



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las
propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash -
2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Saavedra Salcedo, Jimmy Paul (orcid.org/0000-0002-9796-4978)

ASESORA:

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia (orcid.org/0000-0003-2497-294X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres por sus ánimos y apoyo desmerecido en mis planes propuestos en todo momento, ha sido un largo camino en mi formación profesional con altos y bajos, pero siempre con la convicción de seguir adelante por las metas propuestas.

Agradecimiento

Agradezco a todas las personas que me han acompañado durante mi etapa de estudiante mis padres, amigos, profesores y familiares, gracias a todos por su apoyo brindado durante mi formación académica brindándome los conocimientos y consejos necesarios para mi desarrollo personal y profesional.

Índice de contenidos

| | |
|---|------|
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 17 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 17 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 18 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 18 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 20 |
| 3.5. Procedimientos..... | 22 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 23 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 22 |
| IV. RESULTADOS..... | 25 |
| 4.1. Descripción de la zona de estudio..... | 25 |
| V. DISCUSION..... | 25 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 25 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 25 |
| REFERENCIAS..... | 28 |
| ANEXOS..... | 35 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Propiedades de la cal viva | 13 |
| Tabla 2. Porcentaje de absorción máxima | 14 |
| Tabla 3. Espesor nominal y resistencia a la compresión | 16 |
| Tabla 4. Muestras para ensayo de absorción | 19 |
| Tabla 5. Muestras para ensayo de Alabeo..... | 19 |
| Tabla 6. Muestras para ensayo de resistencia a la compresión | 19 |
| Tabla 7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 21 |
| Tabla 8. Escala de coeficiente Kappa | 21 |
| Tabla 9. Obtención peso específico ceniza de leña de eucalipto..... | 27 |
| Tabla 10. Obtención peso específico de la cal..... | 28 |
| Tabla 11. Resultados de ensayos de porcentaje de absorción..... | 29 |
| Tabla 12. Variación porcentual de porcentaje de absorción de muestras..... | 30 |
| Tabla 13. Resultados de ensayos de alabeo..... | 31 |
| Tabla 14. Variación porcentual de porcentaje de absorción de muestras..... | 32 |
| Tabla 15. Resultados de ensayos de resistencia a la compresión..... | 33 |
| Tabla 16. Variación porcentual de resistencia a la compresión..... | 34 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Distorsiones de superficie..... | 15 |
| Figura 2. Mapa político del Perú..... | 25 |
| Figura 3. Mapa político del Departamento de Ancash..... | 25 |
| Figura 4. Mapa de la provincia de Antonio Raimondi..... | 26 |
| Figura 5. Mapa del distrito de Mirgas..... | 26 |
| Figura 6. Recolección de ceniza y tamiz..... | 27 |
| Figura 7. Compra de cal y horno artesanal..... | 28 |
| Figura 8. Grupos de control para ensayo de absorción y muestras en saturación | 29 |
| Figura 9. Valores de porcentaje de absorción en cada grupo de control..... | 30 |
| Figura 10. Ensayo de alabeo en cada grupo de control..... | 31 |
| Figura 11. Valores de alabeo en cada grupo de control..... | 32 |
| Figura 12. Elaboración de grupos de control y curado de adoquín peatonal..... | 33 |
| Figura 13. Ensayo de rotura de adoquín peatonal grupos de control..... | 33 |
| Figura 14. Ensayos de rotura de adoquín peatonal 7, 14 y 28 días..... | 34 |
| Figura 15. Valores de resistencia a la compresión en cada grupo de control..... | 35 |

