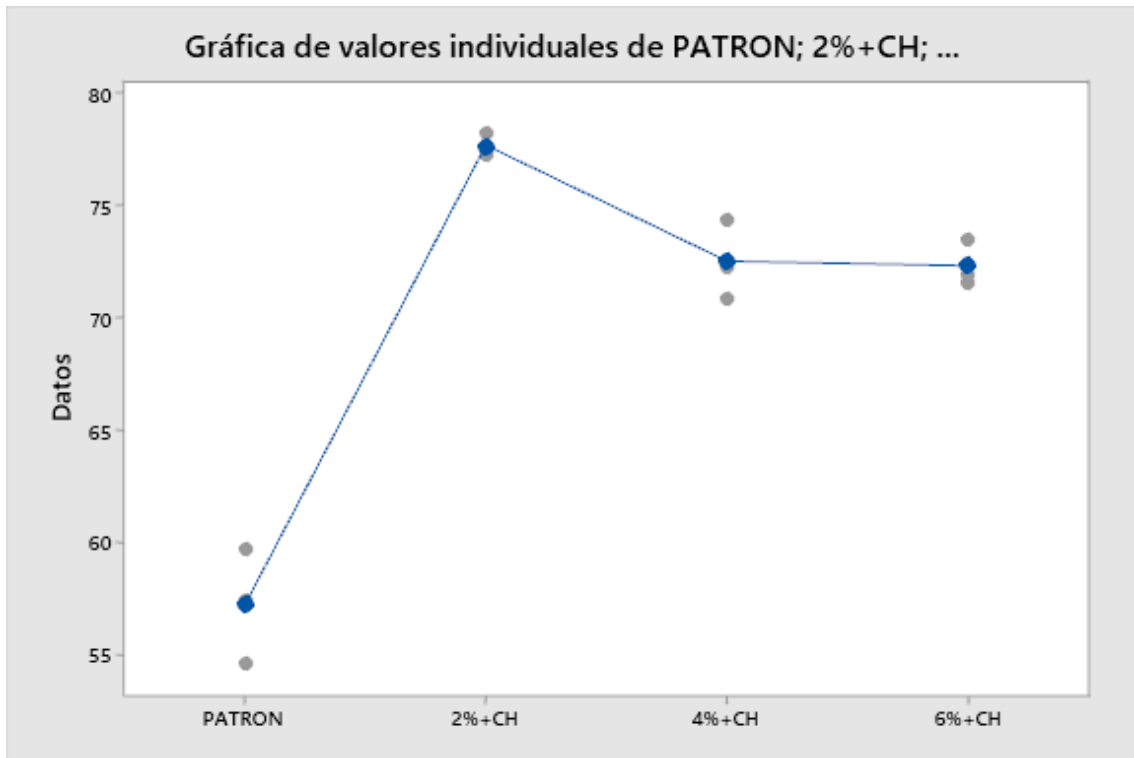


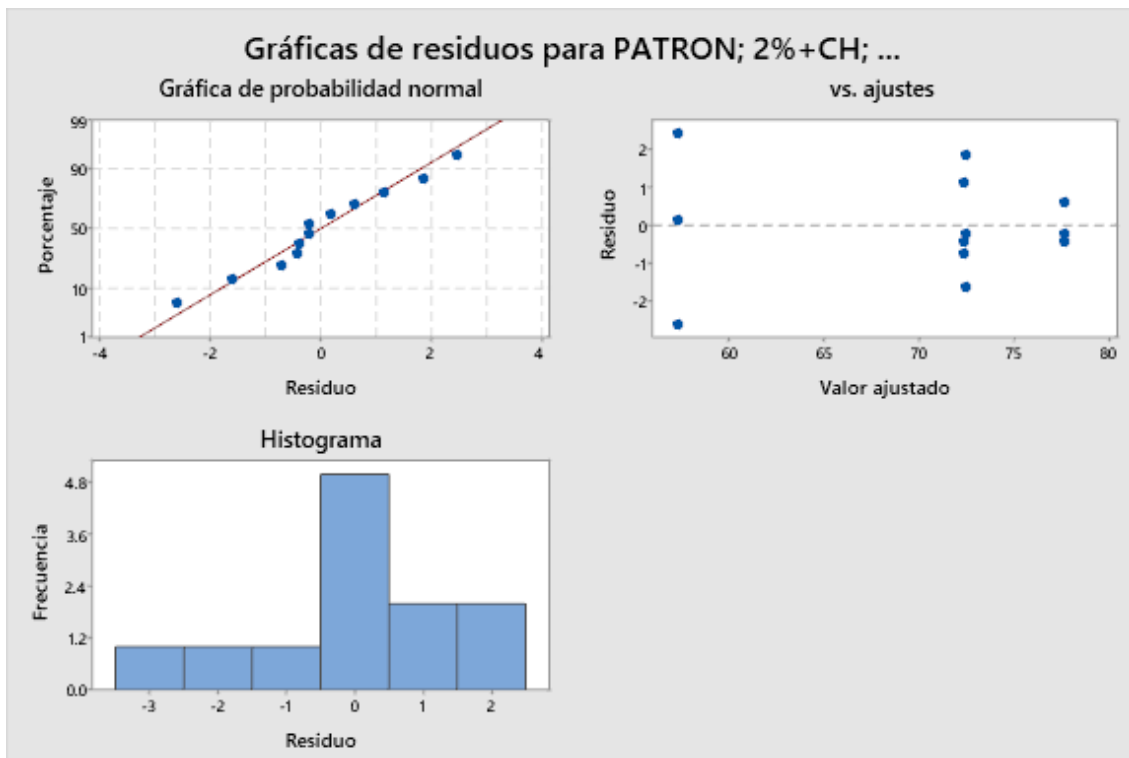
*Si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente diferentes.*

**Gráfica de intervalos de PATRON; 2%+CH; ...**  
 95% IC para la media



*La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.*





### Resultados:

Valor  $p = 0.0000$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula

### Concluimos

Concluimos que el valor  $p$  del ANOVA que resulta 0.000 es menor que  $\alpha$  nivel de significancia la probabilidad de cometer el error I; por lo que rechazamos la hipótesis nula aceptamos la hipótesis alterna , esto significa que **al menos alguna de las medias de los tratamientos es diferente de las demás; esto quiere decir que si existe un efecto del factor X en la variable de respuesta**; interpretando que en nuestra investigación que si existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de haba en los resultados del CBR AL 100% al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

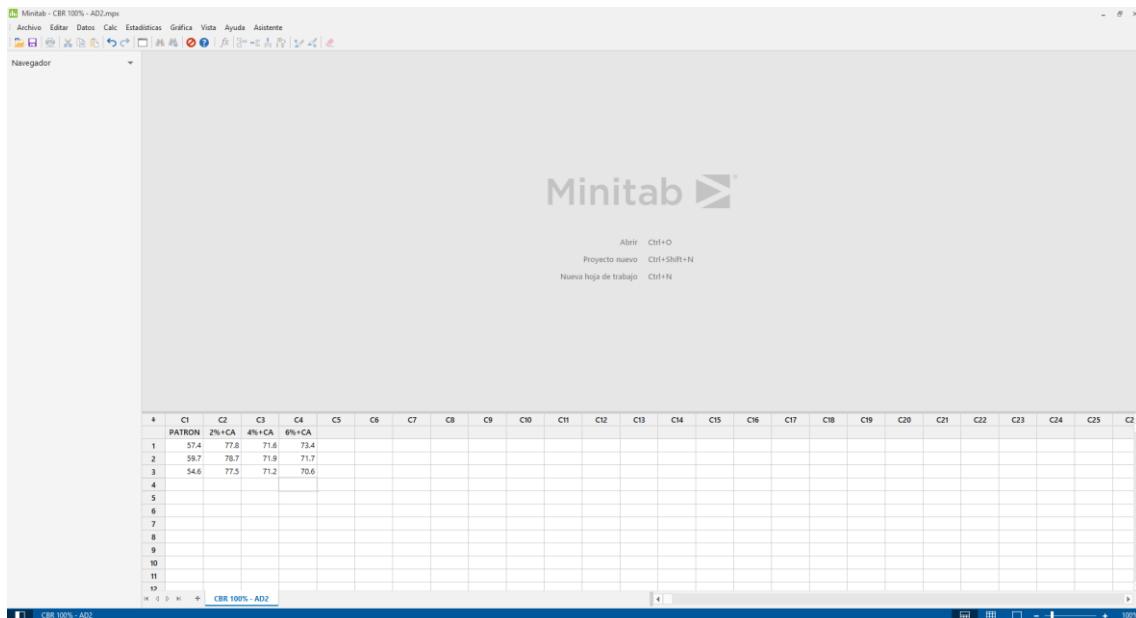
## PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

### PROPIEDAD MECÁNICA: CBR AL 100% CENIZA DE ARVEJAS.

#### DATOS:

CBR 100% - C. ARVEJAS				
	MP	2%	4%	6%
M1	57.4	77.8	71.6	73.4
M2	59.7	78.7	71.9	71.7
M3	54.6	77.5	71.2	70.6

#### ANÁLISIS: PRUEBA DE NORMALIDAD



Se plantean las hipótesis:

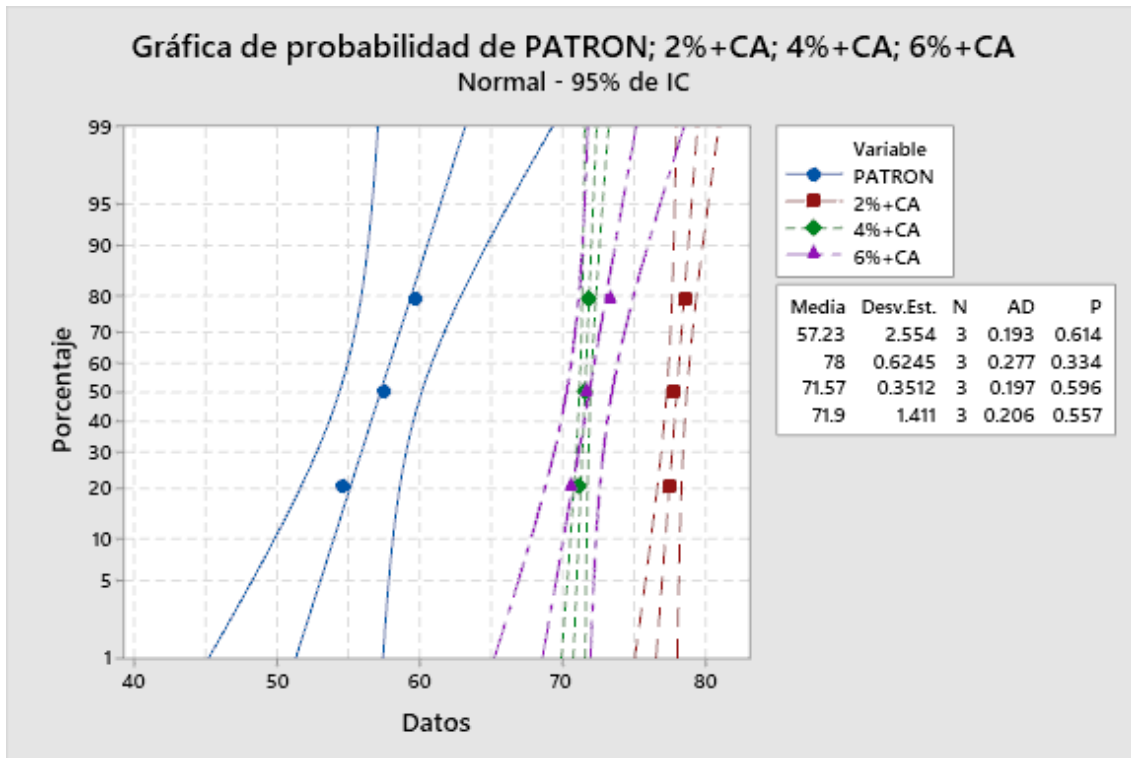
H<sub>0</sub>: los valores del ensayo de CBR AL 100% sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

H<sub>1</sub>: los valores del ensayo de CBR AL 100% no sigue una distribución normal ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )

#### PARÁMETRO DE EVALUAMOS CON MINITAB

CBR 100% - AD2

Gráfica de probabilidad de PATRÓN; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA



**Resultados:**

Valor p =

Valor  $\alpha = 0.05$

**Analizamos**

Valor p  $\leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor p  $> \alpha$  : No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal; por lo aceptamos la hipótesis nula; y podemos concluir que se tiene comportamiento normal

Valor p de muestra de ensayo Patrón en CBR AL 100% es 0.614

Valor p de muestra de ensayo experimental en CBR AL 100% es 2% de CA es 0.334

Valor p de muestra de ensayo experimental en CBR AL 100% es 4% de CA es 0.596

Valor p de muestra de ensayo experimental en CBR AL 100% es 6% de CA es 0.557

## Concluimos

Que el valor p en los tres casos son mayores que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los datos tienen comportamiento normal.

## ANÁLISIS: PRUEBA DE VARIANZAS

Evaluación de la varianzas de la muestra patrón y muestras experimentales por el estadístico Bartlett

Evaluación de las varianzas  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_K$ , de distribuciones normales independientes.

Se busca probar que son iguales, homogeneidad de varianzas.

Evaluación de las varianzas

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Las varianzas son iguales

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  al menos una varianza es diferente

### Traduciendo

Hipótesis nula:  $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  Los valores del ensayo de CBR AL 100% de las muestra patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$  Los valores del ensayo de CBR AL 100% de las muestra patrón y experimentales presentan que al menos una presenta varianza desigual.

### Evaluamos con Minitab

CBR 100% - AD2

**Prueba de igualdad de varianzas: PATRÓN; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.*

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

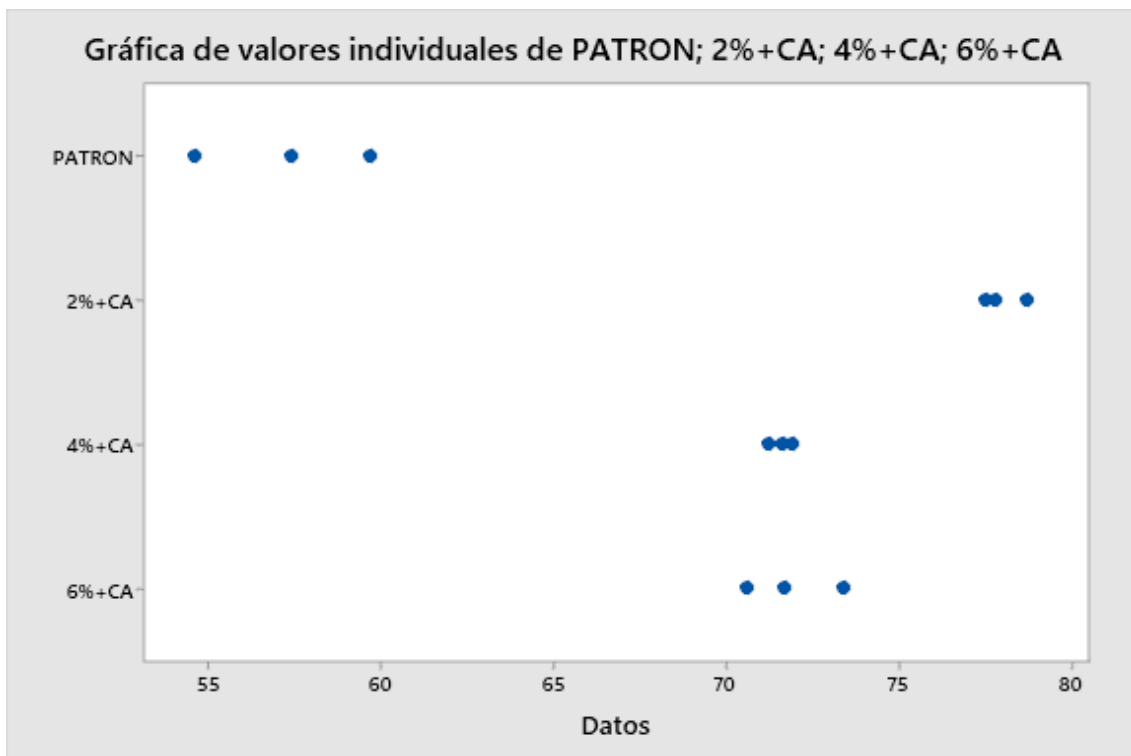
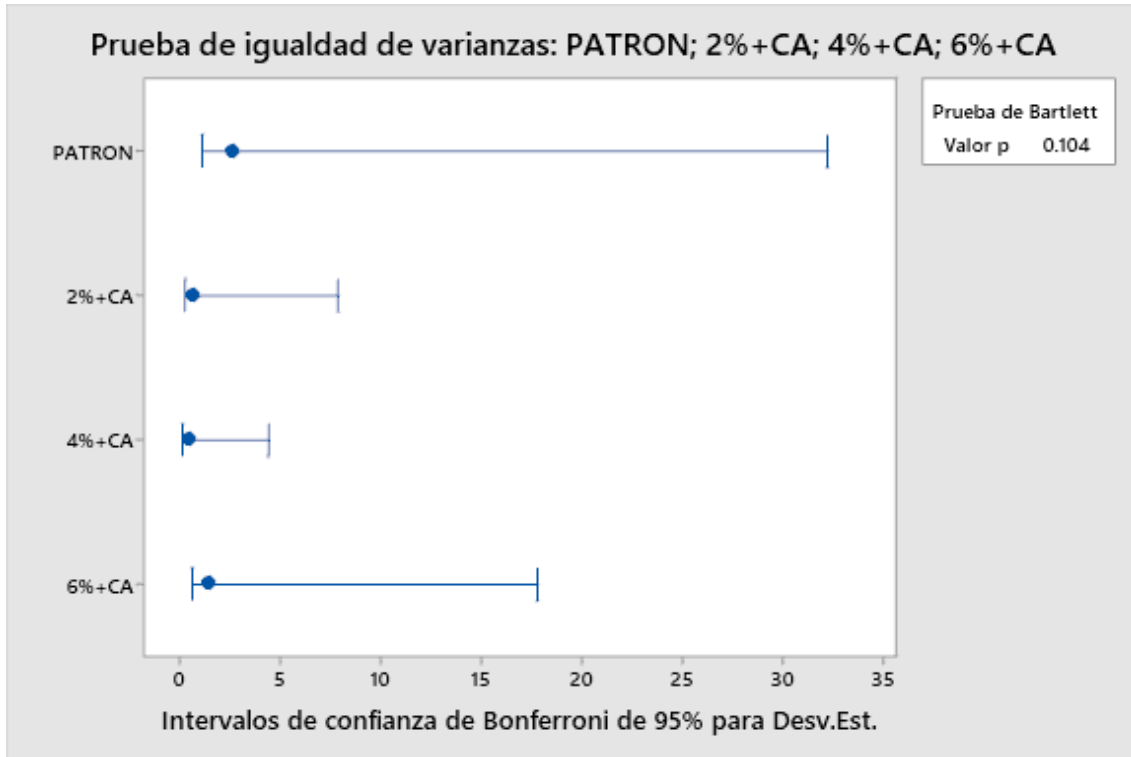
Muestra	N	Desv.Est.	IC
PATRON	3	2.55408	(1.13373; 32.2563)
2%+CA	3	0.62450	(0.27721; 7.8870)
4%+CA	3	0.35119	(0.15589; 4.4353)
6%+CA	3	1.41067	(0.62618; 17.8158)

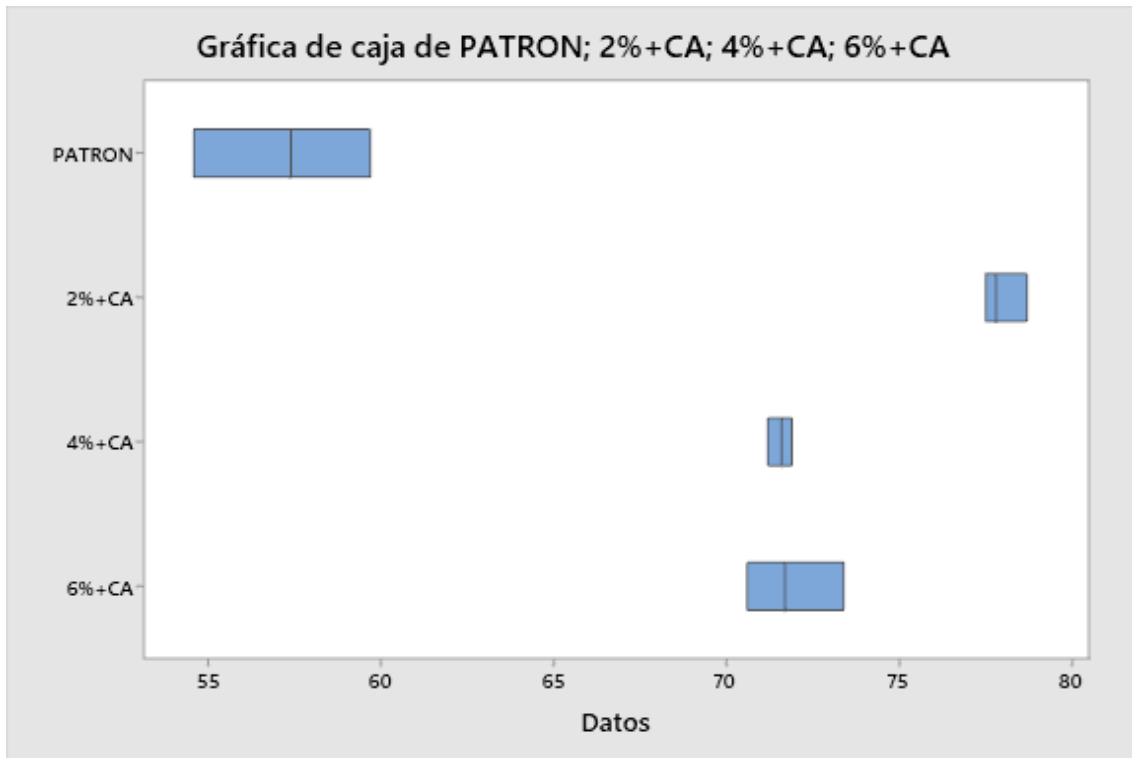
*Nivel de confianza individual = 98.75%*



## Pruebas

	Estadística	Valor
<b>Método de prueba</b>	<b>p</b>	
Bartlett	6.17	0.104





### Resultados:

Valor  $p = 0.104$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula.

Valor  $p > \alpha$  : Aceptamos la Hipótesis nula.

### Concluimos

Que el valor  $p$  es mayor que  $\alpha$  nivel de significancia o la probabilidad de cometer el error I; por lo que se concluye que los resultados del CBR AL 100% de la muestra del patrón y experimentales presentan varianzas iguales.

Los resultados del CBR AL 100% de la muestra patrón y experimentales con adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas presentan varianzas iguales.

### ANÁLISIS: PRUEBA DE IGUALDAD DE MEDIAS: ESTADISTICO ANOVA

Evaluación de igualdad de medias del ensayo de CBR AL 100% de la muestra patrón y muestras experimentales, utilizando el estadístico ANOVA.