Resumen

En la actualidad debido al crecimiento demográfico en las capitales y pueblos del interior del país, la necesidad de pavimentación de vías de comunicación y calles ha aumentado en gran medida y mas aun en el interior del país donde muchas calles en pueblos pequeños son de material rudimentario. El objetivo de este estudio es evaluar las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal. Se lleva a cabo una metodología que inicio con la revisión de antecedentes, normativas y recopilación de material, luego del cual se diseñó la muestra patrón que debe cumplir la resistencia mínima de 320 kg/cm² indicada en la normativa peruana. Se uso 5 grupos de control donde se reemplazó el cemento con diversos valores de dosificación de ceniza de leña de eucalipto y cal, luego del diseño resulto 75 muestras de adoquín peatonal para las pruebas de laboratorio donde se ejecutó los ensayos de absorción, alabeo y resistencia a la compresión. De los resultados encontrados la absorción máxima aumenta paulatinamente según la dosificación de ceniza de leña de eucalipto y cal en las muestras. Para el caso del alabeo los valores máximos se mantuvieron en 1mm para los grupos de control y vario a 2 mm para la muestra de “8%ceniza + 5%cal”. Para resistencia a la compresión se observo una mejora de 1.26% para las muestras que solo contenía ceniza en 8%, mientras para las muestras con adición de cal esta disminuyó.

Palabras clave: ceniza de leña de eucalipto, cal, adoquín peatonal.

Abstract

At present, due to demographic growth in the capitals and towns in the interior of the country, the need for paving roads and streets has increased to a great extent and even more in the interior of the country where many streets in small towns are made of rudimentary material. . The objective of this study is to evaluate the physical-mechanical properties of pedestrian paving stones with the addition of eucalyptus firewood ash and lime. A methodology is carried out that begins with the review of background, regulations and material compilation, after which the standard sample that must meet the minimum resistance of 320 kg/cm² indicated in Peruvian regulations was designed. 5 control groups were used where the cement was replaced with different dosage values of eucalyptus and lime ash, after the design 75 samples of pedestrian paving stones were obtained for the laboratory tests where the absorption, warpage and resistance tests were carried out. to compression. From the results found, the maximum absorption increases gradually according to the dosage of eucalyptus wood ash and lime in the samples. In the case of warping, the maximum values remained at 1mm for the control groups and varied to 2mm for the sample of "8% ash + 5% lime". For compressive strength, an improvement of 1.26% was observed for the samples that only contained 8% ash, while for the samples with the addition of lime this decreased.

Keywords: eucalyptus wood ash, lime, pedestrian paving stone.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico de los países alrededor de mundo ha ido en aumento acelerado llevando consigo el crecimiento de las ciudades, las poblaciones de la misma y las necesidades de vías de comunicación, en el caso de latino américa no ha sido diferente como indica Bocarejo (2020, p. 4), El crecimiento urbano en latino américa en los últimos 40 años ha sido considerable, en 1980 el 62% de la población vivía en ciudades y el 2019 casi el 85%, además las principales capitales duplicaron su población en este periodo. Este crecimiento también conlleva una necesidad de carreteras y calles pavimentadas para de esta manera mejorar la calidad de vida de sus habitantes, las brechas de acceso también pueden variar de acuerdo a la realidad de cada país siendo más acentuadas en los países en vías de desarrollo.

En el caso del Perú las brechas de infraestructura aún siguen siendo grandes requiriéndose aún mucho desarrollo de infraestructura, en el caso específico de vías de comunicación de transporte terrestre según indica MTC (2020, p. 7), De los 168,359.2 km de red vial existentes solo 21.649.0 km es decir el 16% se encuentran actualmente pavimentados. Esto significa que aún falta mucho por crecer en este sector, más aún si nos ponemos a analizar respecto a las redes viales departamentales y vecinales o rurales, de estas últimas como indica el MTC (2020, p. 11), La red vial vecinal consta de 113,792.7 km de los cuales solo el 1.7% se encuentra pavimentado. Con esta información podemos ver que en las áreas más alejadas de las capitales de departamento o provincia el acceso a vías de comunicación de calidad es mucho más reducido. Por otra parte, también se debe tener en cuenta que las calles de muchas ciudades y distritos dentro de provincias del interior del país carecen de falta de pavimentación en donde las opciones habituales de pavimentos rígidos y flexibles se vuelven complicadas por el tema de costos y presupuestos, en este escenario se podría ver conveniente el uso de otros tipos de pavimentación como es el caso del uso de adoquines prefabricados los cuales podrían presentar algunas ventajas como rapidez en puesta de operación y reutilización.

El distrito de Mirgas es uno de los seis distritos que conforman la provincia de Antonio Raimondi, el cual a su vez se encuentra en el departamento de Ancash, como muchos distritos de la serranía peruana el distrito de Mirgas carece de pavimentación completa de sus calles, si bien algunas de sus calles principales presentan pavimentación de concreto muchas otras son de tierra donde se dificulta el paso de personal por la naturaleza misma de este tipo de vía, en este escenario surge la necesidad de brindar alguna alternativa para pavimentar las calles de manera que mejore la calidad de vida de los habitantes de este distrito.

Es por ello que en la presente investigación se ha planteado el siguiente problema general, ¿De qué manera la adición ceniza de leña de eucalipto y cal influyen en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash-2022?, así mismo los problemas específicos: ¿En cuánto influye la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal en la absorción máxima de adoquín peatonal, Ancash - 2022?, ¿En cuánto influye la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal en el alabeo de adoquín peatonal, Ancash - 2022?, ¿En cuánto influye la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión de adoquín peatonal, Ancash - 2022?

Respecto a la justificación teórica se tiene por finalidad que el presente trabajo brinde mayor información sobre el uso de adoquines y su implementación en pavimentos peatonales, el cual a su vez está establecido en las Normas técnicas 399.611 de requisitos de cumplimiento para adoquines y 399.613 de métodos de muestreo y ensayo. Por otra parte la justificación práctica del presente trabajo se soporta sobre la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de adoquines peatonales a los cuales se les ha adicionado ceniza de leña de eucalipto y cal, estos mostrarían resultados satisfactorios de manera que se presentan como una alternativa favorable para el mejoramiento de las propiedades de los adoquines peatonales los cuales serán corroborados con los resultados de los ensayos propuestos para medir la absorción máxima, resistencia a la compresión y alabeo.

Respecto a la justificación social esta se basa en el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores de la localidad del distrito de Mirgas mediante el

uso de adoquín peatonal que podría ser usado a futuro en la pavimentación faltante de sus calles, así como en el uso de recursos que se producen en la zona como la ceniza de leña de eucalipto y cal, los cuales actualmente se usan principalmente para preparación de pelado de trigo, cebada, maíz y trigo. Por el lado de la justificación Metodológica se propone el uso de instrumentos de medición de variables los cuales son: Ensayo de absorción máxima, resistencia a la compresión y alabeo, los mismos que son señalados como parámetros que deben cumplir ciertos umbrales en la norma técnica peruana de adoquines para pavimento 399.611.

Se formula el siguiente objetivo general: Evaluar las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash – 2022; Asimismo, los objetivos específicos: Determinar la absorción máxima en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash – 2022, Determinar el alabeo en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash – 2022, Determinar la resistencia a la compresión en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash – 2022.

La hipótesis general planteada es: La ceniza de leña de eucalipto y cal influyen notablemente en las propiedades físico - mecánicas de adoquín peatonal, Ancash – 2022; Asimismo, las hipótesis específicas: La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en la absorción máxima de adoquín peatonal, Ancash – 2022, La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en el alabeo de adoquín peatonal, Ancash – 2022, La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en la resistencia a la compresión de adoquín peatonal, Ancash – 2022