Hipótesis nula

$H_0$ : las media del resultado del CBR AL 100% es igual a la media de los resultados del CBR AL 100% adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas.

$$H_0 : u_1 = u_2 = u_3$$

Para nuestro caso entonces

$$u_1 / u_2 = 1$$

$$u_1 / u_3 = 1$$

Hipótesis alternativa

$H_1$ : Al menos una de las media del resultado CBR AL 100% es no es igual a la media de los resultados del CBR AL 100% adicionando 2%, 4% y 6% de ceniza de tallo de arvejas.

$$H_1 : u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

$$u_1 / u_2 > 1.14$$

$$u_1 / u_3 > 1.14$$

### Evaluamos con Minitab

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula (Las medias son iguales)

Valor  $p > \alpha$  : Se acepta la hipótesis nula

CBR 100% - AD2

**ANOVA de un solo factor: PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA**

### Método

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

#### Factor Niveles Valores

Factor 4 PATRON; 2%+CA; 4%+CA; 6%+CA

### Análisis de Varianza

		SC	MC	Valor	Valor
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
Factor	3	697.89	232.630	103.09	0.000
Error	8	18.05	2.257		
Total	11	715.94			

### Resumen del modelo

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
1.50222	97.48%	96.53%	94.33%

### Medias

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
PATRON	3	57.23	2.55	(55.23; 59.23)
2%+CA	3	78.000	0.624	(76.000; 80.000)
4%+CA	3	71.567	0.351	(69.567; 73.567)
6%+CA	3	71.900	1.411	(69.900; 73.900)

*Desv.Est. agrupada = 1.50222*

### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
2%+CA	3	78.000	A
6%+CA	3	71.900	B
4%+CA	3	71.567	B
PATRON	3	57.23	C

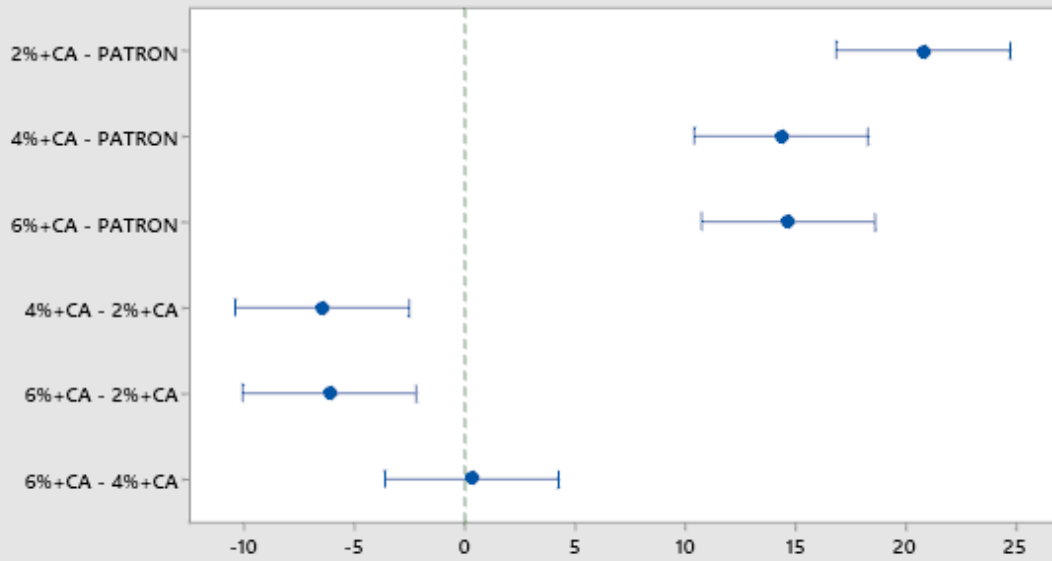
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

<b>Diferencia niveles</b>	<b>Diferencia de medias</b>	<b>EE de las medias</b>	<b>EE de diferencia</b>	<b>IC de 95%</b>	<b>Valor T</b>	<b>Valor p ajustado</b>
2%+CA - PATRON	20.77	1.23	1.23	(16.84; 24.70)	16.93	0.000
4%+CA - PATRON	14.33	1.23	1.23	(10.40; 18.26)	11.69	0.000
6%+CA - PATRON	14.67	1.23	1.23	(10.74; 18.60)	11.96	0.000
4%+CA - 2%+CA	-6.43	1.23	1.23	(-10.36; -2.50)	-5.25	0.003
6%+CA - 2%+CA	-6.10	1.23	1.23	(-10.03; -2.17)	-4.97	0.005
6%+CA - 4%+CA	0.33	1.23	1.23	(-3.60; 4.26)	0.27	0.992

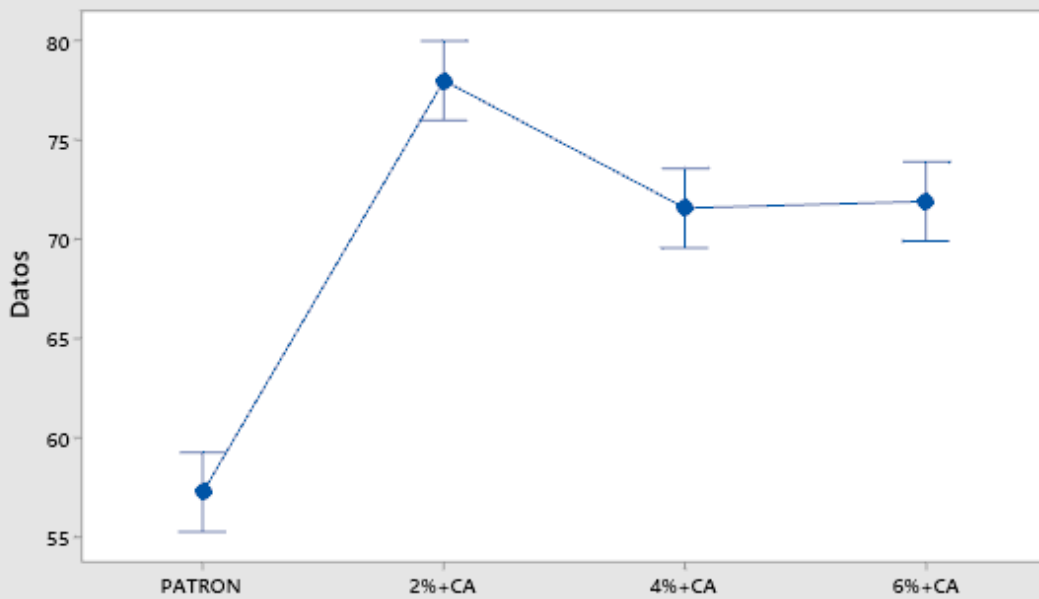
*Nivel de confianza individual = 98.74%*

**ICs simultáneos de 95% de Tukey**  
 Diferencia de las medias para PATRON; 2%+CA; ...

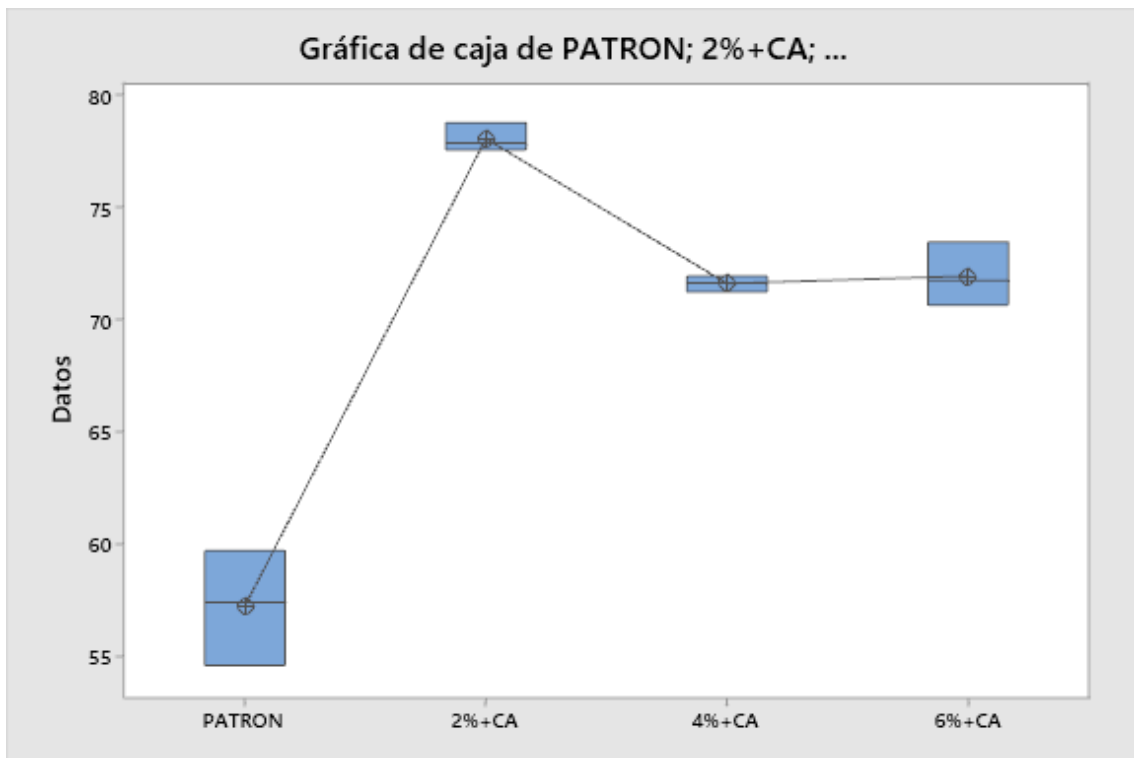
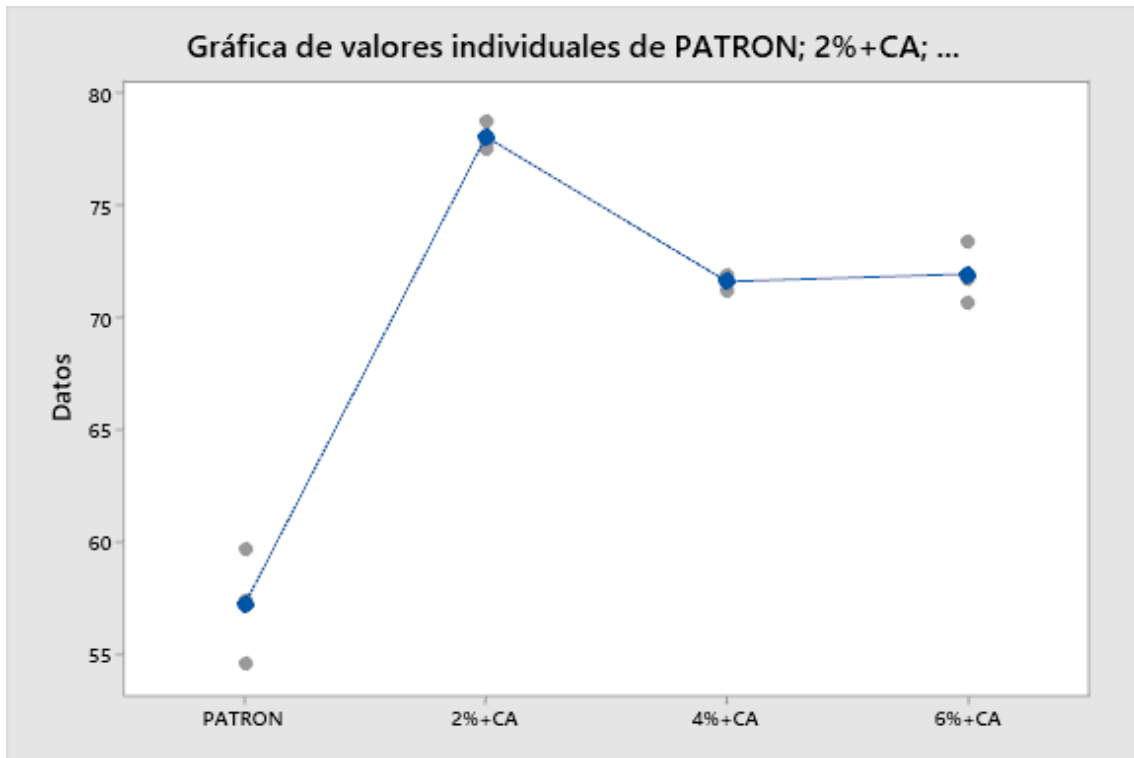


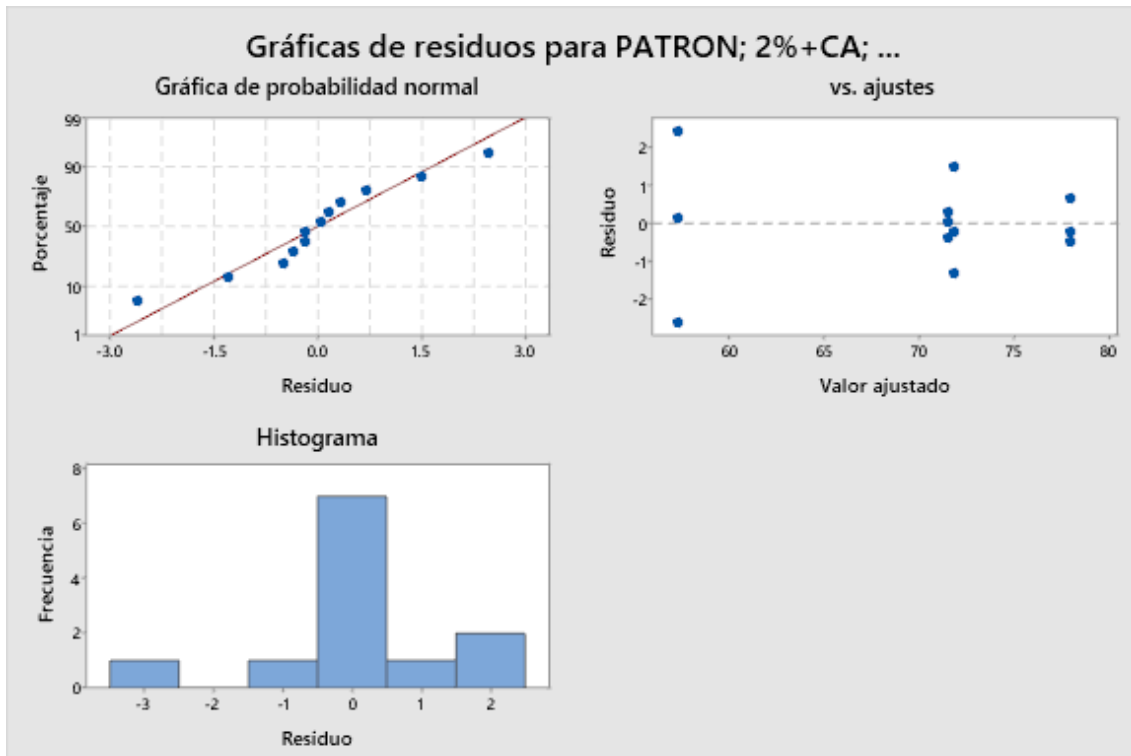
*Si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente diferentes.*

**Gráfica de intervalos de PATRON; 2%+CA; ...**  
 95% IC para la media



*La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.*





### Resultados:

Valor  $p = 0.0000$

Valor  $\alpha = 0.05$

### Analizamos

Valor  $p \leq \alpha$  : Rechazamos Hipótesis nula

Valor  $p > \alpha$  : Se puede concluir que los datos presenta medias significativamente iguales; aceptamos la hipótesis nula.

### Concluimos

Concluimos que el valor  $p$  del ANOVA que resulta 0.000 es menor que  $\alpha$  nivel de significancia la probabilidad de cometer el error I; por lo que rechazamos la hipótesis nula aceptamos la hipótesis alterna , esto significa que **al menos alguna de las medias de los tratamientos es diferente de las demás; esto quiere decir que si existe un efecto del factor X en la variable de respuesta**; interpretando que en nuestra investigación que si existe un tratamiento experimental o efecto de la adición de ceniza de arvejas en los resultados del CBR AL 100% al incorporar dicho aditivo en las proporciones de 2%, 4% y 6%.

## V. DISCUSIÓN

Vizcarra S. et al. (2020), en su artículo científico *Experimental analysis of the addition of rice husk ash to the clayey subgrade of a road stabilized with lime*, obtuvieron resultados de propiedades físicas y mecánicas del material al que sometieron a ensayos tanto en estado natural como al adicionar aditivos como la ceniza de cáscara de arroz (RHA) y cal en diversos porcentajes (3%cal, 11%RHA + 3%cal, 16%RHA + 3%cal, 22%RHA + 3%cal, 28%RHA + 3%cal). Por lo que al respecto de la granulometría, la clasificación SUCS clasificó al material al que solo se adicionó cal, como CL, mientras que en las siguientes adiciones se obtuvo ML, teniendo como excepción cuando se adicionó 28%RHA + 3%cal ya que obtuvieron MH. Respecto al LL obtuvieron un incremento de este valor al ir también incrementándose los porcentajes de adición de ceniza ya que en su muestra patrón obtuvieron un valor de 40%, mientras que al incorporar los aditivos, valores de LL de 40%, 43%, 46%, 46% y 67%; mientras que los valores de IP (24% en muestra patrón) iban presentando una disminución conforme se adicionaba los aditivos hasta llegar a convertir el material en un material NP (no plástico) desde la adición de 22%RHA + 3%cal. Para el caso de la propiedad mecánica CBR, los valores de CBR fueron desde 4.50% en muestra patrón hasta un 51.30% en la adición de 16%RHA + 3%cal, para luego en las siguientes adiciones empezar a caer en su valor pero siempre siendo muy superior a la muestra patrón. Los resultados de la presente investigación; en lo que respecta a la clasificación granulométrica del material de afirmado, en su estado natural fue GP-GC, pasando a GC al adicionar ceniza de tallo de haba y ceniza de tallo de arveja en todos sus porcentajes de adición, a excepción del 6% de ceniza de tallo de arveja; es por esto que se pudo inferir una relación de COINCIDENCIA entre la presente investigación y lo obtenido por Vizcarra S. et al. (2020), ya que en ambas investigaciones se presentó cambios en cuanto a la clasificación granulométrica. Así en cuanto al LL, en la presente investigación se observó que este valor iba en aumento moderado conforme se incrementaba los porcentajes de ceniza, excepto cuando se adicionó ceniza de tallo de haba y arveja a la vez ya que generó una disminución del valor de LL, siempre con valores menores de LL menores de 35%, que según el Manual de Especificaciones Técnicas Generales de Construcción (2013), es el máximo valor permitido. Respecto al valor de IP si tuvo un comportamiento irregular presentado



su valor más bajo (IP = 7%) y menor a lo que se obtuvo en la muestra patrón al adicionar 6% de ceniza de tallo de arveja e incluso aumentando de valor en las incorporaciones de ceniza tallo de haba y arvejas juntas; por lo que se pudo inferir una relación de DISCREPANCIA entre los resultados de límites de Atterberg de ambas investigaciones. Respecto al CBR, los valores al adicionarse las cenizas se vieron incrementados, aunque con un comportamiento algo irregular dado que con la adición de 2% de ceniza se obtuvo el mayor incremento para luego ir decayendo en las demás adiciones, pero siempre manteniendo valores superiores al de la muestra patrón; por lo que se puede concluir una relación de COINCIDENCIA entre los valores de CBR de ambas investigaciones discutidas.

Respecto a las propiedades físicas, se consultó a Hidalgo F. et al. (2020), que en su artículo científico Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA) and sugarcane bagasse ash (SCBA), obtuvieron resultados respecto a la propiedad física límites de Atterberg, teniendo en cuanto al límite líquido (LL) y en la muestra patrón un valor de 30.7%, mientras que para las muestras con adiciones de 5%RHA y 5%SCBA, 7.5%RHA y 7.5%SCBA, 10%RHA y 10%SCBA, valores de LL de 35.1%, 34.6%, 34.1%. Así para el índice de plasticidad (IP) y en muestra patrón un valor de 11.94%, mientras que para las muestras con las mismas adiciones de ceniza, valores de IP de 10.62%, 6.83%, 6.23%. Los valores de LL en la investigación de Hidalgo F. et al. (2020), mostraron una tendencia a la disminución a partir de la adición de 7.5% RHA más 7.5% SCBA; mientras que el comportamiento del LL en la presente investigación mostraron una clara tendencia al incremento conforme se adicionaba las cenizas, a excepción de la incorporación fusionada de ceniza de tallo de habas y arvejas que si disminuyo los valores de LL, por lo que existió una DISCREPANCIA entre los resultados de la presente investigación y de la investigación de Hidalgo F. et al., (2020) que sirvió de comparación. Analizando los valores de IP, las variaciones de lo obtenido por Hidalgo F. et al. (2020) mostraron una tendencia a la disminución conforme se incrementaba la adición de RHA y SCBA, mientras que el comportamiento del IP en la presente investigación mostró un comportamiento irregular hasta la adición de ceniza en 4%, disminuyendo en la adición de 6% tanto en la adición de ceniza

de tallo de haba como la adición de ceniza de tallo de arveja, hasta un valor de 8% y 7% respectivamente, no siendo así en la adición de ceniza de tallo de haba y arveja fusionada que elevó hasta un valor de 12% el valor de IP; estando los valores de 7% y 8% dentro del rango (4%-9%) de IP para afirmado según los especificado por Manual de Especificaciones Técnicas Generales de Construcción (2013) . Por lo tanto existió una DISCREPANCIA entre los resultados de la presente investigación y de la investigación de Hidalgo F. et al., que sirvió de comparación.

Respecto a las propiedades mecánicas, se consultó a Satriawan Andriani, et al. (2021) que en su artículo científico Utilization of Coconut Shell Charcoal to Improve Bearing Capacity of Clay as Subgrade for Road Pavement, obtuvieron resultados respecto al peso unitario seco máximo; teniendo en muestra patrón un valor de 71.2 lbf/pie<sup>3</sup>, así para las muestras con adición de carbón de cáscara de coco en porcentajes de 4%, 8%, 12% y 16% valores de 73.0 lbf/pie<sup>3</sup>, 73.4 lbf/pie<sup>3</sup>, 70.5 lbf/pie<sup>3</sup> y 66.8 lbf/pie<sup>3</sup>, respectivamente. Respecto al óptimo contenido de humedad, en la muestra patrón obtuvieron un valor de 46.0%, así con adición de carbón de cáscara de coco en los mismos porcentajes valores de 41.0%, 37.0%, 36.0% y 35.0%, respectivamente. Las variaciones en cuanto al peso unitario seco máximo en la investigación de Satriawan Andriani, et al. (2021), mostraron una tendencia al incremento y decremento formando una curva cóncava hacia abajo teniendo el valor pico en la adición de 8% de carbón de cáscara de coco al tener el valor de 73.4 lbf/pie<sup>3</sup>; así también el comportamiento del peso unitario seco máximo en la presente investigación cuando se adicionó ceniza de tallo de haba y ceniza de tallo de arveja fue con tendencia al decrecimiento conforme se aumentaba los porcentajes de adición de dichas cenizas; mientras que para la adición de ceniza tanto de haba como de arveja tuvo un pico en la adición de 2% para luego de igual manera ir cayendo. Por lo tanto fue posible afirmar que entre los valores de peso unitario seco máximo de la investigación consultada (Satriawan Andriani, et al., 2021) y los valores de la presente investigación al adicionar ceniza de tallo de haba existió una DISCREPANCIA al igual que cuando se adicionó ceniza de tallo de arveja; mientras que existió COINCIDENCIA cuando se adicionó ambas cenizas en la misma mezcla. El OCH tuvo variaciones en la investigación de Satriawan

Andriani, et al. (2021), que indicaron una tendencia al decrecimiento de los valores conforme se incrementaba las adiciones de carbón de cáscara de coco; mientras que en la presente investigación las variaciones manifestaron una tendencia al incremento del OCH al adicionar las cenizas de tallo de haba y arveja. Esto significó que los resultados de OCH de la investigación consultada (Satriawan Andriani, et al., 2021) comparados con los resultados de la presente investigación mantuvieron una total DISCREPANCIA. Ormeño E. et al (2020), en su artículo científico *Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash*, obtuvieron resultados respecto al CBR teniendo el valor de 4.3% en la muestra patrón, mientras que para las muestras con adiciones de ceniza de cascarilla de arroz (RHA) en 10%, 15%, 20% y 25% los valores de CBR de 15.4%, 18.9%, 20.7% y 23.7%, respectivamente. Los resultados de CBR en la investigación de Ormeño et al. (2020), manifestaron que conforme se iba incrementando los porcentajes de adición de RHA también así lo hacían los valores de CBR. En el caso de los valores de CBR al 100% de peso unitario seco máximo de la presente investigación, se presentó en las tres adiciones de ceniza, una tendencia global al incremento de valores de dicho indicador conforme se incrementaba también las adiciones de dichas cenizas, pero con la peculiaridad de haber obtenido el valor pico en el porcentaje de adición de ceniza de 2% para luego al incrementar esta adición de ceniza obtener valores menores a este valor pico, pero siempre mayores a lo que se obtuvo en la muestra patrón. Por esto se pudo inferir que los resultados obtenidos en la investigación consultada de Ormeño et al. (2020), comparados con los resultados de la presente investigación respecto al CBR al 100% de peso unitario seco máximo, manifestaron una SIMILITUD en sus comportamientos.

## VI. CONCLUSIONES

- La adición de 6% de ceniza de tallo de haba y ceniza de tallo de arveja en el material de afirmado de la cantera Callipata, tuvo una gran influencia para el mejoramiento de las propiedades tanto físicas como mecánicas de dicho material de cantera, al generar una disminución porcentual entre 20 y 30% del valor de IP y un aumento porcentual del valor de CBR de alrededor del 25% en comparación lo obtenido en el material de afirmado en estado natural (muestra patrón).
- El valor de límite líquido del material de afirmado de la cantera Callipata, se vio incrementado, teniendo valores de hasta 32% cuando se adicionó 6% de ceniza de tallo de arveja; mientras que el valor de IP del material de afirmado solo obtuvo una mejora (disminución de su valor) cuando se le adicionó el porcentaje de 6% de ceniza de tallo de haba y arveja por separado; por lo que se ratificó que el empleo de dichas cenizas en una adición de 6%, es factible cuando se quiera mejorar estos límites de consistencia y cumpla con los requisitos que exige la norma.
- Estas adiciones de 2%, 4% y 6% de ceniza ya sea de tallo de habas o arvejas al material de afirmado, generaron cambios importantes en cuanto a sus características mecánicas; el peso unitario seco máximo se vio disminuido, mientras que el óptimo contenido de humedad incrementando, ambos ligeramente. Aunque la variación de 6% fue beneficiosa para el incremento del CBR, fue con la adición de 2% con la que se tuvo un mayor incremento llegándose a valores 77.7% y 78.0% al adicionar ceniza de tallo de haba y arveja respectivamente, mientras un 93.6% al adicionarlas de manera combinada, muy superiores al 57.2% obtenido en muestra patrón.

## VII. RECOMENDACIONES

- Usar la ceniza de tallos de haba o ceniza de tallos de arveja en material de afirmado en un porcentaje de adición de 6%, cuando se necesite incrementar las propiedades físicas o mecánicas de dicho material, siempre y cuando las especificaciones técnicas del proyecto así lo permitan.
- Realizar el análisis químico de cada una de las cenizas usadas en esta investigación tanto de manera independiente como combinada (mismas proporciones) para así conocer las propiedades químicas de estas y determinar por qué solo en las mayores adiciones permite una reducción del índice de plasticidad y además del porqué de que al adicionarlas combinadas terminan por incrementar el valor del índice de plasticidad y no disminuirlo.
- Seguir investigando con porcentajes de adición menores al 2% de ceniza de tallo de habas o ceniza de tallo de arveja, para verificar así la existencia o no de incrementos mayores de CBR mientras se adiciona cada vez menos estos tipos de ceniza; así como también la experimentación es suelos de subrasante cuya resistencia ya de por si es menor.

## REFERENCIAS

- AKINDEJI Oladeji, O., AWOMESO, J. A., TAIWO, A. M. y ABU, S. Sustainable development of roadways in Africa. *Materiales de Construcción* [en línea]. Diciembre 2012, 62 (308) [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/673/720>  
ISSN: 0465-2746
- ALARCÓN, J., JIMÉNEZ, M. y BENÍTEZ, R. André. Stabilization of soils through the use of oily sludge. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. Mayo 2020, 35 (1) [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/1007/PDF%20ENGLISH>  
ISSN: 0718-5073
- ALFARO Rodríguez, Carlos Humberto. Metodología de Investigación Científica aplicado a la Ingeniería. [en línea]. Enero 2012. [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/IF\\_ABRIL\\_2012/IF\\_ALFARO%20RODRIGUEZ\\_FIEE.pdf](https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_ABRIL_2012/IF_ALFARO%20RODRIGUEZ_FIEE.pdf)
- ARENAS, C., RÍOS, J. D., CIFUENTES, H., PECEÑO, B. y LEIVA, C. Experimental study of a noise reducing barrier made of fly ash. *Materiales de Construcción* [en línea]. Marzo 2021, 71 (341) [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2311/3106>  
ISSN: 0465-2746
- ARIAS Gonzales, José Luis. Proyecto de Tesis: Guía para la elaboración [en línea]. Arequipa: Biblioteca Nacional del Perú, 2020 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales\\_ProyectoDeTesis\\_libro.pdf](http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf)  
ISBN: 9786120054161
- ARIAS-Odón, Fidias G. El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica [en línea]. 6.<sup>a</sup> ed. Caracas: Episteme, C.A., 2012

[fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/301894369\\_EL\\_PROYECTO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_6a\\_EDICION](https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION)

ISBN: 9800785299

- ASTM International. ASTM D1557: Métodos de Ensayos Estándar para Determinar la relación humedad-densidad de suelos y mezclas de suelo-agregado usando un martillo de 4.54 kg (10 lb) y una caída de 457 mm (18 pulg). Pensilvania: ASTM. 10 pp.
- ASTM International. ASTM D2487: Practica Estándar para la Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Pensilvania: ASTM. 16 pp.
- BONIFÁCIO, Cássia Maria, DE NÓBREGA, Maria Teresa y SILVEIRA Hélio. Análisis granulométrico de un sistema pedológico en el municipio de Tamboara – Pr, Brasil: Comparación de dos técnicas para la determinación. Revista Geográfica de América Central [en línea]. Diciembre 2011, 2 (47E) [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2575/2459> ISSN: 2115-2563
- BUI Van, Duc, CHIBUZOR Onyelowe, Kennedy, VAN Dang, Phi, PHUC Hoang, Dinh, NGUYEN Thi, Nu y WU, Wei. Strength Development of Lateritic Soil Stabilized by Local Nanostructured Ashes. Actas de Conferencia China-Europa sobre Ingeniería Geotécnica [en línea]. Enero 2018, 1 [Fecha de consulta: 20 de enero de 2022] Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/326788535\\_Strength\\_Development\\_of\\_Lateritic\\_Soil\\_Stabilized\\_by\\_Local\\_Nanostructured\\_Ashes\\_Volume\\_1](https://www.researchgate.net/publication/326788535_Strength_Development_of_Lateritic_Soil_Stabilized_by_Local_Nanostructured_Ashes_Volume_1) ISSN: 1866-8763
- CAMACHO Tauta, Javier Fernando, REYES Ortiz, Oscar Javier y MÉNDEZ González, Dolly Fernanda. Ensayo de compactación giratoria en suelos como alternativa al ensayo de compactación Proctor. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea]. Diciembre 2007, 17 (2) [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1075/813>

ISSN: 0124-8170

- CASANOVA E., Liliana, SOLARTE L., Johana y CHECA C., Oscar. Evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas* [en línea]. Enero 2012, 29 (2) [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/462/467>

ISSN: 0120-0135

- COMEXPERÚ. Infraestructura Vial: Gobiernos subnacionales estancados [Mensaje de un blog]. Perú: 28 de febrero de 2020. [Fecha de consulta: 21 de enero de 2022]. Recuperado de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/infraestructura-vial-gobiernos-subnacionales-estancados>

- CRESPO Villalaz, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones* [en línea]. 5.<sup>a</sup> ed. México: Limusa, 2004 [Fecha de consulta: 26 de enero de 2022]. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>

ISBN: 9681864891

- DAS, Braja M. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* [en línea]. 7.<sup>a</sup> ed. México D.F.: Cengage Learning Editores, 2012 [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/42018617/Fundamentos\\_de\\_ingenier%C3%ADa\\_de\\_cimentaciones](https://www.academia.edu/42018617/Fundamentos_de_ingenier%C3%ADa_de_cimentaciones)

ISBN: 9876074818239

- ECHEVERRI Castro, Daniela. Ocho interesantes usos de la ceniza de madera [Mensaje de blog]. [España] (8 de junio de 2020). [Fecha de consulta: 27 de enero de 2022]. Recuperado de <https://mejorconsalud.as.com/8-interesantes-usos-le-puedes-dar-la-ceniza-madera/>

- ESCOBAR Pérez, Jazmine y CUERVO Martínez, Ángela. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición* [en línea]. Enero 2008, n°6. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2022]. Disponible en:



[https://www.humanas.unal.edu.co/lab\\_psicometria/application/files/9416/0463/3548/Vol\\_6.\\_Articulo3\\_Juicio\\_de\\_expertos\\_27-36.pdf](https://www.humanas.unal.edu.co/lab_psicometria/application/files/9416/0463/3548/Vol_6._Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf)

ISSN: 1092-0023

- FREITES, Antonio, OSUNA, Melanie, RODRIGUES, Hector, ROMERO, Miguel y SALAZAR, Diana. Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de la palma Chaguaramo como material puzolánico. Tecnología del concreto [en línea]. Marzo 2013, 1162 [Fecha de consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en <https://studylib.es/doc/6316441/descargando>  
ISSN: 2443-4477
- GUERRA, Kehila y MOSQUEIRA, Miguel. Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages. LACCEI [en línea]. Julio 2020 [Fecha de consulta: 20 de enero de 2022]. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26923>  
ISSN: 2414-6390
- GUILLÉN Valle, Oscar Rafael y VALDERRAMA Mendoza, Santiago Rufo. Guía para elaborar la tesis universitaria [en línea]. Lima: Ando Educando, 2013 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/37024919/GU%C3%8DA\\_PARA\\_ELABORAR\\_LA\\_TESIS\\_UNIVERSITARIA\\_ESCUELA\\_DE\\_POSGRADO](https://www.academia.edu/37024919/GU%C3%8DA_PARA_ELABORAR_LA_TESIS_UNIVERSITARIA_ESCUELA_DE_POSGRADO)
- HASTUTY, Ika, ROESYANTO, R. y NAPITUPULU Sotarduga. Clay Stabilization Using the Ash of Mount Sinabung in Terms of the Value of California Bearing Ratio (CBR). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering [en línea]. Febrero 2018, 306 (1) [Fecha de consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/323340293\\_Clay\\_Stabilization\\_Using\\_the\\_Ash\\_of\\_Mount\\_Sinabung\\_in\\_Terms\\_of\\_the\\_Value\\_of\\_California\\_Bearing\\_Ratio\\_CBR](https://www.researchgate.net/publication/323340293_Clay_Stabilization_Using_the_Ash_of_Mount_Sinabung_in_Terms_of_the_Value_of_California_Bearing_Ratio_CBR)  
ISSN: 1757-8981
- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6.ª ed. México: Mc Graw Hill, 2014 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022].

Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 9781456223960

- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto y MENDOZA Torres, Christian Paulina. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. México: Mc Graw Hill, 2018 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>  
ISBN: 9781456260965
- HIDALGO, F., SAAVEDRA, J., FERNANDEZ, C. y DURAN, G. Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA) and sugarcane bagasse ash (SCBA). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering [en línea]. 2020, 758 [Fecha de consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651798>  
ISSN: 1757-8981
- HORQUE Ferro, Roberto. Cultivo del Haba. Recursos de internet [en línea]. Lima: Febrero 2004 [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en [http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/inia/740/1/Horque-Cultivo\\_del\\_Haba.pdf](http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/inia/740/1/Horque-Cultivo_del_Haba.pdf)
- HOSSNE, Américo y SALAZAR, Juan. Límites de consistencia y sus implicaciones agrícolas en un suelo ultisol de sabana del estado Monagas, Venezuela. Agronomía Costarricense [en línea]. Junio 2004, 28 (1) [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/436/43628107.pdf>  
ISSN: 0377-9424
- HUALLA, Denis. Paucartambo será la despensa de las mejores semillas del Cusco [Mensaje de un blog]. Cusco: 10 de enero de 2013. [Fecha de consulta: 21 de enero de 2022]. Recuperado de <https://sicuaninoticias.wordpress.com/2013/01/10/paucartambo-sera-la-despensa-de-las-mejores-semillas-del-cusco/>
- HUAMÁN Mejía, Kevin Paul y TRONCOS Abendaño, Miguel Angel. Influencia de la adición de concha de abanico en el afirmado proveniente de la cantera La Obrilla para estabilización de subbase de pavimentos, Castilla, Piura. Tesis. Trujillo: Universidad Antenor Orrego, 2021.

- Disponible en  
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/7674>
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD. NTP 339.128 of. 2019: Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico. Lima: 1999 (revisada el 2019). 31 pp.
  - JIMÉNEZ del Barco Carrión, A., PÉREZ Martínez, M., THEMELI, A., LO PRESTI, D., MARSAC, P., POUGET, S., HAMMOUM, F., CHAILLEUX, E. y AIREY, G. D. Evaluation of-materials' rejuvenating effect on binders for high-reclaimed asphalt content mixtures. *Materiales de Construcción* [en línea]. Septiembre 2017, 67 (327) [Fecha de consulta: 22 de marzo de 2022]. Disponible en:  
<https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2184/2735>  
 ISSN: 0465-2746
  - KRAYUSHKINA Kateryna y OLIYNYK Olena. Stabilized soil – new material for road construction. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. Octubre 2020, n.º918 [Fecha de consulta: 20 de enero de 2022]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/918/1/012117>  
 ISSN: 1757-8981
  - KUMAR Yadav, Anjani, GAURAV, Kumar, KISHOR, Roop y SUMAN, S.K. Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. *Revista internacional de investigación y tecnología de pavimentos* [en línea]. Mayo 2017, 10 (3) [Fecha de consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301493>  
 ISSN: 1997-1400
  - LOPEZ Jara, Heiner, BRAVO Barrionuevo, Brandon, FERNÁNDEZ Díaz, Carlos. Application of Glass and Fan Shells to a Clay Soil to Increase its Mechanical Properties. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. Febrero 2021, 1054 (1) [Fecha de consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en

[https://www.researchgate.net/publication/349115220\\_Application\\_of\\_Glass\\_and\\_Fan\\_Shells\\_to\\_a\\_Clay\\_Soil\\_to\\_Increase\\_its\\_Mechanical\\_Properties](https://www.researchgate.net/publication/349115220_Application_of_Glass_and_Fan_Shells_to_a_Clay_Soil_to_Increase_its_Mechanical_Properties)  
ISSN: 1757-8981

- MARÍA Prieto, Gabriel. Pautas para el manejo de Arveja. Agencia de Extensión Rural – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [en línea]. [2010?] [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja-final.pdf>
- MARTINEZ, Manuel y MARCH Trina. Caracterización de la validez y confiabilidad en el constructo metodológico de la investigación. Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social [en línea]. Octubre 2015 –Marzo 2016, n.º3. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6844563>  
ISSN: 1856-9331
- MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO (Perú). Manual de abonamiento con guano de las islas. Recursos de internet [en línea]. Lima: Diciembre 2018 [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I..pdf>
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima: MTC, 2013. 1282 pp.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos. Lima: MTC, 2014. 305 pp.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). Manual de Ensayo de Materiales. Lima: MTC, 2017. 1273 pp.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Recursos de internet [en línea]. Lima: Enero 2018 [Fecha de consulta: 28 de enero de

- 2022]. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_4032.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf)
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios. Recursos de internet [en línea]. Lima: Enero 2020 [Fecha de consulta: 20 de enero de 2022]. Disponible en [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/477819/Diagnostico\\_Brechas\\_PMI2021-2023.PDF](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/477819/Diagnostico_Brechas_PMI2021-2023.PDF)
  - MORALES Rosales, Edgar Jesús, DE LA O Ávila, Hermilo, MORALES Ruiz, Alejandro y DE LA CRUZ Arellano, Víctor Manuel. Evaluación de cinco genotipos de haba (*Vicia faba* L.) con seis niveles de fósforo en Tecámac, México. *Ciencia Ergo Sum* [en línea]. Julio 2002, 9 (2) [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7571/6124>  
ISSN: 2395-8782
  - NORIEGA Armas, Yeimi Viviana, VIVES Arroyo, Junior Arturo y MUÑOZ Pérez, Sócrates Pedro. Uso de estabilizadores de suelo: una revisión del impacto al corte y asentamiento. *Avances Investigación en Ingeniería* [en línea]. Marzo 2022, 19 (1) [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6856/7620>  
ISSN: 1794-4953
  - ÑAUPAS Paitán, Humberto, VALDIVIA Dueñas, Marcelino Raúl, PALACIOS Vilela, Jesús Josefa y ROMERO Delgado, Hugo Eusebio. *Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis* [en línea]. 5.<sup>a</sup> ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/59660793/METODOLOG%C3%8DA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACI%C3%93N\\_5TA\\_EDICI%C3%93N](https://www.academia.edu/59660793/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_INVESTIGACI%C3%93N_5TA_EDICI%C3%93N)  
ISBN: 9789587628760
  - ORMEÑO, E., RIVAS, N., DURAN, G. y SOTO, M. Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. 2020, 758 [Fecha de

consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651735>

ISSN: 1757-8981

- OROBIO Armando, PORTOCARRERO Luz Mery y SERNA Liliana. Evaluación del cloruro de calcio como agente mitigador de polvo en vías en afirmado. DYNA [en línea]. Mayo 2007, 74 (153) [Fecha de consulta: 04 de febrero de 2022]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532007000300003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532007000300003)  
ISSN: 0012-7353
- PÁRAMO, Jorge A. Compactación de suelos y materiales estabilizados. F.C.E.I. y A. [en línea]. 2002 [Fecha de consulta: 26 de enero de 2022]. Disponible en <http://ingenieriaymas.com/2016/05/compactacion-de-suelos-y-materiales.html>
- PEREIRA, A. M., MORAES, J. C. B., MORAES, M. J. B., AKASAKI, J. L., TASHIMA, M. M., SORIANO, L., MONZÓ, J. y PAYÁ, J. Valorisation of sugarcane bagasse ash (SCBA) with high quartz content as pozzolanic material in Portland cement mixtures. Materiales de Construcción [en línea]. Junio 2018, 68 (330) [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2216/2827>  
ISSN: 0465-2746
- RIVERA, Jhonathan F., AGUIRRE Guerrero, Ana, MEJÍA de Gutiérrez Ruby y OROBIO Armando. Estabilización química de suelos – Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). Informador Técnico [en línea]. Mayo 2020, 84 (2) [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2022]. Disponible en: [https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/2530/3819](https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3819)  
ISSN: 2256-5035
- SATRIAWAN, Andriani, YULIET Rina y PERMANA Dwiki. Utilization of Coconut Shell Charcoal to Improve Bearing Capacity of Clay as Subgrade for Road Pavement. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science [en

- línea]. Julio 2021, 832 [Fecha de consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en  
[https://www.researchgate.net/publication/354018915\\_Utilization\\_of\\_Coconut\\_Shell\\_Charcoal\\_to\\_Improve\\_Bearing\\_Capacity\\_of\\_Clay\\_as\\_Subgrade\\_for\\_Road\\_Pavement](https://www.researchgate.net/publication/354018915_Utilization_of_Coconut_Shell_Charcoal_to_Improve_Bearing_Capacity_of_Clay_as_Subgrade_for_Road_Pavement)  
 ISSN: 1755-1307
- SENASA. Guía para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de Arveja. Recursos de internet [en línea]. Lima: [2018?] [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1094204/Gu%C3%ADa-BPA%20Arveja.pdf.pdf>
  - SONI Atul y VARSHNEY Deepak. Enhancing the California Bearing Ratio (CBR) Value of Clayey-Sand Type of Soil in Mathura Region. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering [en línea]. Abril 2021, 1116 (1) [Fecha de consulta: 19 de enero de 2022]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/351895183\\_Enhancing\\_the\\_California\\_Bearing\\_Ratio\\_CBR\\_Value\\_of\\_Clayey-Sand\\_Type\\_of\\_Soil\\_in\\_Mathura\\_Region](https://www.researchgate.net/publication/351895183_Enhancing_the_California_Bearing_Ratio_CBR_Value_of_Clayey-Sand_Type_of_Soil_in_Mathura_Region)  
 ISSN: 1757-8981
  - TAMAYO y Tamayo Mario. El proceso de la Investigación científica [en línea]. México: Limusa, 2003 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El\\_proceso\\_de\\_la\\_investigacion\\_cientifica\\_Mario\\_Tamayo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigacion_cientifica_Mario_Tamayo.pdf)  
 ISBN: 9681858727
  - VETTORELO, Paula V. y CLARIÁ, Juan J. Suelos Reforzados con Fibras: Estado del Arte y Aplicaciones. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales [en línea]. Marzo 2014, 1 (1) [Fecha de consulta: 20 de enero de 2022]. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFyN/article/view/6856>
  - ISSN: 0373-9686
  - VIZCARRA, S., LUJAN, I., SOTO, M. y DURÁN, G. Experimental analysis of the addition of rice husk ash to the clayey subgrade of a road stabilized with

lime. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering [en línea]. 2020, 758 [Fecha de consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/339595054\\_Experimental\\_analysis\\_of\\_the\\_addition\\_of\\_rice\\_husk\\_ash\\_to\\_the\\_clayey\\_subgrade\\_of\\_a\\_road\\_stabilized\\_with\\_lime](https://www.researchgate.net/publication/339595054_Experimental_analysis_of_the_addition_of_rice_husk_ash_to_the_clayey_subgrade_of_a_road_stabilized_with_lime)

ISSN: 1757-8981



**ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA: “MEJORAMIENTO DEL MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO CUSCO”**

PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA/ UNIDADES
<b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cómo influye la ceniza de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento del material de afirmado en Paucartambo, Cusco?	<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento del material de afirmado en Paucartambo- Paucartambo- Cusco	<b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> La influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento del material de afirmado es un 12% en Paucartambo- Paucartambo- Cusco.	<b>INDEPENDIENTES:</b> CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS	Porcentaje	2%	Porcentaje
					4%	Porcentaje
					6%	Porcentaje
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO I:</b> ¿De qué manera las cenizas de tallos de habas y arvejas influyen en el mejoramiento de las propiedades físicas del material de afirmado en Paucartambo- Paucartambo- Cusco?	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO I:</b> Conocer la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades físicas del material de afirmado en Paucartambo - Paucartambo – Cusco	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICO I:</b> La influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades físicas del material de afirmado es un 10% en Paucartambo- Paucartambo- Cusco.		Propiedades Físicas	Granulometría	Porcentaje
					Color	Tonalidad
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO II:</b> ¿Cuál es la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del material de afirmado en Paucartambo- Paucartambo- Cusco?	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO II:</b> Determinar la influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del material de afirmado en Paucartambo- Paucartambo- Cusco.	<b>HIPOTESIS ESPECÍFICO II:</b> La influencia de las cenizas de tallos de habas y arvejas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del material de afirmado es un 14% en Paucartambo- Paucartambo- Cusco.		<b>DEPENDIENTE:</b> MATERIAL DE AFIRMADO	Propiedades Mecánicas	Proctor Modificado
			CBR			Porcentaje
			Propiedades Físicas		Abrasión de los Ángeles	Porcentaje
					Granulometría	Porcentaje
				Límites de Atterberg	Porcentaje	

## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA/ UNIDADES
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b> : CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS	La ceniza se genera por la combustión de un material que está compuesto por sustancias inorgánicas que carecen de átomos de oxígeno, como las sales minerales (Romero & Salazar, 2013) El tallo de Haba y arveja es la parte con mayor firmeza de la planta y sirve de sostén de las hojas y frutos. (Horque, 2004)	Material constituido por los tallos de habas y arvejas que han sido calcinados y convertido a cenizas, el cual tiene propiedades físicas de granulometría y color, que se usaran en porcentajes para el mejoramiento del afirmado.	Porcentaje	2%	Porcentaje
				4%	Porcentaje
				6%	Porcentaje
			Propiedades Físicas	Granulometría	Porcentaje
				Color	Tonalidad
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> MATERIAL DE AFIRMADO	El manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) indica que está conformada por una capa compactada de material procesada o granular y una gradación específica los cuales soportan los esfuerzos y las cargas vehiculares directamente.	Material constituido por agregado pétreo grueso y material fino, que tiene propiedades mecánicas como el Proctor modificado, CBR, resistencia a la abrasión y propiedades físicas como límites de Atterberg, % de humedad y granulometría que serán modificados con ceniza.	Propiedades Mecánicas	Proctor Modificado	lbf/pie <sup>3</sup>
				CBR	Porcentaje
				Abrasión de los Ángeles	Porcentaje
			Propiedades Físicas	Granulometría	Porcentaje
				Límites de Atterberg	Porcentaje

### ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"

ALUMNOS: BACH. YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE  
BACH. WALDY TECSI NINAYA

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - NTP 339.127 1998 (REVISADA EL 2019)**

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: _____	FECHA DE INICIO DE ENSAYO: _____
NOMBRE DE ANALISTA: _____	HORA DE INICIO DE ENSAYO: _____
TEMPERATURA AMBIENTE: _____	HUMEDAD RELATIVA: _____
CÓDIGO DE LA BALANZA 0.01g: _____	CÓDIGO DEL HORNO: _____
CÓDIGO DE LA BALANZA 0.1g: _____	OBSERVACIÓN: _____

N° ENSAYO	CÓD. DE MUESTRA	T.MAX DE PARTÍCULA	Cumple con la masa mínima (SI/NO)	Contiene más de un tipo de material "Si (Describir)" o No"	Tipo de secado 110°C o 60°C	Se excluyó algún material, describir	CÓD. DE TARA	MASA DE TARA	MASA DE MUESTRA HÚMEDA + MASA DE TARA	1 ERA. MASA		2 DA. MASA		3 ERA. MASA	
										FECHA Y HORA	MUESTRA SECO + MASA DE TARA	FECHA Y HORA	MUESTRA SECO + MASA DE TARA	FECHA Y HORA	MUESTRA SECO + MASA DE TARA
1															
2															
3															
4															
5															
6															

Nota: Después de dos periodos sucesivos (mayores a 1 hora) de secado sea insignificante (menos del 0,1%), el ensayo culmina.

\*Estratificado, laminada entre otros.

FUENTE: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ACREDITADO: INACAL

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE JEFE DE LABORATORIO /  
GERENCIA TÉCNICA

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE ANALISTA

F-AS-023 REV. 03  
FECHA: 2021/01/05



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"

ALUMNOS: BACH. YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE  
BACH. WALDY TECSI NINAYA

**MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128  
(REVISADA EL 2019)**

CÓDIGO DE PROYECTO:	CÓDIGO DE MUESTRA:
<b>GRANULOMETRÍA:</b>	
TEMPERATURA AMBIENTE: _____	HUMEDAD RELATIVA: _____
FECHA/HORA DE INICIO DE ENSAYO: _____	NOMBRE DE ANALISTA: _____
CÓD. INT. DE BALANZA DE RETENIDOS HASTA Nº10: _____	CÓD. INT. DE BALANZA DE PASANTES DE Nº10: _____
OBSERVACIÓN: _____	

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA	
CÓDIGO DE TARA	
MASA DE TARA	
MASA DE TARA +SUELO SIN LAVAR	
MASA DE TARA +SUELO LAVADO	

TAMANO MAXIMO DE LAS PARTICULAS (mm)	
FORMA DE LAS PARTICULAS	
PORCENTAJE RETENIDO EN LA 3pulg(75mm) (%)	

GRANULOMETRÍA	
3 pulg (75 mm)	g
2 pulg (50 mm)	g
1 ½ pulg (37.5 mm)	g
1 pulg (25 mm)	g
¾ pulg (19 mm)	g
3/8 pulg (9.5 mm)	g
No 4 (4.75 mm)	g
No 10 (2 mm)	g
No 20 (850 µm)	g
No 40 (425 µm)	g
No 60 (250 µm)	g
No 140 (106 µm)	g
No 200 (75 µm)	g
FONDO	g

FUENTE: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ACREDITADO: INACAL

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE JEFE DE  
LABORATORIO/GERENCIA TÉCNICA

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE ANALISTA DE  
GRANULOMETRÍA



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"

ALUMNOS: BACH. YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE  
BACH. WALDY TECSI NINAYA

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO DE SUELOS NTP 339.129 (REVISADA EL 2019)**

CODIGO ORDEN DE TRABAJO: _____	CODIGO DE MUESTRA: _____
<b>LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO:</b>	
TEMPERATURA AMBIENTE: _____	HUMEDAD RELATIVA: _____
FECHA/HORA DE INICIO DE ENSAYO: _____	NOMBRE DE ANALISTA: _____
CÓD. INTERNO DE BALANZA 0.01 g: _____	CÓD. INTERNO DE CAZUELA MANUAL: _____
CÓD. INTERNO DEL CRONOMETRO: _____	PRESENTA LENTES DE ARENA: (SI) (NO)
OBSERVACIÓN: _____	

COMPROBACIÓN DEL APARATO (CAZUELA DE CASAGRANDE)	
ACANALADOR (MM) <2 mm ±0.1	
DESGASTE DE BASE (mm) < 10 M	
ALTURA DE CAÍDA 10 mm	

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN (marcar x)		
SECADO AL AIRE	SI ( )	NO ( )
	HÚMEDO	
MÉTODO	< TAMIZ N°40 ( )	> TAMIZ N°40 ( )
		SECO ( )

	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
TIEMPO					
NÚMERO DE GOLPES					
CÓD. DE TARA					
MASA DE LA TARA g					
MASA DE TARA + SUELO HÚMEDO g					
1ERA PESADA	FECHA			HORA	
MASA DE TARA + SUELO SECO g					
2DA PESADA	FECHA			HORA	
MASA DE TARA + SUELO SECO g					
3ERA PESADA	FECHA			HORA	
MASA DE TARA + SUELO SECO g					
4TA PESADA	FECHA			HORA	
MASA DE TARA + SUELO SECO g					

NOTA: EL PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE PESO SECO ENTRE LA PENULTIMA Y ULTIMA PESADA NO DEBE VARIAR DE 0.1%

FUENTE: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ACREDITADO: INACAL

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE ANALISTA DE LÍMITES

\_\_\_\_\_  
FIRMA JEFE DE LABORATORIO/GERENCIA TÉCNICA



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"

ALUMNOS: BACH. YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE  
BACH. WALDY TECSI NINAYA

## ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO NTP 339.141

CÓD DE ORDEN DE TRABAJO: _____	CÓD DE MUESTRA: _____	NOMBRE Y APELLIDO DEL ANALISTA: _____
FECHA Y HORA DEL INICIO DEL ENSAYO: _____	FECHA Y HORA DE FIN DEL ENSAYO: _____	
TEMPERATURA AMBIENTE: _____	PROCEDIMIENTO UTILIZADO: _____	CÓD.BALANZA HUMEDAD: _____
HUMEDAD RELATIVA: _____	CÓD. BALANZA 1 g: _____	COD.MOLDE: _____
METODO DE PREPARACION: ( ) Húmedo - ( ) Seco	TIPO DE PISTON: _____	COD.PISTON: _____

TAMIZ	MASA RETENIDA	% RETENIDO	MASA RETENIDO 2	% RETENIDO 2	PROPORCIONES SEGÚN MÉTODO		
					A	B	C
3 pulg							
2 pulg							
1 ½ pulg							
1 pulg							
¾ pulg							
¾ pulg							
Nº 4							
PASANTE Nº 4							
TOTAL							

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL ANTES DE ADICIONAR % DE AGUA				
COD DE TARA				
MASA DE TARA				
MASA SUELO HÚMEDO + TARA				
MASA SUELO SECO + TARA				
	1	2	3	4
MASA DE SUELO + MOLDE				
MASA DE MOLDE				
CONTENIDO DE AGUA RECIBIDO				

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL				
	1	2	3	4
COD DE TARA				
MASA DE TARA				
MASA HÚMEDO + TARA				
1º MASA DEL SUELO SECO + TARA				
1º REGISTRO DE FECHA Y HORA				
2º MASA DEL SUELO SECO + TARA				
2º REGISTRO DE FECHA Y HORA				
3º MASA DEL SUELO SECO + TARA				
3º REGISTRO DE FECHA Y HORA				

FUENTE: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ACREDITADO: INACAL

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE ANALISTA

\_\_\_\_\_  
FIRMA JEFE DE LABORATORIO



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"

ALUMNOS: BACH. YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE  
BACH. WALDY TECSI NINAYA

**ENSAYO DE CBR - NTP 339.145**

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: _____	CÓD. DE MUESTRA: _____
FECHA DE REALIZACION DE ENSAYO: _____	TEMPERATURA AMBIENTE DE PENETRACION: _____
TEMPERATURA AMBIENTE DE COMPACTACION: _____	HUMEDAD RELATIVA DE PENETRACION: _____
HUMEDAD RELATIVA DE COMPACTACION: _____	
NOMBRE Y APELLIDOS DEL ANALISTA (COMPACTACION) _____	
NOMBRE Y APELLIDOS DEL ANALISTA (PENETRACION) _____	
OBSERVACIONES: _____	

Número de golpes de Capa	12 ( 5 CAPAS)		26 ( 5 CAPAS)		55 ( 5 CAPAS)	
Molde No						
Condición de la Muestra	Sin Saturar	Saturada	Sin Saturar	Saturada	Sin Saturar	Saturada
Masa Molde + Suelo Húmedo						
Masa del Molde						
Tara No						
Tara + Suelo Húmedo						
Tara + Suelo Seco						
Masa de la Tara.						

12 GOLPES			26 GOLPES			55 GOLPES		
Lec. Dial (KN)		Carga (mm)	Lec. Dial (KN)		Carga (mm)	Lec. Dial (KN)		Carga (mm)
Equipo	Dial		Equipo	Dial		Equipo	Dial	
		0,63			0,63			0,63
		1,27			1,27			1,27
		1,90			1,90			1,90
		2,54			2,54			2,54
		3,17			3,17			3,17
		3,81			3,81			3,81
		5,08			5,08			5,08
		7,62			7,62			7,62
		10,16			10,16			10,16
		12,70			12,70			12,70

EXPANSIÓN						
HORAS	12 GOLPES		26 GOLPES		55 GOLPES	
	Lec. Pulg.	Expansión	Lec. Pulg.	Expansión	Lec. Pulg.	Expansión
00.00.00						
24.00.00						
48.00.00						
72.00.00						
96.00.00						

FUENTE: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ACREDITADO: INACAL

\_\_\_\_\_  
FIRMA JEFE DE LABORATORIO

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE ANALISTA  
(COMPACTACION)

\_\_\_\_\_  
FIRMA ANALISTA  
(PENETRACION )



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO -  
ALUMNOS: BACH. YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE  
BACH. WALDY TECSI NINAYA

### ENSAYO ABRASION DE LOS ÁNGELES MTC E-207

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: _____	NOMBRE DE ANALISTA: _____
CÓD. DE MUESTRA: _____	FECHA DE REALIZACION DE ENSAYO: _____
TEMPERATURA AMBIENTE: _____	HUMEDAD RELATIVA: _____

### GRADACIÓN DE MUESTRAS DE ENSAYO

MEDIDA DEL TAMIZ (ABERTURA CUADRADA)		MASA DE TAMAÑO INDICADO( g) GRADACIÓN			
QUE PASA	RETENIDO SOBRE	A	B	C	D
37.5 mm(1 ½ pulg)	25.0 mm(1 pulg)				
25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm(¾ pulg)				
19.0 mm(¾ pulg)	12.5 mm( ½ pulg)				
12.5 mm( ½ pulg)	9.5 mm(3/8 pulg)				
9.5 mm(3/8 pulg)	6.3 mm(1/4 pulg)				
6.3 mm(1/4 pulg)	4.75 mm(No 4)				
4.75 mm(No 4)	2.36 mm(No 8)				
TOTAL					
MASA QUE PASA LA No 12					

FUENTE: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.

ACREDITADO: INACAL

\_\_\_\_\_  
FIRMA JEFE DE LABORATORIO

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE ANALISTA

F-AS-007-REV.02  
FECHA: 2021/03/18



# ANEXO 4: CERTIFICADOS DE LABORATORIO

## ANEXO 4.1: Ensayo De La Muestra Patrón.

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



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO LE-141



#### Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

Registro RLE - 141

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

#### INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°	: 1027-2022-AS
PETICIONARIO	: YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECI NIYAYA
ATENCIÓN	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FALAJ ATE
CONTACTO DE PETICIONARIO	: yeyforaltalcaucapure@gmail.com; waldytecinista@gmail.com
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"
UBICACIÓN	: PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO
FECHA DE MUESTREO	: 23 DE MARZO DEL 2022
FECHA DE RECEPCIÓN	: 28 DE MARZO DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN	: 06 DE ABRIL DEL 2022

CÓDIGO DE TRABAJO : F-070-2022	CÓDIGO DE MUESTRA : L-1	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): SUPERFICIAL
TIPO DE MATERIAL/ SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	PROCEDENCIA Y UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA",
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 23-03-2022	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 02-04-2022	COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.216, UBICACIÓN:
MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO		CALLIPATA
		CONDICIÓN DE MUESTRA: MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE
		COLOR BLANCO, PESO APROX. 50 kg.

#### MÉTODOS DE ENSAYO

NTP 339.128 1999 [revisada el 2019] SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 [revisada el 2019] SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, o índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 [revisada el 2019] SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, UCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 [revisada el 2019] SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 1 DE 1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
8"	75.000	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	37.500	88.36
1"	25.000	80.28
3/4"	19.000	69.71
3/8"	9.500	44.07
N°4	4.750	27.96
N°10	2.000	16.73
N°20	0.850	14.80
N°40	0.425	12.44
N°60	0.250	11.49
N°100	0.150	10.36
N°200	0.075	10.05



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40	87.56

FINO	ARENA	GRAVA
10.05%	17.92%	72.04%
	100.00%	

LÍMITE LÍQUIDO	24
LÍMITE PLÁSTICO	14
ÍNDICE PLÁSTICO	10
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
GP-BC	GRAVA POBRAMENTE GRADUADA CON ARCILLA Y ARENA (O ARCILLA LIMOSA Y ARENA)	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-3 (II)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	FRAGMENTOS DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	EXCELENTE A BUENA

#### ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

Temperatura Ambiente	: 17,9 °C
Humedad relativa	: 60%
Área donde se realizó los ensayos	: Suales y Pasadizos - Suales II y Concreto
Dirección del Laboratorio	: Av. Mariscal Castilla N° 3950 - G.Tambo - Huancayo (Dist. I)

#### MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

LOS RESULTADOS DE ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y/O LABORATORIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEA REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PROCEDIMIENTOS O COMO CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIERON LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-016 - REV.00 - FECHA: 2022/02/17  
 INFORME AUTORIZADO POR INEL. INELT YESSICA ARELLANO

INACAL DA - Perú  
**JEFES DE LABORATORIO**  
 ING. VICTOR RIVERA DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 70499

Fin de página.



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° : 2027-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSE MINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FIJAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : yeyiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecseminaya4@gmail.com  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE MUESTREO : 23 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 08 DE ABRIL DEL 2022

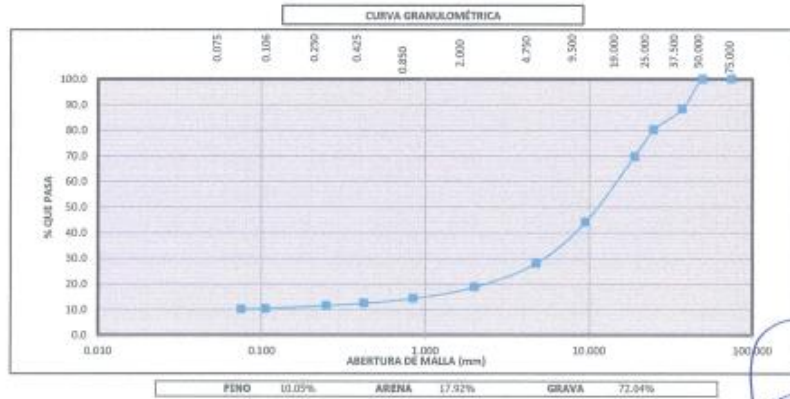
CÓDIGO DE TRABAJO : P-070-2022	CÓDIGO DE MUESTRA : L-1	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): SUPERFICIAL
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	PROCEDENCIA Y UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E-219072.5723 N- 8527448-214, UBICACIÓN: CALLIPATA
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 31-09-2022	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 02-04-2022	CONDICIÓN DE MUESTRA: MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO, PESO APROX. 50 kg.
MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO		

MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.126 1999 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisado el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisado el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	30.28
	GF %	61.75
% ARENA	AG %	9.24
	AM %	6.28
	AF %	2.40
% FINOS		10.05
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		50
Forma del suelo grueso		Angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coefficiente de Curvatura		69.51
Coefficiente de Uniformidad		575.95



MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

LOS RESULTADOS DE ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y/O LABORATORIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS RESULTADOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-016 REV.00 FECHA: 2022/02/17

INFORME AUTORIZADO POR ING. JARMI TÉSSICA ANDÍA ARRAZ

LABORATORIO GENERAL CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Víctor Poma Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CUI 70488





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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1203-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesifarachakoaucapure@gmail.com; waldytecsinmaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 06 DE MARZO DEL 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO** : P-070-2022 **CALICATA** : L-1  
**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPAT

**CBR - MTC E 132**

Pág. 1 de 8

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO					
Contenido de agua	%	2.455	4.172	5.920	7.393
Peso volumetrico seco	g/cm <sup>3</sup>	2.113	2.260	2.228	2.144

ETAPA DE COMPACTACIÓN			
IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	17.00	26.00	55.00

MUESTRA	MOLDE I		MOLDE II		MOLDE III	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	9204	9593	8710	10040	10073	10396
Masa del molde	4578.0	4578.0	3800.0	3800.0	4606.0	4606.0
Masa del suelo humedo	4626.0	5015.0	4910.0	6239.5	5467.0	5790.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.997	2.165	2.120	2.694	2.361	2.500
% de humedad	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
Densidad seca	1.893	2.072	2.029	2.578	2.299	2.392
Tara N°	12.4	3.2	74.71	720.11	1.18	7.242
Tara + suelo humedo	621.9	1232.8	659.7	1074.9	624.8	1275.6
Tara + suelo seco	603.5	1119.5	637.2	971.0	602.4	1150.34
Masa del agua	18.4	113.3	22.5	103.9	22.5	125.2
Masa de la tara	84.94	106.06	86.50	58.99	98.99	85.94
Masa del suelo seco	518.6	1013.4	550.7	912.0	503.4	1064.4
% de humedad	3.55	11.18	4.09	11.39	4.46	11.76

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : 57.44 %  
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : 42.00 %  
 MDS : 141.00 g/cm<sup>3</sup>  
 OCH : 4.50 % CH

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

*[Firma manuscrita]*  
**Ing. Victor Peña Dueñas**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 170489

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1203-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesi@forchalcoaucapure@gmail.com; waldytecsinmaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 06 DE MARZO DEL 2022

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527448.214, UBICACIÓN: CALLIPATA

ESPECIMEN I (12)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.345	77.46	25.02
1.096	246.30	82.10
1.606	360.94	120.31
1.916	430.77	143.59
2.244	504.54	168.18
2.528	568.27	189.42
3.163	697.50	227.33
3.971	892.65	297.55
4.385	985.66	328.55
4.734	1,069.15	354.72

ESPECIMEN II (26)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.689	154.92	51.64
2.191	492.59	164.20
3.211	721.89	240.63
3.833	861.58	287.19
4.489	1,009.07	336.36
5.056	1,136.53	378.84
6.249	1,389.00	459.00
7.952	1,785.31	595.10
8.789	1,971.33	657.11
9.468	2,128.29	709.43

ESPECIMEN III (55)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
1.378	309.84	103.28
4.383	985.19	328.40
6.423	1,443.78	481.26
7.665	1,723.09	574.36
8.978	2,018.14	672.71
10.112	2,273.07	757.69
12.411	2,789.99	909.99
15.884	3,570.61	1,190.20
17.539	3,942.65	1,314.22
18.935	4,256.59	1,418.86

C.H.	DENS. SECA
2.46	2.113
4.17	2.260
5.92	2.228
7.39	2.144



N° GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
12.00	14.4	18.2	1.911
26.00	28.7	32.3	2.029
55.00	57.4	61.3	2.259



MDS	141.0	2.259
95%MDS	134.0	2.146

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	57.4	61.27
CBR AL 95%	42.0	45.60