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Chinguel (2020), presento como objetivo la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III utilizando ceniza de hoja de eucalipto y micro sílice en la ciudad de Lima 2019. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental. La población de estudio que se tomó en cuenta fueron todos los adoquines tipo III de la ciudad de Lima y la muestra para el estudio fue de 84 adoquines tipo III para tránsito pesado, respecto al muestreo este es de tipo no probabilístico, también denominado por conveniencia. Los instrumentos empleados en el estudio fueron las fichas de observación y fichas de laboratorio. Los principales resultados obtenidos fueron que la mezcla con adición de 10% de cenizas de hoja de eucalipto más 6 % de micro sílice a los 28 días muestra la resistencia a la compresión más alta siendo $f'c=826.77 \text{ kg/cm}^2$. Se concluyo que el uso de ceniza de hoja de eucalipto y aditivo micro sílice en las propiedades de resistencia a compresión, absorción y alabeo fueron positivos, se encontró para la resistencia a compresión que la muestra con adición de 10% de ceniza de hoja de eucalipto más 6% de micro sílice tiene la mayor resistencia a los 28 días de $f'c=816 \text{ kg/cm}^2$ respecto a la muestra base de $f'c=521 \text{ kg/cm}^2$, se encontró para la absorción que la muestra con adición de 6% de ceniza de eucalipto más 2% de micro sílice es la que tiene menor porcentaje de absorción de agua 2.9%.

Bernaola y Guardapuclla (2021), tuvo como objetivo analizar y evaluar la influencia de ceniza del tronco de eucalipto en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Anta - Cusco. Fue un estudio de tipo aplicada y cuasi experimental. La población del estudio que se tomó en cuenta fueron 3 muestras para un diseño patrón, 3 muestras para un porcentaje de sustitución de 5%, 3 muestras para un porcentaje de sustitución de 9% y 3 muestras para un porcentaje de sustitución de 13% y todas las pruebas de laboratorio como resistencia, flexión y slump en Anta Cusco y la muestra para el estudio fueron 12 muestras para resistencia a la compresión y 12 muestras para resistencia a la flexión, respecto al muestreo fue de tipo no probabilístico. Los instrumentos empleados en el estudio fueron observación, notas, fichas de laboratorio y ensayos. Los principales resultados obtenidos fueron que el concreto presenta una mejora en resistencia a

la compresión para las mezclas con porcentaje de sustitución de 5% y 9%, disminuyendo con la mezcla con porcentaje de 13%, lo mismo paso para la resistencia a la rotura por flexión mejora para 5% y 9% y disminuye para 13%, para el caso del slump las mezclas de 5%, 9% y 13% se obtiene una disminución de trabajabilidad del concreto. Se concluyo que es favorable el uso de ceniza en sustitución porcentual del cemento para mejorar propiedades del concreto aumentando la resistencia a compresión se recomienda el uso hasta 9% de ceniza, para la resistencia a flexión se recomienda también el uso de hasta 9%, pero disminuyendo la trabajabilidad notándose que cuanto mayor sea la cantidad de ceniza disminuye la trabajabilidad del concreto.

Aguilar y Díaz (2021), tuvo como objetivo determinar la adición de cal para mejorar la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en Moyobamba. Fue un estudio que tuvo un enfoque cuantitativo y diseño de pruebas de diseño. La población del estudio se consideró infinita, debido a que puede ser cualquier mezcla con los estándares de la norma, para la muestra se seleccionaron mezclas de concreto en las cuales existe adición de 0%, 4%, 8% y 12%, el muestreo se compuso por 24 probetas 2 por cada porcentaje a los 7, 14 y 28 días. Los instrumentos empleados en el estudio fueron ficha técnica de medición de agregado y ensayos. Los principales resultados obtenidos fueron que el concreto con adición de cal en 4% presenta mejor resultado respecto a la resistencia a compresión obteniéndose $f'c=235.15$ kg/cm², respecto a las mezclas con 8% y 12% si bien todavía superan el diseño patrón $f'c=210$ kg/cm² es menor, siendo $f'c=227.97$ kg/cm² y $f'c=215.45$ kg/cm² respectivamente. Se concluyo que la adición de cal tiene un efecto positivo para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días, siendo recomendable usar la mezcla con adición de 4% de cal en sustitución de cemento.