**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Pena Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 70489

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

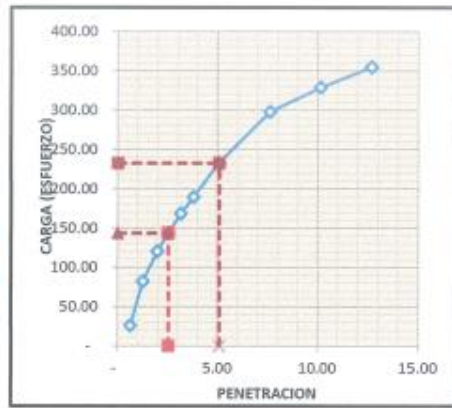
EXPEDIENTE N° : 1203-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
 ATENCION : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : yesiflora@chalcoucapure@gmail.com; waldytecsinayaya@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 06 DE MARZO DEL 2022

Pág. 3 de 8

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACION: CALLIPATA

PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
12 GOLPES	0.345	77.5	3.00	25.82	0.63
	1.096	246.3	3.00	82.10	1.27
	1.606	360.9	3.00	120.31	1.99
	1.998	439.8	3.00	146.60	2.38
	2.244	504.5	3.00	168.18	3.17
	2.528	568.3	3.00	189.42	3.81
	2.107	592.5	3.00	197.50	3.99
	3.971	892.7	3.00	297.55	7.62
	4.385	985.7	3.00	328.55	10.16
	4.734	1064.1	3.00	354.72	12.70



PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
26 GOLPES	0.689	154.9	3.00	51.64	0.63
	2.191	492.6	3.00	164.20	1.27
	3.211	721.9	3.00	240.63	1.99
	3.993	891.5	3.00	297.18	2.38
	4.489	1009.1	3.00	336.36	3.17
	5.056	1136.5	3.00	378.84	3.81
	6.206	1395.0	3.00	468.00	5.08
	7.942	1785.3	3.00	595.10	7.62
	8.769	1971.3	3.00	657.11	10.16
	9.468	2128.3	3.00	709.43	12.70



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Ing. Victor Peña Huénes  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 01488

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

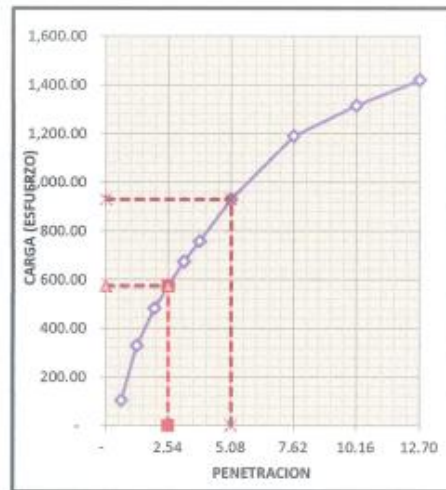


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1203-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCION** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsinayay4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 06 DE MARZO DEL 2022  
**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA

KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
1.378	309.8	3.00	103.28	0.63
4.383	985.2	3.00	328.40	1.27
6.423	1443.8	3.00	481.26	1.99
7.665	1723.1	3.00	574.36	2.34
8.978	2018.1	3.00	672.71	3.17
10.112	2273.1	3.00	757.69	3.81
12.411	2790.0	3.00	930.00	5.08
15.884	3570.6	3.00	1,190.20	7.62
17.539	3942.7	3.00	1,314.22	10.16
18.935	4256.6	3.00	1,418.86	12.70



INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ALVARO ALVARO  
 DUEÑAS  
 CIP. 79489



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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



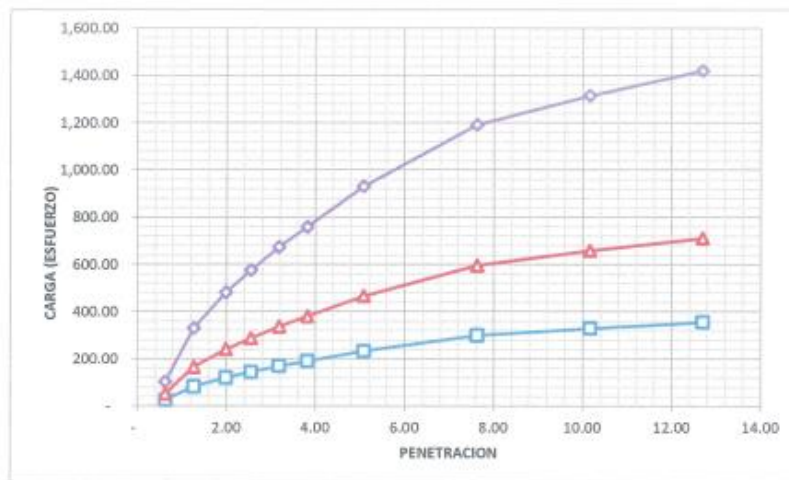
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1203-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONAR** : yesiflorachaicoaupure@gmail.com; waldytecsinayaa@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 06 DE MARZO DEL 2022

Pág. 5 de 8

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214,  
UBICACIÓN: CALLIPATA



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

INGENIERO GENERAL EN INGENIERIA CIVIL  
**JEFE DE LABORATORIO**  
Ing. Víctor Peña Dueñas  
INGENIERO CIVIL  
098710189

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN ADREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



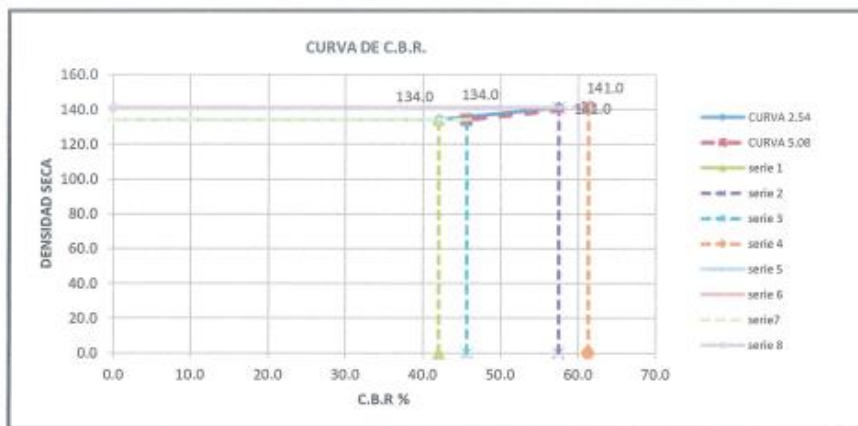
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1203-2022-AS  
PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
CONTACTO DE PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com| waldytecsininays4@gmail.com  
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
FECHA DE EMISIÓN : 06 DE MARZO DEL 2022

Pág. 6 de 8

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446,214, UBICACIÓN: CALLIPATA



JEFE DE LABORATORIO  
Ing. Víctor Petis Fuentes  
INGENIERO CIVIL  
C.R. 70489

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



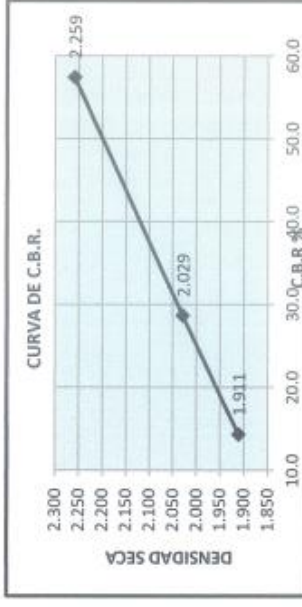
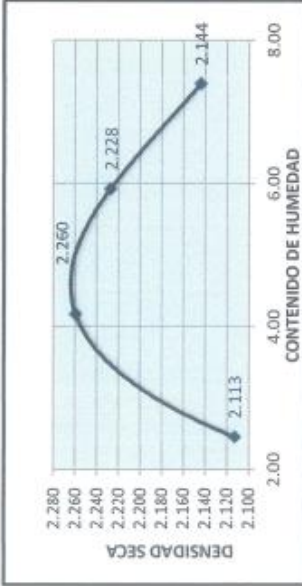
- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DM, DPHS
- SERVICIOS DE:**
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU
- Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSO-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1203-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYS FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TEGSI MINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com, waldytegsiminaya@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 06 DE MARZO DEL 2022

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132**

**DATOS DE LA MUESTRA**  
 UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14  
 MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

**JEFES DE LABORATORIOS**  
 WILSON ESCOBAR CARRERA MESTREZOS S.R.L.  
 Ing. Víctor Escobar Carrera Mestrezos  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 03068

Email: [grupoceatauroingenieros@gmail.com](mailto:grupoceatauroingenieros@gmail.com) Web: <http://ceatauroingenieros.com/> Facebook: [ceatauro ingenieros](https://www.facebook.com/ceatauroingenieros) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964906015  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
 Para verificar la autenticidad del Informe puede comunicarse a: [grupoceatauroingenieros@gmail.com](mailto:grupoceatauroingenieros@gmail.com)

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 1203-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FIUAL ATE  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsininyat@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 06 DE MARZO DEL 2022

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR  
 MTC E 132**

Pág. 8 de 8

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA CALICATA : L-1

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Maxima Densidad Seca	2.259 g/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	4.50 %

**ENSAYO DE CBR**

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	Penetración (pulg.)	% M.D.S	CBR % - (2.54 mm - 0.1")	CBR % - (5.08 mm - 0.2")
3	55.00	57.4	2.259	0.10	100.00	57.4	61.3
2	26.00	28.7	2.029	0.10	95.00	42.0	45.6
1	12.00	14.4	1.911				

	ESPECIMEN N° 3	ESPECIMEN N° 2	ESPECIMEN N° 1
Energía de compactación (kg <sup>2</sup> cm/cm <sup>3</sup> )	27.7	12.2	6.1
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.26	2.03	1.91
Masa de sobrecarga (kg)	4.53	4.53	4.53
Embebido en agua (dias)	4	4	4

**EXPANSION**

HORAS	55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %
00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96:00:00	0.035	0.028	0.068	0.054	0.123	0.097

HC-AS-061 REV-04 FECHA: 2022/02/14

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SE TENGA SU TOTALIDAD

INGENIEROS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Víctor Peña Córdova  
 INCOPI REG. N° 70488

# ANEXO 4.2: Ensayo De La Muestra Patrón Con Adición De Ceniza De Tallo De Habas.

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



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO LE-141



### Informe de ensayo con valor oficial

Registro INE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

#### INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° : 1081-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AJCAPURE ; WALDY TECSI NIWAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL LATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : [sevi@cesarvallejouni.edu.pe](mailto:sevi@cesarvallejouni.edu.pe) ; [waldytecsi@msn.com](mailto:waldytecsi@msn.com)  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE MUESTREO : 23 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 08 DE ABRIL DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE ABRIL DEL 2022

CÓDIGO DE TRABAJO : P-070-2022 CÓDIGO DE MUESTRA : L-1 Y AD-1 (2N) PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): SUPERFICIAL  
 TIPO DE MATERIAL : SUELO CONDICIONES DE MUESTRA : ALTERADA PROCEDENCIA Y UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N- 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 09-04-2022 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 13-04-2022 CONDICIÓN DE MUESTRA: MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO, PESO APROX. 50 kg (L-1) Y CENIZA DE TALLOS DE ARVEJAS, EN UNA BOLSA COLOR AZUL, PESO APROX. 40 kg.  
 MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO

#### MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 539.128 1999 [revisado el 2019] SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 [revisado el 2019] SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 [revisado el 2019] SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propálos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 [revisado el 2019] SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 1 DE 2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75,000	100,00
2"	50,000	100,00
1 1/2"	37,500	100,00
3"	25,000	91,59
3/4"	18,000	83,37
3/8"	9,500	54,36
N°4	4,750	37,34
N°10	2,000	25,83
N°20	0,850	18,99
N°40	0,425	17,45
N°60	0,250	15,74
N°100	0,150	14,86
N°200	0,075	13,38



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDOS EN EL TAMIZ N°60	82,55

FINO	ARENA	GRAVA
14,26%	23,06%	62,66%
	100,00%	

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	26
LÍMITE PLÁSTICO	16
ÍNDICE PLÁSTICO	10

\* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA  
 \* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-2-4 (0)
		TIPOS IGUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	GRAVA Y ARENA LIGERA O ARCILLOSA
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	EXCELENTE A BUENA

#### ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

Temperatura Ambiente : 20,5°C  
 Humedad relativa : 34%  
 Área donde se realizó los ensayos : Tallos y Pólvora - Suelo F y Concreto  
 Dirección del Laboratorio : Av. Manuel Castilla N° 2939 - El Tumbay - Pasaje (Sede 1)

#### MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

LOS RESULTADOS DE ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y LABORATORIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ. LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-016 REV.00 FECHA: 2022/02/17  
 INFORME AUTORIZADO POR ING. MARIT VÉSSICA ARANDA ANAS

ING. VICTOR PEÑA DUCENAS  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 10469

Fin de página.



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° : 1081-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO ALCAPURE ; WALDY TESISI NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FIJAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : yeyiflorachalcoalcapure@gmail.com; waldyttesisninaya@gmail.com  
 PROYECTO : \*MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMAVO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO\*  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE MUESTREO : 23 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 08 DE ABRIL DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE ABRIL DEL 2022

CÓDIGO DE TRABAJO : P-070-2022	CÓDIGO DE MUESTRA : L-1 Y AD-1 (2%)	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): SUPERFICIAL PROCEDENCIA Y UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS : COORDENADAS: E- 221215.8921 N- 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	CONDICIÓN DE MUESTRA: MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO, PESO APROX. 50 kg (L-1) Y CENIZA DE TALLOS DE ARVEJAS, EN UNA BOLSA COLOR AZUL, PESO APROX. 40 kg.
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-04-2022	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-04-2022	
MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO		

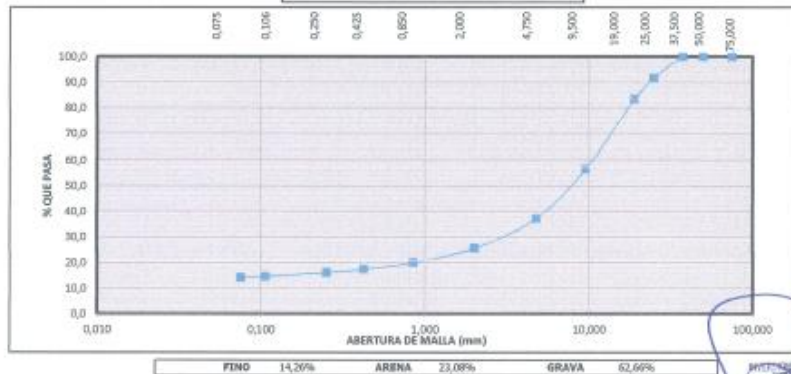
MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, UCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

Página 2 de 3

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	14,63
	GF %	66,03
% ARENA	AG %	11,71
	AM %	8,18
	AF %	3,19
% FINOS		14,26
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		37,5
Forma del suelo grueso		Angular
Porcentaje retenido en la 2' pulg (D4)		0,00
Coeficiente de Curvatura		-
Coeficiente de Uniformidad		-

CURVA GRANULOMÉTRICA



FINO 14,26% ARENA 23,89% GRAVA 62,66%

IMPRESIÓN E IMPRESIONADO EN SU ENTIDAD O EN SU REPRESENTANTE

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA, FECHA DE MUESTREO

LOS RESULTADOS DE ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y/O LABORATORIO

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-016 REV.00 FECHA: 2022/02/17

INFORME AUTORIZADO POR ING. JASSET JESSICA ANDRÁ ARAG

ING. VICTOR PEÑA DUEÑAS  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O. 10448

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

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

**INFOMRE DE ENSAYO**

Página 1 de 1

EXPEDIENTE N°	: 1297-2022-AS
PETICIONARIO	: PEYI FLORA CHALEO AUCAPURE ; WALDY TEJERE NINAYA
ATENCIÓN	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - PILLAL ATE
CONTACTO DEL PETICIONARIO	: <a href="mailto:verificachaleoauca@gmail.com">verificachaleoauca@gmail.com</a> ; <a href="mailto:waldytejere@gmail.com">waldytejere@gmail.com</a>
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFERRADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO
FECHA DE RECEPCIÓN	: 28 DE MARZO DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN	: 18 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA			
CÓDIGO DE TRABAJO	: F-070-2022	CALCATA	: L-1 Y AD-1 (2%)
			FECHA DE MUESTREO
			: 23/03/2022

PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA	: CANCHERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 210072.3721 N- 8027448.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS - COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530109.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IOMANOSA.	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 16/04/2022
---------------------------------------	--	---------------------------	--------------

CONDICIÓN DE MUESTRA	: MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO, PESO APROX. 50 kg (-L-1) Y CENIZA DE TALLOS DE HABAS, EN UNA BOLSA COLOR AZUL, PESO APROX. 40 kg.	FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO	: 10/04/2022
----------------------	---	---------------------------------	--------------

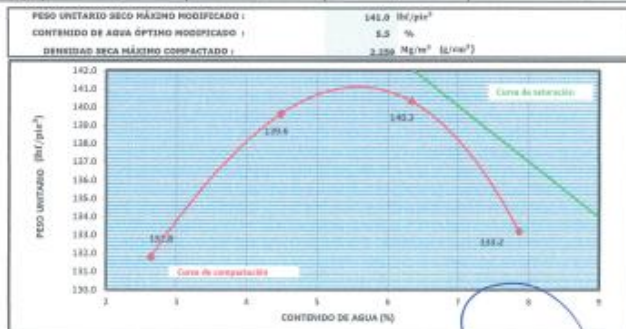
MUESTRA PROPORCIONADA	: PETICIONARIO	PROFUNDIDAD DE MUESTRA	: SUPERFICIAL
-----------------------	----------------	------------------------	---------------

**NTP 339.141- 1999 (Revisada el 2019): Método de Ensayo para la Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 KN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))** **MÉTODO C**

Procedimiento utilizado	C	Clasificación de material	GC - GRAVA ARCILLOSA CON ARENA						
Método de preparación	SECO	Método para hallar la Gravedad específica	Dato de otra muestra de la misma clasificación		Gravedad Específica	2.95			
Descripción del péndulo	ROBURL	Determinación de sobrehumedad (%)	HC	-	Solera tasada (%)	16.76			
Número de capas	5.00	Altura de caída del péndulo (cm)	45.72	Masa del péndulo (kg)	4.54	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.000		
Energía de Compactación modificada	h (kg-m/m <sup>3</sup> )	27.0	Número de golpes/capa	50.00					
Masa del suelo húmedo + molde	(g)	3324.00		3002.00	7794.00	7688.00			
Masa del molde	(g)	2761.00		2761.00		2761.00			
Masa del suelo húmedo compactado	(g)	4585		4021	5033	4847			
Densidad húmeda	(kg/m <sup>3</sup> )	2.167		2.337	3.290	3.302			
Recipiente N°		0-5	0-15	720-11	0-87-004 MP4	7-242	3-2	3-0	0-3
Masa del suelo húmedo + tara	(g)	1022.56	1223.73	925.32	1022.12	1007.31	1484.24	891.21	888.07
Masa del suelo seco + tara	(g)	986.71	1297.28	879.13	981.78	1029.80	1398.19	798.88	832.48
Masa del Recipiente	(g)	89.24	82.51	96.87	123.88	85.89	100.16	112.93	83.80
Masa del agua	(g)	23.85	26.44	36.21	40.42	57.41	85.19	58.63	55.59
Masa del suelo seco	(g)	905.47	1204.78	823.14	887.74	843.51	1288.08	881.65	748.58
Contenido de agua	(%)	2.63	2.63	4.42	4.55	6.86	6.60	6.31	7.43
Procedo de contenido de agua	(%)	2.63		4.40		6.34		7.87	
Densidad seca del espécimen compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	2.111		2.220		3.247		3.124	
Peso Unitario seco	(kg/m <sup>3</sup> )	131.8		136.6		148.3		151.2	
Contenido de agua adicionado	(%)	3		6		6		6	

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA POR EL MÉTODO:			C
TAMIZ	PERCENTAJE	ÁREA (%)	
2"	0.00	100.00	
4"	0.00	100.00	
3/4"	18.78	81.24	
3/8"	27.74	53.50	
Nº4	32.89	30.80	
<Nº4	30.68	5.06	

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2
--------------------------	---



ADICIONES, ENMIENDAS O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

TEMPERATURA AMBIENTE: 17.9 °C  
 TEMPERATURA AMBIENTE: 41%  
 HUMEDAD RELATIVA: 41%  
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO: SUELOS ED Y CONCRETO  
 UBICACIÓN DEL LABORATORIO: AV. MARISCAL CASTILLA Nº 3948 - EL TAMBO - HUANCAYO (Sede 2)

INSTRUMENTOS E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO:

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y/O LABORATORIO. LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DE LA MUESTRA, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE MUESTRA, FECHA DE MUESTREO, EL PRESIDENTE O CUALQUIERA DE SUS REPRESENTANTES PARALELAMENTE EN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE COMPLETUDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INC-AS-031 REV 05 FECHA: 2022/02/19  
 INFORME AUTORIZADO POR: JINET ROSA ANSA-ARSA

MEMORIAL TECNICO DEL PAGO EMPRESAS S.A.C  
**JINET DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Pineda Duenas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 10886

Fin de página

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPMS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1298-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapura@gmail.com; waldytecsininyaya4@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO : P-070-2022 CALICATA : L-1 Y AD-1 (2%)

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.

CBR - MTC E 132

Pág. 1 de 8

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO						
Contenido de agua	%	2.633	4.484	6.340	7.866	
Peso volumetrico seco	g/cm <sup>3</sup>	2.111	2.236	2.247	2.134	
ETAPA DE COMPACTACIÓN						
IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE	MOLDE I		MOLDE II		MOLDE III	
NUMERO DE CAPAS	5.00		5.00		5.00	
GOLPES POR CAPA	12.00		26.00		55.00	
MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	7594	7893	8595	8940	9308	9789
Masa del molde	3232.2	3232.2	3562.0	3562.0	3789.5	3789.5
Masa del suelo humedo	4351.8	4660.8	5033.0	5377.5	5518.5	5999.5
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.879	2.012	2.173	2.322	2.383	2.590
% de humedad	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Densidad seca	1.791	1.908	2.060	2.301	2.359	2.455
Tara N°	X-12	STV	TM-14	P-14	TM-07	CEN-07
Tara + suelo humedo	995.20	984.11	990.23	701.58	1013.50	721.00
Tara + suelo seco	950.87	879.00	947.17	631.12	966.50	644.00
Masa del agua	44.33	105.11	42.06	70.46	47.00	77.00
Masa de la tara	84.94	106.06	86.73	87.22	88.50	89.00
Masa del suelo seco	865.93	772.94	860.44	543.90	878.00	555.00
% de humedad	5.12	13.60	5.00	12.95	5.35	13.87

CBR AL 100% DE LA M.O.S.	%	77.34
CBR AL 95% DE LA M.O.S.	%	63.25
MDS	g/cm <sup>3</sup>	141.00
OCH	% CH	5.50

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS S.R.L.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Duenas  
 INGENIERO CIVIL  
 CHA 70488



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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1298-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesisforachalcoaucapure@gmail.com; waldytecstinaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO -CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.