Seguidamente los antecedentes internacionales como Vivas (2016), él tuvo como objetivo diseñar concreto liviano elaborado con cenizas de madera como sustituto parcial del agregado fino en Ambato - Ecuador. Fue un estudio de tipo exploratorio porque se efectuó para examinar un tema de investigación poco estudiado y descriptivo porque se requiere análisis por medio de probetas de hormigón con diferente adición de ceniza de madera que fueron ensayadas para medir el comportamiento mecánico del hormigón. La población para esta

investigación fue no cuantificable debido a su vastedad y la muestra está conformada por 36 probetas de concreto conformada por 9 de cada dosificación 0%, 30%, 50% y 70%. Los instrumentos empleados en el estudio fueron observación directa, observación de laboratorio y ficha de registro. Los principales resultados obtenidos fueron en base a la densidad del concreto convencional una disminución de 2.66%, 3.68% y 5.13% para las mezclas al sustituir agregado fino en 30%, 50% y 70% respectivamente, además de comprueba que la resistencia a compresión del concreto con sustitución de 30% es de 180.06 kg/cm², para el concreto con 50% es de 172.85% y para concreto con 70% es de 155.40 kg/cm². Se concluyo que sustituyendo parcialmente al agregado fino con ceniza de madera no alcanza la clasificación de hormigo liviano que debe estar dentro de 1200 a 2000 kg/m³, la inclusión de ceniza de madera mantiene la homogeneidad de la mezcla, basándose en el cumplimiento de resistencia de diseño $f'c=180$ kg/cm² el porcentaje de sustitución respecto a agregado fino sugerido será aquel que no exceda el 30%.

Nicolás, Cruz, Verde, Yeladaqui (2015), tuvo como objetivo general demostrar que la ceniza de madera de pino puede usarse como sustituto parcial en cierto porcentaje del cemento en la elaboración de concreto en Celaya – México en el año 2015. En la revista no indica el tipo, nivel, población ni muestra, pero indica que se basa en las normativas ASTM y del país México. Los principales resultados fueron que a los 28 días de curado las muestras elaboradas con 5% de ceniza de pino alcanzaron un valor de resistencia a compresión 63% más alta a la de diseño, mientras para las muestras con 10% y 12% fueron de 45% y 36% respectivamente, además comparado con la mezcla patrón a los 28 días $f'c=423.13$ kg/cm² las muestras con 5%, 10% y 12% alcanzaron 97%, 86% y 82% respectivamente. Se concluyo que mientras pasan los días las mezclas con adición de ceniza de madera de pino adquieren mayor resistencia, además todos los especímenes con mezclas alcanzaron valores superiores a la de diseño 250 kg/cm², pero menor al concreto testigo lo cual permite indicar que se puede llegar a adicionar hasta 12% de ceniza sin afectar su resistencia a compresión.

Silva, Rojas, Gamboa, Gordillo y Delvasto (2019), tuvo como objetivo evaluar el uso de residuos de mampostería y cal apagada como reemplazo al cemento para producción de concreto en construcción en Cali - Colombia. En la publicación no

indica el tipo, nivel, población ni muestra, pero indica que se basa en las normativas ASTM y del país Colombia. Los principales resultados obtenidos fueron respecto a la resistencia a la compresión se observó que las mezclas con mayor porcentaje de residuos de mampostería presentaron mayores resistencias a mayor esto podría ser por su comportamiento puzolánico, la resistencia a los 28 días osciló entre 16 y 26.21MPa, donde la mayoría de mezclas presentaron valores por encima del diseño 18MPa a excepción de la muestra que contenía 20% de cal y 80% de cemento que solo llegó a 16Mpa, además de acuerdo al análisis para resistencias aproximadas de 24MPa los valores de cal pueden fluctuar entre 0 - 5.3% y residuo de mampostería de 16 – 20% donde mínimamente se use 80% de cemento. Respecto a absorción, densidad y porosidad se determinaron mediante ASTM C642, a los 28 días se observó mayor absorción para la muestra que tiene cemento 75%, residuo de mampostería 0% y cal 25% siendo 7.47% además de ser 4.4% mayor que la muestra base y la menor para cemento 85%, residuo de mampostería 7.5% y cal 7.5% siendo 4.4% menor que la absorción de la muestra base. Se concluyó que la utilización de residuos de mampostería y cal hidratada se presentan como una opción viable de reemplazo de cemento hasta un 20%, además en la mezcla la cantidad de residuos de mampostería es más alta presenta mejor resistencia a la compresión.