ESPECIMEN I (12)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.902	202.73	67.58
1.417	318.53	106.18
2.041	458.74	152.91
2.425	545.08	181.69
2.962	665.84	221.95
3.424	769.65	256.55
4.292	954.55	314.85
5.103	1.147.15	382.38
5.681	1.277.15	425.72
5.985	1.345.47	448.49

ESPECIMEN II (26)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
1.913	430.03	143.34
3.426	770.08	256.69
5.356	1.204.02	401.34
6.785	1.520.74	506.91
7.863	1.790.06	598.69
9.152	2.057.45	685.92
11.013	2.479.49	829.89
13.975	3.141.48	1.047.16
16.251	3.633.26	1.217.75
17.653	3.968.49	1.322.83

ESPECIMEN III (55)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
3.305	742.98	247.66
6.031	1,355.83	451.94
8.386	1,885.19	628.40
10.321	2,320.17	773.39
12.608	2,834.21	944.74
14.573	3,276.05	1,092.02
17.464	3,875.85	1,308.62
21.721	4,882.94	1,627.65
24.183	5,436.27	1,812.09
25.476	5,727.08	1,909.03

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

C.H.	DENS. SECA
2.63	2.111
4.48	2.236
6.34	2.247
7.87	2.134



N° GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	N.S.
12.00	18.2	21.0	1.781
26.00	50.7	55.0	2.060
55.00	77.3	81.8	2.259



MDS	141.0	2.259
95%MDS	134.0	2.146

	7.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	77.3	81.79
CBR AL 95%	63.3	67.41

**INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS S.A.S.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
**Ing. Victor Peña Dueñas**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 73489

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRABLADE DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

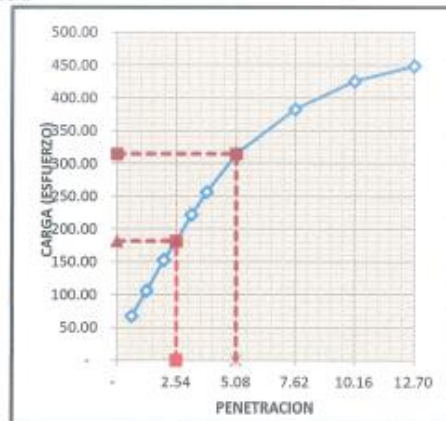
**EXPEDIENTE N°** : 1298-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yeyiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsinayay4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

Pág. 3 de 8

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA,

**PENETRACION**

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
12 GOLPES	0.902	202.7	3.00	67.58	0.63
	1.417	318.5	3.00	106.18	1.27
	2.041	458.7	3.00	152.91	1.99
	2.765	618.4	3.00	206.13	2.78
	3.424	769.6	3.00	256.55	3.81
	4.202	944.0	3.00	314.65	5.00
	5.103	1147.2	3.00	382.38	7.62
	5.681	1277.1	3.00	425.72	10.16
	5.985	1345.5	3.00	448.48	12.70



**PENETRACION**

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
26 GOLPES	1.913	430.0	3.00	143.34	0.63
	3.426	770.1	3.00	256.69	1.27
	5.356	1204.0	3.00	401.34	1.99
	6.785	1520.7	3.00	506.91	2.78
	7.963	1790.1	3.00	596.69	3.17
	9.152	2057.5	3.00	685.82	3.81
	11.013	2475.7	3.00	825.23	5.00
	13.975	3141.5	3.00	1,047.16	7.62
	16.251	3653.3	3.00	1,217.75	10.16
	17.653	3968.5	3.00	1,322.83	12.70



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

AMERICANAS PERUANAS DE COMERCIO AGROPECUARIO S.A.S.  
**Jefe de Laboratorio**  
 Ing. Víctor Feles Duenas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIE 70480

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

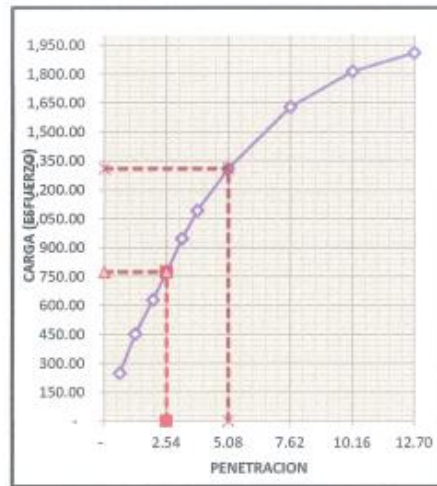


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1299-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yessi.flora.chalcoaucapure@gmail.com ; waldytecstininaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : \*MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO\*  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022  
**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.

KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
3.305	743.0	3.00	247.66	0.63
6.031	1355.8	3.00	451.94	1.27
8.386	1885.2	3.00	628.40	1.99
10.321	2320.2	3.00	773.39	2.34
12.608	2834.2	3.00	944.74	3.17
14.573	3276.0	3.00	1,092.02	3.81
17.464	3925.8	3.00	1,308.83	5.08
21.721	4882.9	3.00	1,627.65	7.62
24.183	5436.3	3.00	1,812.09	10.16
25.476	5727.1	3.00	1,909.03	12.70



**Jefe de Laboratorio**  
 Ing. Victor Y. Llanos  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 16489

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



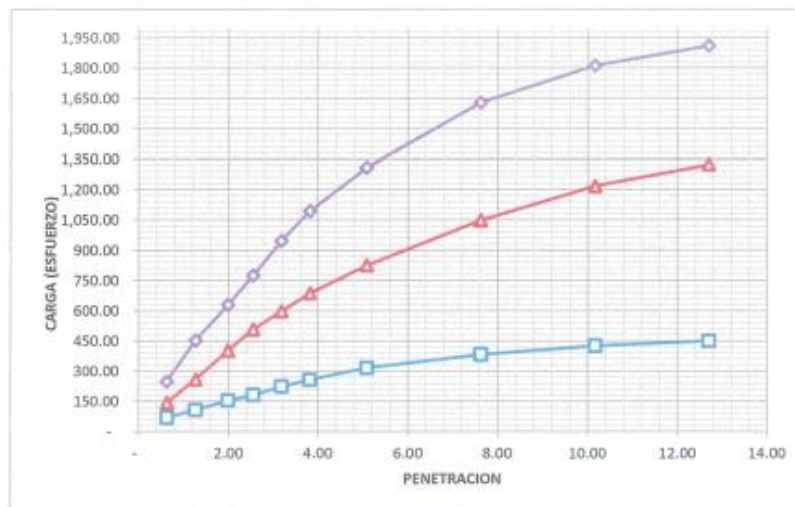
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1298-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONAR** : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsinmaya@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMANDO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

Pág. 5 de 8

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

WALDY TECSI NINAYA  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CIS 75480

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



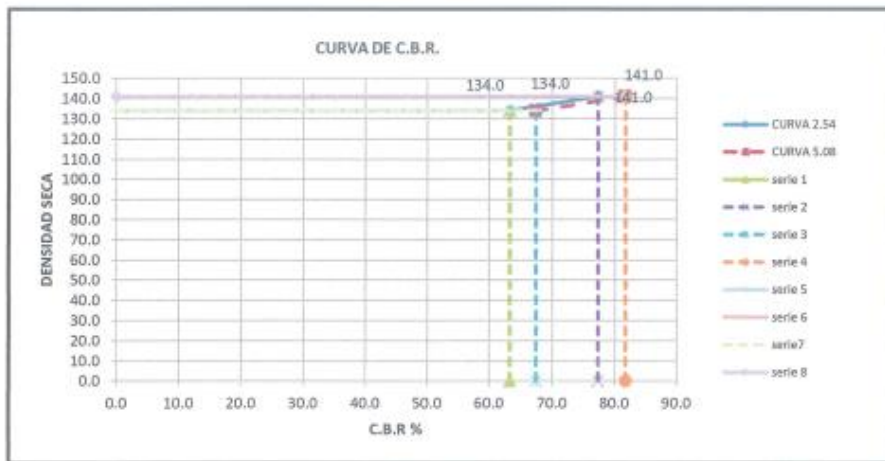
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1298-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yessi.flora.chalcoaucapure@gmail.com; waldytecsinmaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

Pág. 6 de 8

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS ; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.



INGENIEROS PERUOS CENTAURO INGENIEROS S.A.S.  
**JEFES DE LABORATORIO**  
*[Signature]*  
Ing. Victor Peñas Dueñas  
INGENIERO CIVIL  
CIP 71488

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DFL, DPHS



- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1298-2022-AS

PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECI NINAYA

ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE

CONTACTO DEL PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldyteciniinaya@gmail.com

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMANDO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO\*

UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO

FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022

FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

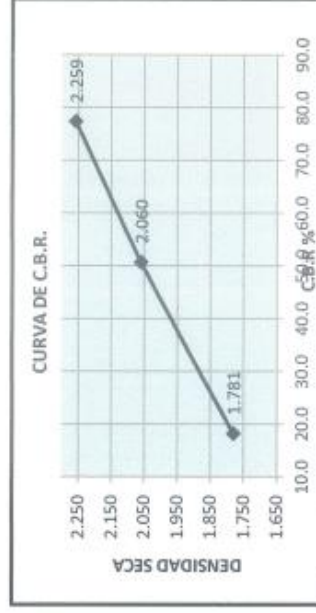
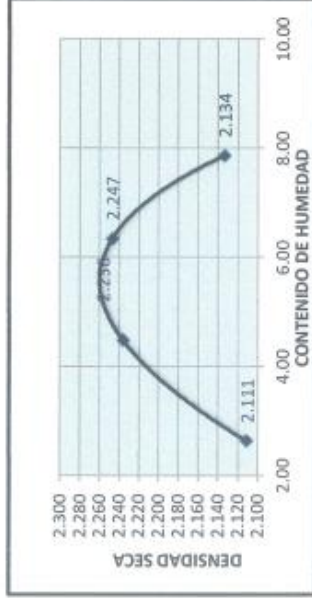
UBICACIÓN : CAMTERA ; "CALLIPATA", COORDENADAS: E - 219072.3721 N - 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS ; COORDENADAS: E - 221213.8921 N - 8530105.014

UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANHOSA

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132

Pág. 7 de 8

CAUGATA : L-1 Y AD-1 (2%)



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

**JOSÉ DE LA CRUZ**  
 INGENIERO EN SUELOS  
 INGENIERO EN PAVIMENTOS  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 CIP: 70888

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros.com/](https://www.facebook.com/centauroringenieros.com/) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875980 - 964483588 - 964968015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS BPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1298-2022-A5  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com, waldytecsininaya4@gmail.com  
 PROYECTO : \*MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO -CUSCO  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR  
 MTC E 132

Pág. 8 de 8

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE HABAS : CALICATA : L-1 Y AD-1 (2%)  
 COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	2.259 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo Contenido de Humedad	5.50 %

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	Penetración (pulg.)	% M. D. S.	CBR % - (2.54 mm - 0.1")	CBR % - (5.08 mm - 0.2")
3	55.00	77.3	2.259	0.10	100.00	77.3	81.8
2	26.00	50.7	2.060	0.10	95.00	63.3	67.4
1	12.00	18.2	1.781				

	ESPECIMEN N° 3	ESPECIMEN N°2	ESPECIMEN N°1
Energía de compactación (kg <sup>2</sup> cm/cm <sup>3</sup> )	27.7	12.2	6.1
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.26	2.06	1.78
Masa de sobrecarga (kg)	4.53	4.53	4.53
Embebido en agua (días)	4	4	4

EXPANSION

HORAS	55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %
00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96:00:00	0.063	0.050	0.113	0.089	0.209	0.165

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS S.A.S.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Víctor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 70489

# ANEXO 4.3: Ensayo De La Muestra Patrón Con Adición De Ceniza De Tallo De Arvejas.

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



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO LE-141



### Informe de ensayo con valor oficial

Registro N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

#### INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° : 1087-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FIJAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : yeyiflorachalcocapure@gmail.com ; waldytecsinaya@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE MUESTREO : 23 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 08 DE ABRIL DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE ABRIL DEL 2022

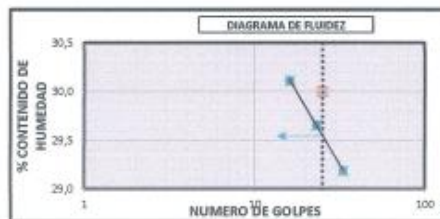
CÓDIGO DE TRABAJO : P-070-2022	CÓDIGO DE MUESTRA : L-1 Y AD-2 (4N)	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): SUPERFICIAL
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	PROCEDENCIA Y UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 218072.3721 N- 8527496.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS - COORDENADAS: E- 219339.6201 N - 8527479.203 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-04-2022	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-04-2022	CONDICIÓN DE MUESTRA: MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO, PESO APROX. 50 kg (L-1) Y CENIZA DE TALLOS DE ARVEJAS, EN UNA BOLSA COLOR AZUL, PESO APROX. 40 kg.
MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO		

#### MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.128 1999 [revisada el 2019] SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 [revisada el 2019] SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 [revisada el 2019] SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 [revisada el 2019] SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 1 DE 1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75,000	100,00
2"	50,000	100,00
1 1/2"	37,500	100,00
1"	25,000	69,83
3/4"	19,000	77,54
3/8"	9,500	51,13
Nº4	4,750	32,88
Nº10	2,000	22,09
Nº20	0,850	18,27
Nº40	0,425	16,15
Nº60	0,250	15,00
Nº100	0,150	13,67
Nº200	0,075	11,86



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ Nº40	83,15

FINO	ARENA	GRAVA
11,36%	19,53%	67,12%
100,00%		

LÍMITE LÍQUIDO	30
LÍMITE PLÁSTICO	19
ÍNDICE PLÁSTICO	11
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-2-E (S)
		TEPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	GRAVA Y ARENA LIGERA O ARCILLOSA
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBGRANTE	EXCELENTE A BUENA

#### ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

Temperatura Ambiente : 18,8°C  
 Humedad relativa : 42%  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelo 9 y Concreto  
 Dirección del Laboratorio : Av. Mariano Castella N° 3999 - El Tambo - Arequipa (Sede II)

#### MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

LOS RESULTADOS DE ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y/O LABORATORIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SACIENDO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ. LOS CUADROS FUERON PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

H.C.-AS-016 REV.00 FECHA: 2022/02/17

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSCICA ANDÍA ARIAS

INGENIEROS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.S. 0488

Fin de página.





Informe de ensayo con valor oficial

Registro IN.L.E. 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° : 1087-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AJICAPURE ; WALDY TECSE NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : yeyiflorachalcoajicapura@gmail.com ; waldytecseninaya4@gmail.com  
 PROYECTO : \*MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMACO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO\*  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE MUESTREO : 23 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 08 DE ABRIL DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE ABRIL DEL 2022

CÓDIGO DE TRABAJO : P-076-2022	CÓDIGO DE MUESTRA : L-1 Y AD-2 (4%)	PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): SUPERFICIAL
TIPO DE MATERIAL: SUELO	CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA	PROCEDENCIA Y UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3725 N- 8527646.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS : COORDENADAS: E- 219339.6205 N - 8527479.203 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-04-2022	FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 13-04-2022	CONDICIÓN DE MUESTRA: MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO, PESO APROX. 50 kg (8-1) Y CENIZA DE TALLOS DE ARVEJAS, EN UNA BOLSA COLOR AZUL, PESO APROX. 40 kg.
MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO		

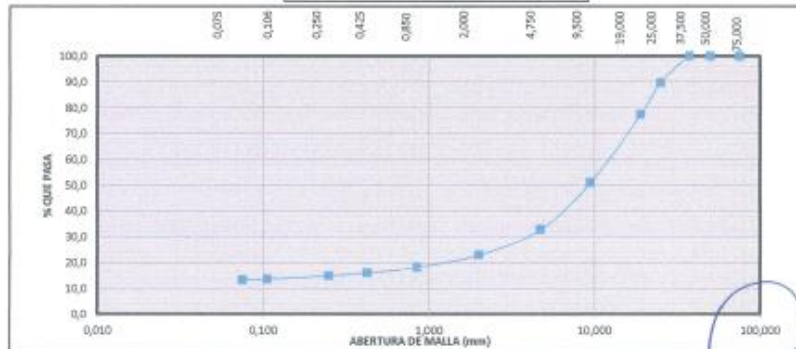
MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 338.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 338.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 338.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 338.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

Página 1 de 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	IG %	23,46
	GF %	44,65
% ARENA	AG %	9,79
	AM %	6,94
	AF %	2,79
% FINO		13,36
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		37,5
Forma del suelo grueso		Angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0,00
Coeficiente de Curvatura		-
Coeficiente de Uniformidad		-

CURVA GRANULOMÉTRICA



FINO	13,36%	ARENA	19,37%	GRAVA	67,12%
------	--------	-------	--------	-------	--------

REPUBLICA PERUANA DE INGENIEROS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Duenas  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 70449

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

LOS RESULTADOS DE ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO EN EL LABORATORIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO EN LA REPRODUCCIÓN INTERNA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LOS PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ. LOS CUADROS FUERON PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INC-AS-038 REV.00 FECHA: 2022/02/17

IMPRESO AUTORIZADO POR ING. YVESI FLORA CHALCO AJICAPURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

IMPORTE DE ENSAYO

Página de 1

EXPEDIENTE N°	: 1281-2022-AS	FECHA DE MUESTREO	: 23/03/2022
PETICIONARIO	: YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TOSCI NIWAYA	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 21/04/2022
ATENCIÓN	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE	FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO	: 21/04/2022
CONTACTO DEL PETICIONARIO	: yeyfo@cesarvallejouni.edu.pe; waldytosci@yepi@gmail.com	PROFUNDIDAD DE MUESTRA	: SUPERFICIAL
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFERRADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"		
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO		
FECHA DE RECEPCIÓN	: 08 DE MARZO DEL 2022		
FECHA DE EMISIÓN	: 18 DE MAYO DEL 2022		
DATOS DE LA MUESTRA			
CÓDIGO DE TRABAJO	: P-070-2022 CALSCATA L:1 Y AD:1 (1%)		
PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA	: CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 213072.3721 N- 8527448.214. UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO-CENIZA DE ARVEJAS - COORDENADAS: E- 231213.8923 N- 8530105.914 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDIYANOSA.		
CONDICIÓN DE MUESTRA	: MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO, PESO APROX. 50 kg (L-1) Y CENIZA DE TALLOS DE ARVEJAS, EN UNA BOLSA COLOR AZUL, PESO APROX. 40 kg.		
MUESTRA PROPORCIONADA	: PETICIONARIO		

NTP 339.141: 1999 (Revisada el 2019): Método de Ensayo para la Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 KN-m/ m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))

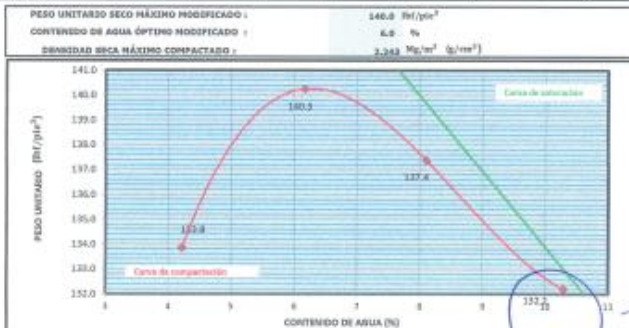
MÉTODO

C

Procedimiento utilizado	: C	Clasificación de material	: OC - GRUVA ARCILLOSA CON ARENA					
Método de preparación	: SECO	Método para hallar la gravedad específica	: Datos de otra muestra de la misma clasificación	: Gravedad Específica				
Descripción del pliego	: MARIAL	Corrección de absorción (%)	: 0.0	: Sobre tasa (%)				
Nro de copias	: 0.03	Altura de caída del pliego (cm):	: 45.72	Masa del agua (kg):	: 4.54	Volumen del molde (m <sup>3</sup> ):	: 2.950	
Energía de Compactación modificada	: 27.8	Número de golpes/capas	: 55.00					
Masa del suelo húmedo + molde	: 7407.00		: 7704.00		: 3771.00		: 7979.00	
Masa del molde	: 2761.00		: 2761.00		: 2761.00		: 2761.00	
Masa del suelo húmedo compactado	: 4708		: 4923		: 5010		: 4910	
Densidad húmeda	: 2.235		: 2.305		: 2.379		: 2.338	
Recipiente N°	: 6-19	6-3	6-2	6-5	6-7	6-8	6-05	6-03
Masa del suelo húmedo + tara	: 899.00	1107.00	704.32	756.40	1164.77	1106.79	1031.48	1292.83
Masa del suelo seco + tara	: 668.00	1066.00	676.00	717.90	882.00	1109.80	948.00	1187.00
Masa del recipiente	: 62.49	64.01	106.19	87.34	83.73	146.70	146.43	245.85
Masa del agua	: 33.66	41.00	34.32	38.00	72.77	77.79	83.45	104.83
Masa del suelo seco	: 773.31	951.99	563.05	624.20	608.27	658.21	801.87	1041.15
Contenido de agua	: 4.27	4.18	6.00	6.25	8.10	8.11	10.41	10.16
Procedo de contenido de agua	: 4.22		: 6.17		: 8.11		: 10.29	
Densidad seca del espécimen compactado	: 2.144		: 2.247		: 2.320		: 2.317	
Peso Unitario seco	: 132.8		: 149.3		: 137.4		: 130.2	
Contenido de agua adicionada	: 4		: 8		: 8		: 10	

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA POR EL MÉTODO:		
YANGZ	PARTICULAR RETENCIÓN	PARA (%)
3"	0.05	100.00
2"	0.05	100.00
3/4"	18.76	81.24
3/8"	27.74	53.50
Nº4	33.85	38.66
<Nº4	38.65	0.00

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 2
--------------------------	-----



INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor P. LUCAS  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP 10488

MODIFICACIONES, DEVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

TEMPERATURA AMBIENTE : 17.9 °C  
 HUMEDAD RELATIVA : 41%  
 AREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. PARADISE, CASTILLA Nº 3948 - EL TAYBO - HUANCABAMBA (2026 0)

MÉTODOS E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO:  
 LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y/O LABORATORIO  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS ÚNICOS QUE SE USARON PARA EL CÁLCULO DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER UTILIZADO COMO UN DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN PARA LABORATORIOS, NI VO QUE LA RESPONSABILIDAD DE LOS RESULTADOS  
 CORRESPONDE A LOS INGENIEROS REALIZADORES SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 MC-AS-031 REV.03 FECHA: 2022/02/16  
 INFORME AUTORIZADO POR: JIMMY BARRERA ANDA ARRAZ

Página de 1

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DFL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1282-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsinmaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEDORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 08 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO** : P-070-2022 **CALICATA** : L-1 Y AD-2 (4%)

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.

**CBR - MTC E 132**

Pág. 1 de 8

**ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO**

Contenido de agua	%	4.225	6.166	8.105	10.288
Peso volumetrico seco	g/cm <sup>3</sup>	2.144	2.247	2.201	2.117

**ETAPA DE COMPACTACIÓN**

IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE NÚMERO DE CAPAS GOLPES POR CAPA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
	5.00 12.00	5.00 26.00	5.00 55.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	7438	7742	8448	8800	9613	9987
Masa del molde	3334.3	3334.3	3620.3	3620.3	4106.1	4106.1
Masa del suelo humedo	4103.4	4407.9	4827.2	5179.3	5506.5	5880.9
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.772	1.903	2.084	2.236	2.378	2.539
% de humedad	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad seca	1.671	1.796	1.966	2.110	2.283	2.396
Tara N°	L-15	P-28	S-15	TM-14	TH-45	E-14
Tara + suelo humedo	617.86	1254.91	644.72	1090.48	747.12	878.72
Tara + suelo seco	590.03	1126.23	615.80	985.39	714.56	787.16
Masa del agua	27.83	128.68	28.92	105.09	32.56	91.56
Masa de la tara	89.45	116.70	89.58	89.75	92.47	90.00
Masa del suelo seco	500.58	1009.53	526.22	895.64	622.09	697.16
% de humedad	5.56	12.75	5.50	11.73	5.23	13.13

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : % 71.61  
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : % 60.12  
 MDS : g/cm<sup>3</sup> 140.00  
 OCH : % CH 6.00

**MUESTRO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.**

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

INGENIEROS GENERALES EDUARDO ARRIENES SAC  
**JEE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Pena Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70980

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DFL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS NSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1282-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsminaya4@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 08 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS ; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.

ESPECIMEN I (12)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.610	137.21	45.74
1.065	239.50	79.83
1.544	347.16	115.72
1.871	421.05	140.35
2.367	532.38	177.39
2.871	645.47	215.16
3.661	821.37	274.48
4.634	1,041.79	347.26
5.445	1,224.04	408.01
6.028	1,355.01	451.67

C.H.	DENS. SECA
4.22	2.144
6.17	2.247
8.11	2.201
10.29	2.117



ESPECIMEN II (26)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
1.978	444.57	148.19
3.275	736.33	245.44
4.612	1,036.68	345.56
5.872	1,325.09	435.70
6.769	1,521.57	507.19
7.892	1,774.07	591.36
9.668	2,173.30	724.43
11.811	2,655.15	885.05
13.010	2,924.70	974.90
13.708	3,081.49	1,027.16

Nº GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
12.00	14.0	18.3	1.671
26.00	42.5	48.3	1.966
55.00	71.6	76.2	2.243



MDS	140.0	2,243
95%MDS	133.0	2,130

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	71.6	76.22
CBR AL 95%	60.1	65.14

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

INGENIEROS GENERALES CENTRO AGRIEROS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
  
 Ing. Victor Peña Duenas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP-75465

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

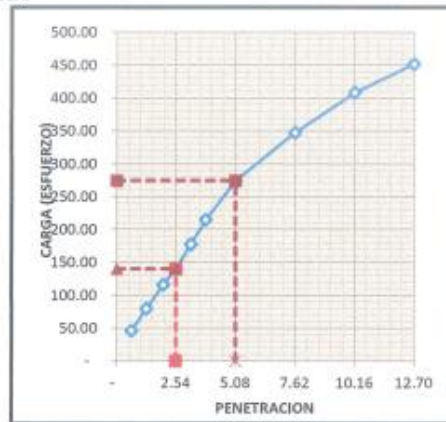
**EXPEDIENTE N°** : 1282-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsininyay4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 08 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

Pág. 3 de 8

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS : COORDENADAS: E- 221213.6921 N - 8530105.014  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.

**PENETRACION**

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
12 GOLPES	0.610	137.2	3.00	45.74	0.63
	1.065	239.5	3.00	79.83	1.27
	1.544	347.2	3.00	115.72	1.99
	1.875	421.1	3.00	140.35	2.54
	2.367	532.2	3.00	177.39	3.17
	2.871	645.5	3.00	215.16	3.81
	3.668	823.8	3.00	274.48	4.65
	4.634	1041.8	3.00	347.26	5.62
	5.445	1224.0	3.00	408.01	6.51
	6.028	1355.0	3.00	451.67	7.20



**PENETRACION**

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
26 GOLPES	1.978	444.6	3.00	148.19	0.63
	3.275	736.3	3.00	245.44	1.27
	4.612	1036.7	3.00	345.56	1.99
	5.977	1339.1	3.00	448.36	2.54
	6.769	1521.6	3.00	507.19	3.17
	7.892	1774.1	3.00	591.36	3.81
	9.068	2175.3	3.00	724.43	4.65
	11.811	2655.2	3.00	885.05	5.62
	13.010	2924.7	3.00	974.90	6.51
	13.708	3081.5	3.00	1,027.16	7.20



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

MAISONES GENERALES DE CONCRETO Y CEMENTOS S.A.S.  
**JEFES DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1282-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCION** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsininaya4@gmail.com

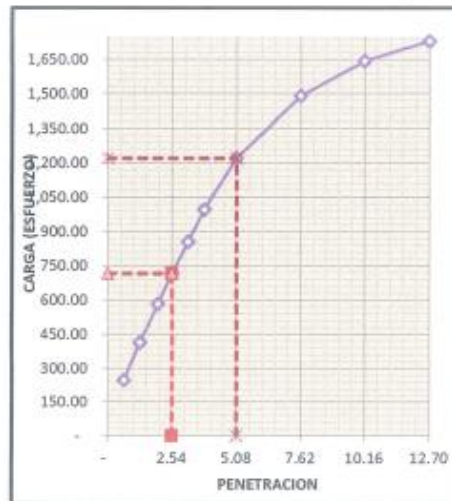
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"

**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 08 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.

KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
3.329	748.4	3.00	249.48	0.63
5.514	1239.6	3.00	413.20	1.27
7.764	1745.3	3.00	581.75	1.99
9.556	2148.3	3.00	716.10	2.94
11.395	2561.6	3.00	853.86	3.17
13.286	2986.6	3.00	995.55	3.81
16.276	3658.8	3.00	1,219.58	5.08
19.884	4470.0	3.00	1,489.99	7.62
21.903	4923.7	3.00	1,641.25	10.16
23.077	5187.7	3.00	1,729.23	12.70



INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 20489

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



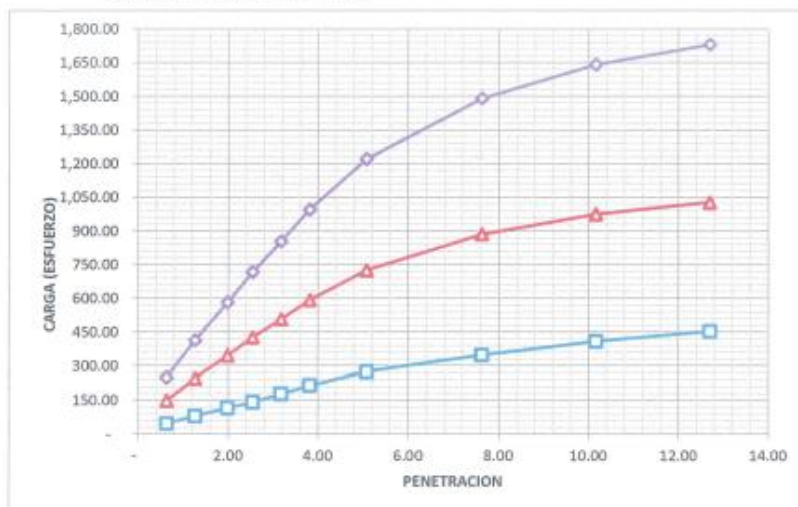
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1282-2022-A5  
PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
CONTACTO DE PETICIONARIAS : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsininaya4@gmail.com  
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 08 DE MARZO DEL 2022  
FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

Pág. 5 de 8

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

INGENIEROS GENERALES DE TRÁFICO Y VEHICULOS S.A.S.  
JEFE DE LABORATORIO  
Ing. Victor Peña Lueñas  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 70468

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



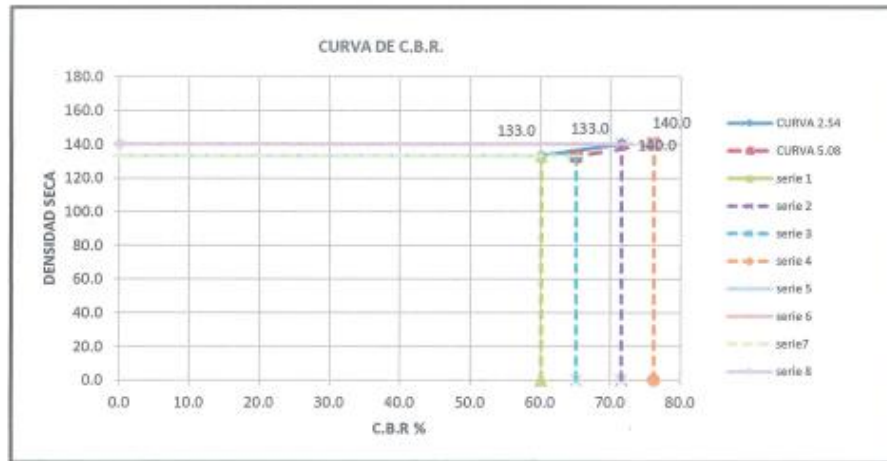
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1282-2022-A5  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECST NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yestforachaicoaucapure@gmail.com; waldytecsninaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 08 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

Pág. 6 de 8

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.



**JEFES DE LABORATORIO**  
Ing. Victor Peña Duenas  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 70489



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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENAYOS GEOTÉCNICO
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSO-INDECOPI

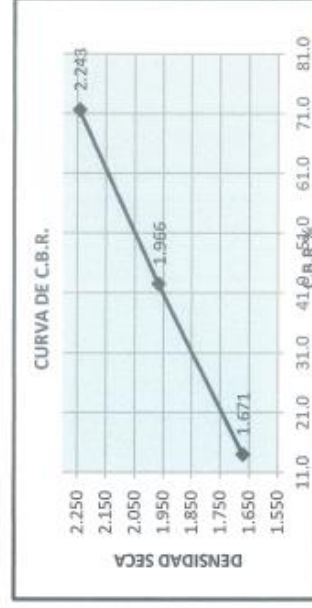
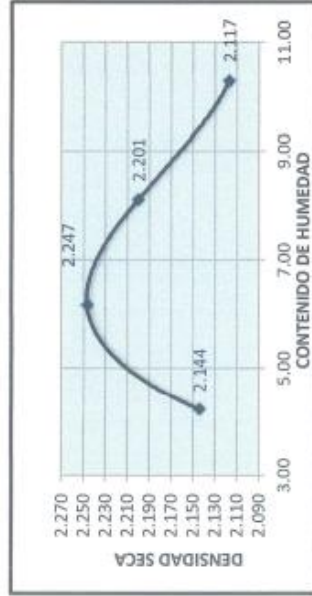
**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : 1282-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE - WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE  
**CONTACTO DEL PETICIONARIO** : yeflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsininyay@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 08 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132**

**DATOS DE LA MUESTRA**

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA.



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
**JESSE DE LA ROSA TORO**  
 Ing. Victor Ferrera  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
 CIP 70469

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1282-2022-A5  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : yeyflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsinmaya4@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 08 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR  
 MTC E 132

Pág. 8 de 8

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA Y ADITIVO CENIZA DE ARVEJAS  
 : COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: CALICATA : L-1 Y AD-2 (4%)  
 COMUNIDAD IDMANOSA.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	2.243 g/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	6.00 %

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR % - (2.54 mm - 0.1")	CBR % - (5.08 mm - 0.2")
3	55.00	71.6	2.243	0.10	100.00	71.6	76.2
2	26.00	42.5	1.966	0.10	95.00	60.1	65.1
1	12.00	14.0	1.671				

	ESPECIMEN N° 3	ESPECIMEN N°2	ESPECIMEN N°1
Energía de compactación (kg <sup>4</sup> cm/cm <sup>3</sup> )	27.7	12.2	6.1
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.24	1.97	1.67
Masa de sobrecarga (kg)	4.53	4.53	4.53
Embebido en agua (días)	4	4	4

EXPANSION

HORAS	55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %
00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96:00:00	0.055	0.043	0.099	0.078	0.168	0.132

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 JEFE DEL LABORATORIO  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 70169

# ANEXO 4.4: Ensayo De La Muestra Patrón Con Adición De Ceniza De Tallo De Habas y Ceniza De Tallo de Arvejas.

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



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO LE-141



### Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

#### INFORME DE ENSAYO

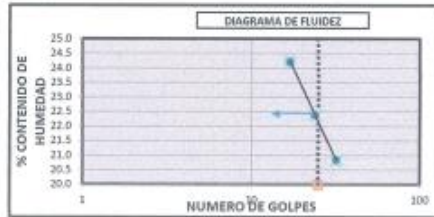
EXPEDIENTE N° : 1261-2022-AS  
 PETICIONARIO : BACH. YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; BACH. WALDY TECI NIWAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : ync@cesarvallejo.edu.pe / waldytecniwaya@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE MUESTREO : 01 DE ABRIL DEL 2022  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 12 DE MAYO DEL 2022

CÓDIGO DE TRABAJO : P-070-2022 CÓDIGO DE MUESTRA : 1-3 MÁS AD-1 Y AD2 (6%) PROFUNDIDAD DE CALICATA (m): SUPERFICIAL  
 TIPO DE MATERIAL: SUELO CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA PROCEDENCIA Y UBICACIÓN : "CALLIPATA", COMUNIDAD IDMANOSA  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 03-05-2022 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 04-05-2022 CONDICIÓN DE MUESTRA: ALTERADA - MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO.  
 MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO

MÉTODOS DE ENSAYO:  
 NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 1 DE 2

TAMIZ	ABERTURA [mm]	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	93.98
3/4"	18.000	81.71
3/8"	9.500	57.80
N°4	4.750	40.63
N°10	2.000	25.24
N°20	0.850	23.55
N°40	0.425	21.56
N°60	0.250	20.31
N°100	0.150	18.79
N°200	0.075	18.37



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40	78.44

FINO	ARENA	GRAVA
18.37%	22.46%	59.17%
100.00%		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	22
LÍMITE PLÁSTICO	0
ÍNDICE PLÁSTICO	34
* NO SE REMOVIÓ LENTIS DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-2-6 (4)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	GRAVA Y ARENA LIMOSA O ARCILLOSA
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	EXCELENTE A ARENA

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA  
 Temperatura Ambiente : 23,9 °C  
 Humedad relativa : 32%  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelo y Pavimentos - Suelos y Concreto  
 Dirección del Laboratorio : Av. Mariscal Castilla N° 3700 - El Tanco - Huancayo (Jalisco)

#### MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

LOS RESULTADOS DE ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y/O LABORATORIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-016 REV.00 FECHA: 2022/02/17  
 INFORME AUTORIZADO POR ING. JIMET VESSICA AMÉXICA AREAS

INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 20489

Fin de página.



Informe de ensayo con valor oficial

Resolución INACAL - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

Inicio de página

INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° : 1261-2022-AS  
 PETICIONARIO : BACH, YEYSI FLORA CIALCO AUCAPURE ; BACH, WALDY TECSI MIRAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FISIAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : yeyiflorchalcocapure@gmail.com / waldytecsimiraya@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE MUESTREO : 01 DE ABRIL DEL 2022  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 12 DE MAYO DEL 2022

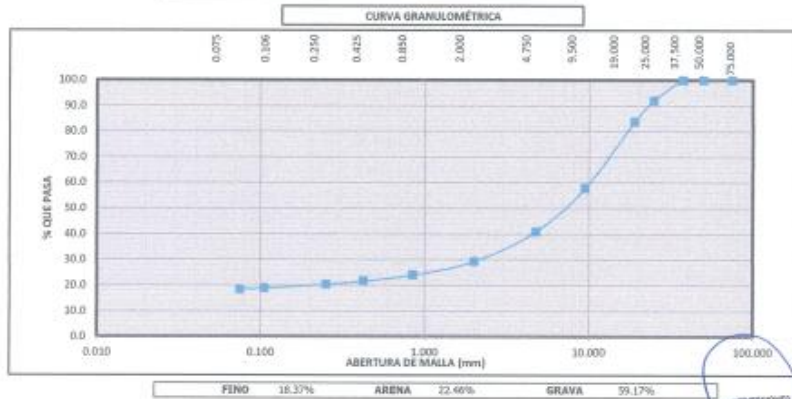
CÓDIGO DE TRABAJO : P-070-2022 CÓDIGO DE MUESTRA : L-1 MÁS AD-1 Y AD2 (6%) PROFUNDIDAD DE CALCATA (n): SUPERFICIAL  
 TIPO DE MATERIAL: SUELO CONDICIONES DE MUESTRA: ALTERADA PROCEDENCIA Y UBICACIÓN : "CALLIPATA", COMUNIDAD IDMANOSA  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 09-05-2022 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 04-05-2022 CONDICIÓN DE MUESTRA: ALTERADA - MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO.  
 MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO

MÉTODOS DE ENSAYO:

NTP 339.129.1399 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición  
 NTP 339.129.1399 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.134.1399 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición  
 NTP 139.135.1399 (revisada el 2019) SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición

PÁGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	16.29
	GF %	42.88
% ARENA	AG %	11.59
	AM %	7.68
% FINOS	AF %	3.19
		18.37
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		37.5
Forma del suelo grueso		Angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coeficiente de Curvatura		-
Coeficiente de Uniformidad		-



FINO	ARENA	GRAVA
18.37%	22.66%	59.17%

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA, FECHA DE MUESTREO, TIPO DE MUESTRA, TIPO DE ENSAYO, MÉTODOS DE ENSAYO, RESULTADOS DE ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO AJO LABORATORIO. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER REPRODUcido PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA DE SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TÁL Y COMO SE DETALLA EN LOS CUADROS QUE SON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AG-036 REV.00 FECHA: 2022/02/17

INFORME AUTORIZADO POR NOMBRE TÉCNICO AREA AREA

INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS S.A.S.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Víctor P. L. LUCAS  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70489

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

- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

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

**INFORME DE ENSAYO**

Página de 1

EXPEDIENTE N° : 1303-2023-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -PIJILAJA ATE  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : yeadfatachalcocapure@gmail.com; waldytecsininyaya@gmail.com  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO  
 UBICACIÓN DEL PROYECTO : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

**DATOS DE LA MUESTRA** página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO : P-070-2022 CALICATA : L-1 + AD-1 Y AD-2 (5%) FECHA DE MUESTREO : 23/03/2022

PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LA MUESTRA : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA ADITIVO DE CENIZA DE HABAS; COORDENADAS: E- 232123.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA ADITIVO DE CENIZA DE ARVEJAS; COORDENADAS: E- 219339.6201 N - 8527479.203 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA. FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 02/05/2022

CONDICIÓN DE MUESTRA : MUESTRA DE LASTRE EN 17 COSTALES DE COLOR BLANCO, PESO APROX. 30 KG, CODIFICADO COMO: P-070-2022/L-1 MAS ADICIÓN DE CENIZA DE TALLOS DE ARVEJAS, EN UNA BOLSA COLOR AZUL, PESO APROX. 40 KG, CODIFICADO COMO: P-070-2022/AD-2 Y ADICIÓN DE CENIZA DE TALLOS DE HABAS, EN UNA BOLSA COLOR AZUL, PESO APROX. 40 KG. FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 04/05/2022

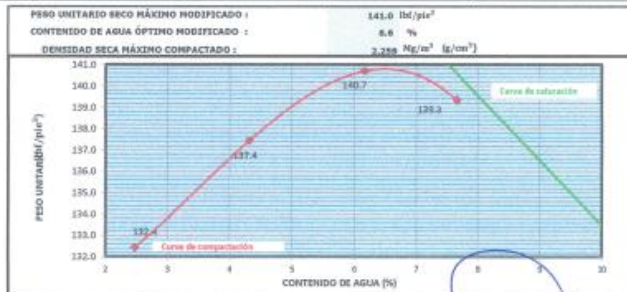
MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO PROFUNDEIDAD DE MUESTRA : SUPERFICIAL

**NIP 339.141: 1999 (Revisada el 2019): Método de Ensayo para la Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 KN-m/ m³(56 000 pie-lbf/ ft³))** **MÉTODO C**

Procedimiento utilizado	C	Clasificación de material	GC - GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	
Método de preparación	SECO	Método para hallar la Gravedad específica	Dato de otra muestra de la misma clasificación	Gravedad Específica
Descripción del plást	MANUAL	Corrección de sobredensación (%)	NO	Sobre termado (%)
				2.85
				18.76
Nro de capas	5.00	Altura de caída del plást (cm)	45.72	Masa del plást (kg)
				4.54
Energía de Compactación modificada	1 (kg-cm/m²)	27.6	Número de golpes/capas	56.00
				2,106
Masa del suelo húmedo + molde	(g)	7339.00		7800.00
		7339.00		7800.00
Masa del molde	(g)	2761.00		2761.00
		2761.00		2761.00
Masa del suelo húmedo compactado	(g)	4578		5039
		4578		5039
Densidad húmeda	(Mg/m³)	2.178		2.393
		2.178		2.403
Recipiente N°		S-23	L-18	L-12
		S-23	L-18	L-12
Masa del suelo húmedo + tara	(g)	1589.50	1824.50	856.00
		1589.50	1824.50	856.00
Masa del suelo seco + tara	(g)	1554.00	1782.00	823.28
		1554.00	1782.00	823.28
Masa del Recipiente	(g)	84.50	99.00	93.89
		84.50	99.00	93.89
Masa del agua	(g)	35.50	42.50	32.50
		35.50	42.50	32.50
Masa del suelo seco	(g)	1469.50	1693.00	732.91
		1469.50	1693.00	732.91
Contenido de agua	(%)	2.42	2.53	4.43
		2.42	2.53	4.43
Procedo de contenido de agua	(%)	2.47	4.32	6.16
		2.47	4.32	6.16
Densidad seca del espécimen compactado	(Mg/m³)	2.121	2.202	2.254
		2.121	2.202	2.254
Peso Unitario seco	(Kgf/m³)	132.4	137.4	140.7
		132.4	137.4	140.7
Contenido de agua adicionada	(%)	2	4	6
		2	4	6

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA POR EL MÉTODO:		
TAMÑO	FRACCION RETENIDA (%)	PARA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	18.76	81.24
3/8"	27.74	55.50
Nº4	22.85	36.65
<Nº4	30.65	0.00

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
	3



ACCIONES, OBSERVACIONES O EXCEPCIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

TEMPERATURA AMBIENTE : 17.6 °C  
 TEMPERATURA HÚMEDA : 38%  
 HUMEDAD RELATIVA : 38%  
 ANFA.GORGE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS LIG Y CONCRETO  
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. PARISICAL CASTILLA N° 2048 - EL TAMBÓ - HUACACHO (SEDE 2)

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y/O LABORATORIO. LOS DATOS REGISTRADOS SON EL RESULTADO DEL MUESTREO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE MUESTRA, FECHA DE MUESTREO. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEA REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA DE SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCCIÓN O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. 70489

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPMS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : XXX-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsininyaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO** : P-070-2022 **CALICATA** : L-1 + AD-1 Y AD-2 (6%)

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA ADITIVO DE CENIZA DE HABAS; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA ADITIVO DE CENIZA DE ARVEJAS; COORDENADAS: E- 219339.6201 N - 8527479.203 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA

**CBR - MTC E 132**

Pág. 1 de 8

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO						
Contenido de agua	%	2.471	4.322	6.163	7.663	
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	2.121	2.202	2.254	2.232	
ETAPA DE COMPACTACIÓN						
IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE		MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III		
NUMERO DE CAPAS		5.00	5.00	5.00		
GOLPES POR CAPA		12.00	26.00	55.00		
MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Masa del molde + suelo humedo	8791	9069	9467	9799	9876	10134
Masa del molde	3735.2	3735.2	4071.2	4071.2	4298.8	4298.8
Masa del suelo humedo	5056.2	5333.5	5395.6	5727.7	5577.2	5834.8
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	2.183	2.303	2.330	2.473	2.408	2.519
% de humedad	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60
Densidad seca	2.046	2.160	2.185	2.300	2.259	2.363
Tara N°	12.15	12.14	E-20	E-14	TM-70	L-62
Tara + suelo humedo	717.55	993.78	660.65	943.18	516.98	924.51
Tara + suelo seco	687.40	900.67	634.20	845.35	498.46	842.39
Masa del agua	30.15	93.11	26.45	97.83	18.53	82.12
Masa de la tara	85.62	96.83	87.19	59.46	90.72	90.72
Masa del suelo seco	601.78	803.84	547.00	785.89	407.74	751.67
% de humedad	5.01	11.58	4.84	12.45	4.54	10.93

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : 88.25 %  
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : 49.50 %  
 MDS : 141.00 g/cm<sup>3</sup>  
 OCH : 6.60 % CH

**MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.**

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE MUESTRA, FECHA DE MUESTREO.