Los antecedentes en otros idiomas como Chowdhury, Mishra y Suganya (2015), en su artículo “The incorporation of wood waste ash as a partial cement replacement material for making structural grade concrete” [La incorporación de cenizas de desecho de madera como material de reemplazo parcial del cemento para hacer concreto de grado estructural] tuvo como objetivo determinar la influencia de adición de ceniza de madera en propiedades del concreto como trabajabilidad, absorción de agua, resistencia a compresión, densidad aparente, permeabilidad al cloruro, resistencia al congelamiento y descongelamiento. En la publicación no indica el tipo, nivel, población ni muestra, pero indica que se basa en las normativas del país India. Los principales resultados fueron las muestras que contenían ceniza de madera mostraron menor trabajabilidad que la muestra de control para la misma relación de a/c, respecto a la absorción de agua se observó que con el incremento de porcentaje de adición de ceniza la absorción de agua también se incrementaba para 5% de adición de ceniza fue 0.4% y para 30% subió

a 1.05% la absorción de agua, respecto a la densidad del concreto se observó que al adicionara ceniza la densidad se redujo, para un concreto de grado 20 la mezcla de redujo a 2281 kg/m³ a un 40% de adiciona de ceniza mientas para la muestra patrón mostro 2482 kg/m³, para el caso de resistencia a compresión para unas muestras con adición de ceniza de madera de 5, 8 y 12 % se encuentra el óptimo a los 18 días para la mezcla con 8% disminuyendo para el caso de 12% de adición. Los principales resultados fueron que las partículas de ceniza de madera son más gruesas que las del cemento debido a su naturaleza porosa y forma irregular, la adición de ceniza de madera como reemplazo parcial de cemento disminuye adversamente el slump, el porcentaje de absorción de agua se incrementa con el incremento de porcentaje de adiciona de ceniza de madera, la adición de ceniza de madera de hasta 10% se puede utilizar con éxito para producir cemento de grado estructural, la sustitución de cemento por ceniza de madera ni tiene impacto negativo en la permeabilidad al cloruro, la incorporación de ceniza de madera en el concreto no presenta impacto negativo en su capacidad para resistir el proceso de congelamiento y descongelamiento.

Handayasari y Puspa (2020), en su artículo “Study of Paper Waste Based Paving Blocks on Compressive Strength and Water Absorption” [Estudio de adoquines a base de residuos de papel sobre resistencia a la compresión y absorción de agua], tuvo como objetivo evaluar las propiedades de resistencia a la compresión y absorción de agua de bloques de concreto mediante el uso de desperdicio de papel como sustituto de agregado fino en Indonesia. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental. La muestra fue de 72 bloques, el muestreo fue de tipo no probabilístico. Los instrumentos fueron fichas de observación y fichas de laboratorio de estudio. Los principales resultados obtenidos fueron respecto a la resistencia a compresión fueron que el valor más alto lo obtuvo el bloque normal con 13.93 MPa a los 28 días los demás obtuvieron valores menores de manera decreciente al % de sustitución, para las muestras con sustitución la muestra de 2.5% obtuvo el valor más alto con 12.64 MPa mientras que para las demás muestras 5%, 7.5%, 10% y 12.5% fue de 11.77 MPa, 10.79 MPa, 10.01 MPa y 9.29 MPa respectivamente, para la absorción la muestra con 12.5% presente el valor más alto 11.03% este sobrepasa el máximo por norma, la muestra de 2.5% provee un óptimo valor puede ser usado para uso peatonal, las variaciones de 5%, 7.5% y