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

INVERSIONES CENTRALES GERENCIO MODERNOS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70889

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : XXX-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; walbytecsininyaya4@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA ADITIVO DE CENIZA DE HABAS; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA ADITIVO DE CENIZA DE ARVEJAS; COORDENADAS: E- 219339.6201 N - 8527479.203 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA

ESPECIMEN I (12)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
1.261	283.43	94.48
1.921	431.86	143.95
2.705	608.19	202.73
3.248	730.20	243.40
3.991	897.12	299.04
4.712	1,059.22	353.07
5.080	1,143.38	384.11
7.665	1,723.10	574.37
8.725	1,951.30	653.77
9.316	2,094.32	698.11

ESPECIMEN II (26)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
3.362	755.81	251.84
5.123	1,151.62	383.87
7.215	1,621.83	540.61
8.682	1,947.19	644.05
10.165	2,285.09	761.70
11.684	2,626.61	875.54
13.800	3,117.03	1,029.90
17.224	3,871.86	1,290.62
18.602	4,181.63	1,393.88
19.266	4,330.94	1,443.65

ESPECIMEN III (55)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
4.648	1,044.95	348.32
7.083	1,592.18	530.73
9.975	2,242.28	747.43
11.778	2,642.64	882.55
14.054	3,159.27	1,053.09
16.154	3,631.44	1,210.48
18.983	4,252.32	1,407.32
24.087	5,414.82	1,804.94
25.718	5,781.34	1,927.11
26.636	5,987.78	1,995.93

C.H.	DENS. SECA
2.47	2.121
4.32	2.202
6.16	2.254
7.66	2.232



N° GOLPES	% CBR (0.1")	% CBR (0.2")	D.S.
12.00	24.3	30.3	2.048
26.00	64.9	71.9	2.185
55.00	88.3	93.6	2.259



MDS	141.0	2.259
95%MDS	134.0	2.146

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	88.3	93.60
CBR AL 95%	49.5	54.71

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**JBS DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 70489

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : XXX-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsinmaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

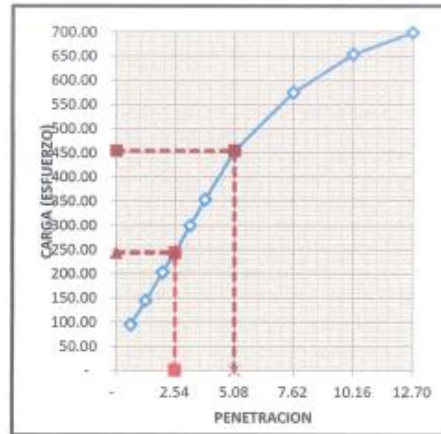
Pág. 3 de 8

**UBICACIÓN**

: CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA ADITIVO DE CENIZA DE HABAS; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA ADITIVO DE CENIZA DE ARVEJAS; COORDENADAS: E- 219339.6201 N - 8527479.203 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA

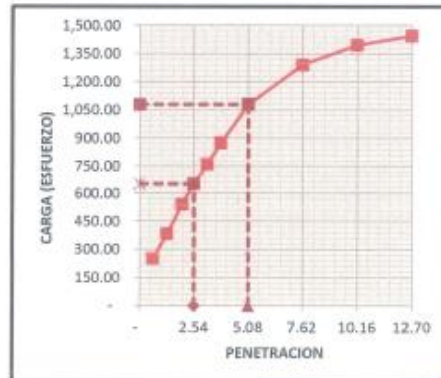
**PENETRACION**

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
12 GOLPES	1.261	283.4	3.00	94.48	0.53
	1.921	431.9	3.00	143.95	1.27
	2.705	608.2	3.00	202.73	1.99
	3.248	730.2	3.00	243.40	2.54
	3.991	897.1	3.00	299.04	3.17
	4.712	1059.2	3.00	353.07	3.81
	6.069	1382.4	3.00	460.80	4.98
	7.665	1723.1	3.00	574.37	7.62
	8.725	1961.3	3.00	653.77	10.16
	9.316	2094.3	3.00	698.11	12.70



**PENETRACION**

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
26 GOLPES	3.362	755.8	3.00	251.94	0.83
	5.123	1151.6	3.00	383.87	1.27
	7.215	1621.8	3.00	540.61	1.99
	8.662	1947.2	3.00	649.06	2.54
	10.165	2285.1	3.00	761.70	3.17
	11.684	2626.6	3.00	875.54	3.81
	14.400	3237.1	3.00	1,078.02	5.08
	17.224	3871.9	3.00	1,290.62	7.62
	18.602	4181.6	3.00	1,393.88	10.16
	19.255	4330.9	3.00	1,443.65	12.70



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

WUENENES ORIGINAL CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INDECOPI-041/2022  
 SIA-703489



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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



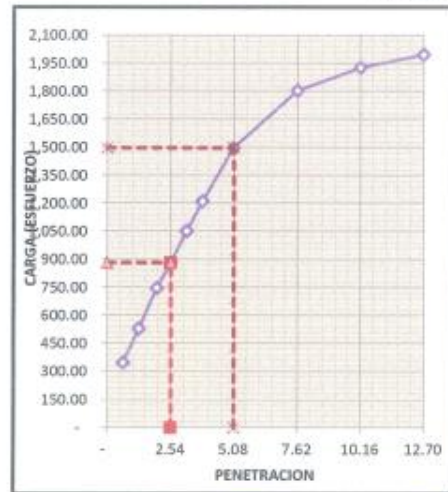
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPi con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPi

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : XXX-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesiforachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsininaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022  
**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA ADITIVO DE CENIZA DE HABAS; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA ADITIVO DE CENIZA DE ARVEJAS; COORDENADAS: E- 219339.6201 N - 8527479.203 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA

Pág. 4 de 8

KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG.
4.648	1045.0	3.00	346.32	0.63
7.083	1592.2	3.00	530.73	1.27
9.975	2242.3	3.00	747.43	1.99
11.778	2647.6	3.00	882.35	2.74
14.054	3159.3	3.00	1,053.09	3.17
16.154	3631.4	3.00	1,210.48	3.81
19.985	4492.6	3.00	1,497.52	4.58
24.087	5414.8	3.00	1,804.94	7.62
25.718	5781.3	3.00	1,927.11	10.16
26.636	5987.8	3.00	1,995.93	12.70



WENALDES OSORIO LUIS BUSTOS INGENIEROS S.A.C  
**Jefe de Laboratorio**  
 Ing. Victor Peña Duenas  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 70380

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

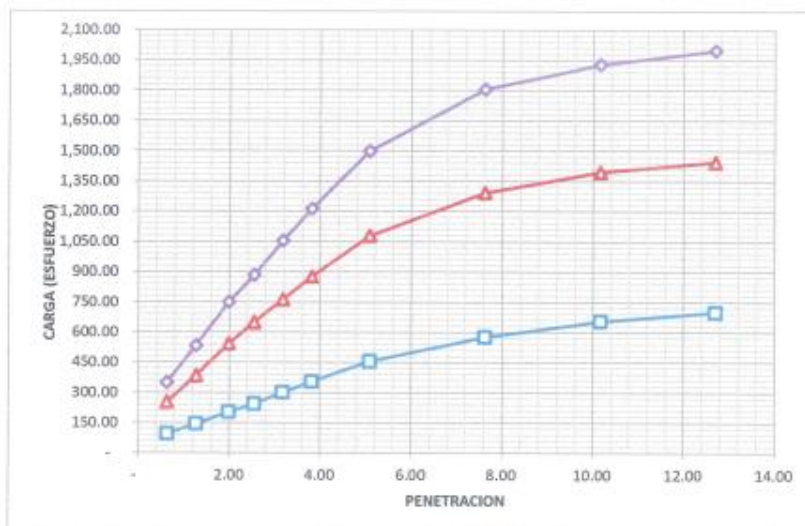
**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : XXX-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONAR** : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsininaya4@gmail.com  
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

Pág. 5 de 8

**UBICACIÓN**

: CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN:  
CALLIPATA ADITIVO DE CENIZA DE HABAS; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA ADITIVO DE CENIZA DE ARVEJAS; COORDENADAS: E-  
219339.6201 N - 8527479.203 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
JEFE DE LABORATORIO  
Ing. Victor Peña Duenas  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 70468

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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



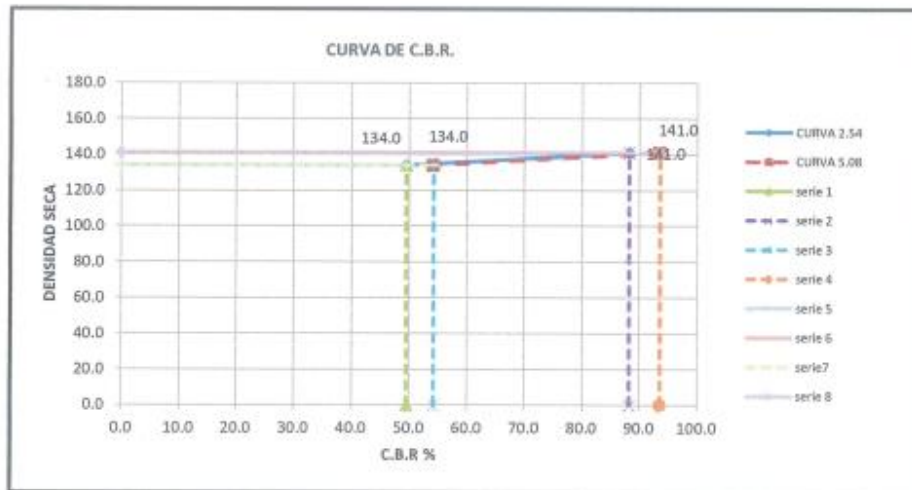
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**EXPEDIENTE N°** : XXX-2022-AS  
**PETICIONARIO** : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TECSI NINAYA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : yesiflorachalcoaucapura@gmail.com; waldytecsininaya4@gmail.com  
**PRÓYECTO** : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
**UBICACIÓN** : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 28 DE MARZO DEL 2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 16 DE MAYO DEL 2022

Pág. 6 de 8

**UBICACIÓN** : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA ADITIVO DE CENIZA DE HABAS; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA ADITIVO DE CENIZA DE ARVEJAS; COORDENADAS: E- 219339.6201 N - 8527479.203 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA



INGENIEROS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
Ing. Victor Peña Dueñas  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 70489



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

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, OPIS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : XXX-2022-AS  
 PETICIONARIO : YESY FLORA CHALCO AUCAPURE, WALDY TECSI NIRAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - HUALAITE  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytecsiniraya@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

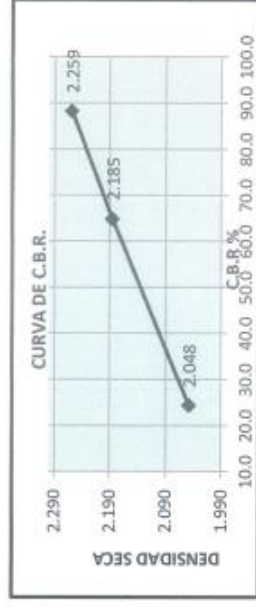
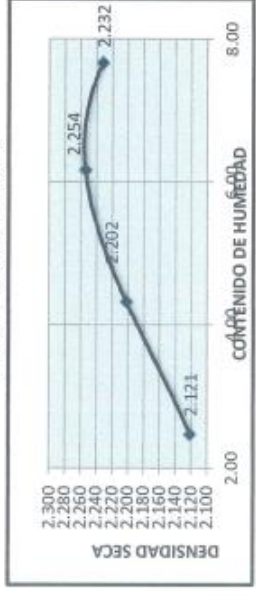
**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132**

**DATOS DE LA MUESTRA**

UBICACIÓN : CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214. UBICACIÓN: CALLIPATA ADITIVO DE CENIZA DE HABAS; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANMOSA ADITIVO DE CENIZA DE ARVEJAS; COORDENADAS: E- 219339.6201 N - 8527479.203  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA

**CALICATA**

: L-1 + AD-1 Y AD-2 (6%)



HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14  
 MUESTRO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD



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

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : XXX-2022-AS  
 PETICIONARIO : YEYSI FLORA CHALCO AUCAPURE ; WALDY TESIS NINAYA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -FILIAL ATE  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : yesiflorachalcoaucapure@gmail.com; waldytesisninaya4@gmail.com  
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE AFIRMADO USANDO CENIZAS DE TALLOS DE HABAS Y ARVEJAS EN PAUCARTAMBO - PAUCARTAMBO - CUSCO"  
 UBICACIÓN : PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO-CUSCO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 DE MARZO DEL 2022  
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE MAYO DEL 2022

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR  
 MTC E 132**

Pág. 8 de 8

**DATOS DE LA MUESTRA**

: CANTERA: "CALLIPATA", COORDENADAS: E- 219072.3721 N- 8527446.214, UBICACIÓN: CALLIPATA ADITIVO DE CENIZA DE HABAS; COORDENADAS: E- 221213.8921 N - 8530105.014  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD IDMANOSA ADITIVO DE CENIZA DE ARVEJAS; COORDENADAS: E- 219339.6201 N - 8527479.203  
 UBICACIÓN: COMUNIDAD CALLIPATA

**CALICATA** : L-1 + AD-1 Y AD-2 (6%)

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

Maxima Densidad Seca	2.259 g/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	6.60 %

**ENSAYO DE CBR**

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Penetración (pulg.)	% M. D. S.	CBR % - (2.54 mm - 0.1")	CBR % - (5.08 mm - 0.2")
3	55.00	88.3	2.259	0.10	100.00	88.3	93.6
2	26.00	64.9	2.185	0.10	95.00	49.5	54.2
1	12.00	24.3	2.048				

	ESPECIMEN N° 3	ESPECIMEN N°2	ESPECIMEN N°1
Energía de compactación (kg* cm/cm3)	27.7	12.2	6.1
Densidad seca (g/cm3)	2.26	2.19	2.05
Massa de sobrecarga (kg)	4.53	4.53	4.53
Embebido en agua (dias)	4	4	4

**EXPANSION**

HORAS	55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %	Lectura (mm.)	Expansión %
00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96:00:00	0.064	0.050	0.116	0.091	0.223	0.176

HC-AS-041 REV.04 FECHA: 2022/02/14

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

**JEFES DE LABORATORIO**  
 Ing. Victor Peña Duenas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 70368

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauro ingenieros  
 Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

## **ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO**

**FOTOGRAFÍA N°1:** Obtención de tallos de habas.



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°2:** Obtención de tallos de arvejas.



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°3:** Extracción de lastre de la cantera Callipata.



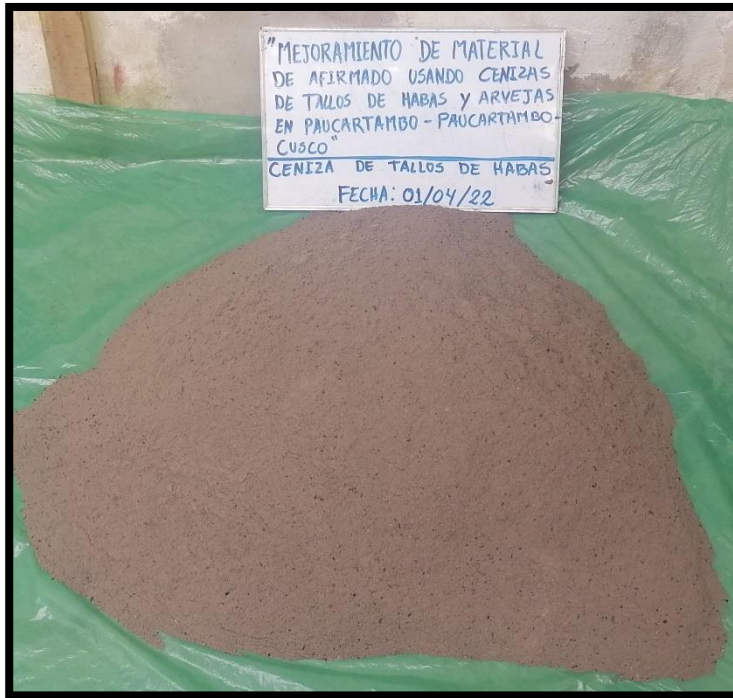
Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°4:** Incineración de los tallos de habas In situ.



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°5:** Cenizas de tallos de habas para sus respectivos ensayos



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°6:** Incineración de los tallos de arvejas industrialmente



Fuente: Elaboración propia.



**FOTOGRAFÍA N°7:** Cenizas de tallos de arvejas para sus respectivos ensayos



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°8:** Análisis granulométrico en muestra patrón – M1



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°9: Análisis granulométrico en muestra patrón – M2**



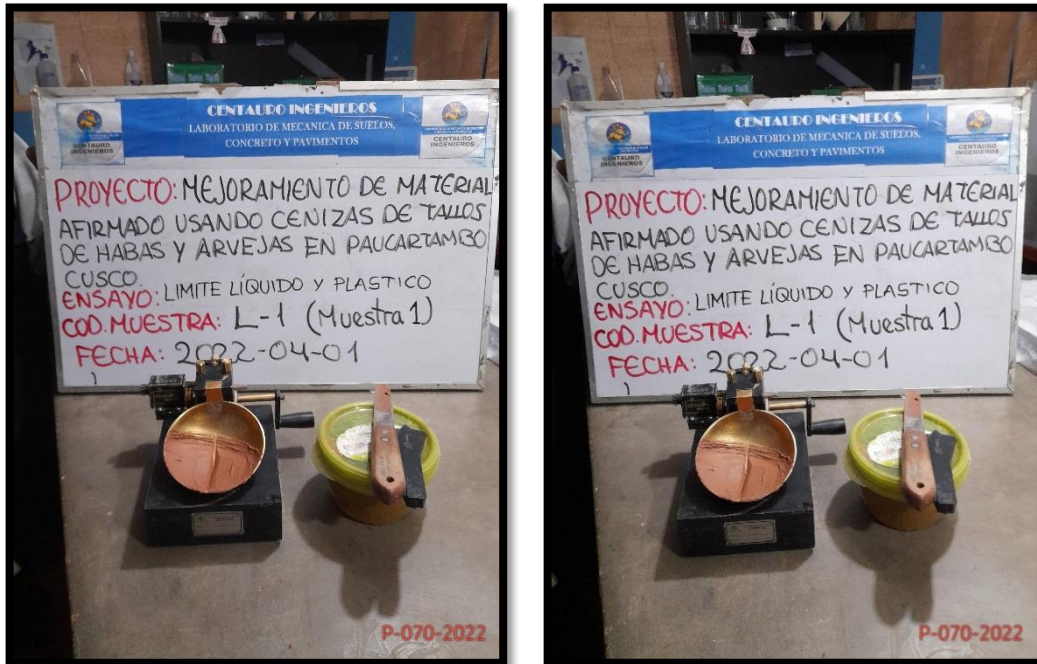
Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°10: Análisis granulométrico en muestra patrón- M3**



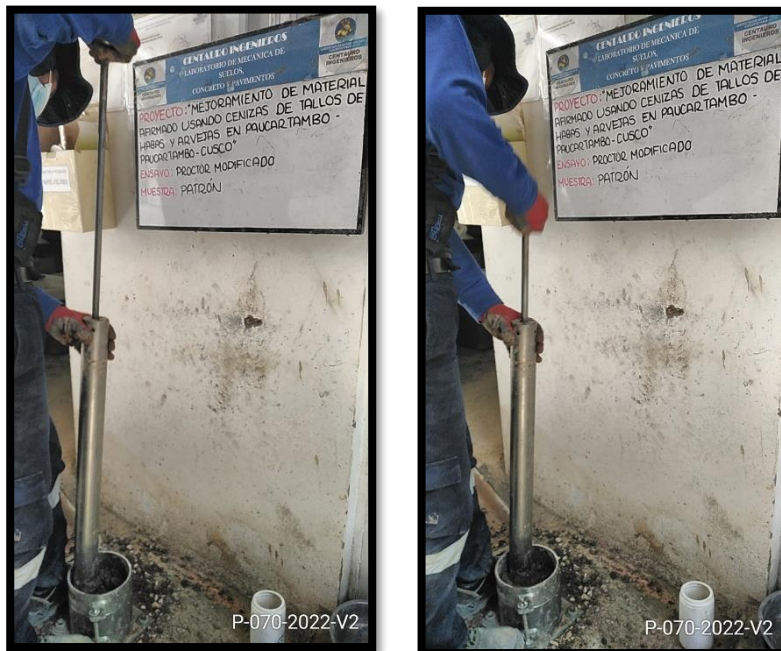
Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°11: Determinación de límite líquido y límite plástico en muestra patrón – M1**



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°12: Proctor modificado en muestra patrón**



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°13:** Proctor modificado adicionando 2% de ceniza de tallo de habas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°14:** Proctor modificado adicionando 2% de ceniza de tallo de arvejas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°15:** Proctor modificado adicionando 4% de ceniza de tallo de habas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°16:** Proctor modificado adicionando 4% de ceniza de tallo de arvejas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°17:** Proctor modificado adicionando 6% de ceniza de tallo de habas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°18:** Ensayo de CBR adicionando 2% de ceniza de tallo de habas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°19:** Ensayo de CBR adicionando 2% de ceniza de tallo de arvejas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°20:** Ensayo de CBR adicionando 2% de ceniza de tallo de habas y arvejas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°21:** Ensayo de CBR adicionando 4% de ceniza de tallo de habas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°22:** Ensayo de CBR adicionando 4% de ceniza de tallo de arvejas



Fuente: Elaboración propia.



**FOTOGRAFÍA N°23:** Ensayo de CBR adicionando 4% de ceniza de tallo de habas y arvejas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°24:** Ensayo de CBR adicionando 6% de ceniza de tallo de habas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°25:** Ensayo de CBR adicionando 6% de ceniza de tallo de arvejas



Fuente: Elaboración propia.

**FOTOGRAFÍA N°26:** Ensayo de CBR adicionando 6% de ceniza de tallo de habas y arvejas



Fuente: Elaboración propia.