10% puede ser usados en parques. Se concluyo que el porcentaje óptimo de uso de desperdicio de papel en como sustituto de agregado fino fue de 2.5%, obteniendo 12.64 MPa y 7.05% de absorción de agua el cual cumple las características para uso en pavimento peatonal, de acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda el uso máximo de 10% de desperdicio de papel para la elaboración de bloques de pavimentación con este valor se obtiene 12.5% de absorción.

Subramaniam, subasinghe y Fonseka (2015), en su artículo “Wood ash as an effective raw material for concrete blocks” [Ceniza de madera como materia prima eficaz para bloques de concreto] tuvo como objetivos verificar la resistencia a la compresión, absorción de agua y liberación de calor de bloques de concreto con sustitución de ceniza de madera como reemplazo de cemento en Sri Lanka. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental. La muestra fue de 135 bloques, el muestreo fue de tipo no probabilístico. Los instrumentos fueron fichas de observación y fichas de laboratorio de estudio. Los principales resultados obtenidos fueron respecto a la resistencia a compresión el valor de la mezcla con 25% fue significativamente menor que el de control, la óptima resistencia se obtuvo para la mezcla con 15% a los 21 días, para la absorción todas las mezclas a excepción de la mezcla de 25% a los 21 días muestran valores menores que la de control, respecto a la liberación de calor la diferencia de temperatura superficial más baja en muestras con 15% y 20% a los 21 días indica la liberación lenta de calor. Se concluyo que la ceniza de madera tiene potencial para usarse como reemplazo de cemento en la elaboración de concreto, de acuerdo a los resultados el porcentaje optimo es de 15%, también se encontró que la adición de ceniza mejora la característica de liberación de calor y el 15% de reemplazo mostro la liberación más lenta.

Los artículos de esta investigación según Hamid y Rafiq (2019), en su artículo “A Comparative Study on Strength of Concrete Using Wood Ash as Partial Replacement of Cement” [Un estudio comparativo sobre la resistencia del concreto utilizando ceniza de madera como reemplazo parcial del cemento] tuvo como objetivos verificar la resistencia a la compresión de concreto con adición de ceniza de madera y analizar los resultados en la variación de las características de estos, también se intentó averiguar el porcentaje de reemplazo óptimo para el valore de

resistencia más alto en India. El estudio fue de tipo experimental. La muestra fue de 30 especímenes cúbicos de 150mm de lado, 3 para cada porcentaje 0, 10, 15, 20 y 25% para dos tipos de cenizas. Los principales resultados fueron la mezcla fue diseñada para 25 N/mm² y el objetivo fue obtener 31.4 N/mm², en comparación con la muestra patrón, la sustitución de cemento con ceniza estuvo valores alrededor del diseño, también se encontró que el incremento de porcentaje de ceniza es decir 20% y 25% muestran decremento de la resistencia del concreto. Se concluye que la resistencia a compresión de las muestras con contenido de 10% de ceniza mejoro apreciablemente después de 7 y 28 días por lo que sería el porcentaje de reemplazo ideal, además se observó un aumento en la demanda de agua con el incremento de ceniza de madera en la mezcla de concreto debido a que la ceniza de madera absorbe más agua que el cemento, el tiempo del fraguado inicial y final del concreto cemento más ceniza aumenta con la cantidad de ceniza, en este caso se cumplieron los estándares para las muestras con reemplazo de 10% y 20 % de ceniza, por ultimo no se recomienda el reemplazo por porcentajes más altos debido a que disminuye la resistencia del concreto.

Awodiji, Onwuka, Awodiji y Dike (2018), en su artículo "Investigation of the compressive strength of lime-cement concrete" [Investigación de la resistencia a la compresión del concreto cal-cemento] tuvo como objetivo principal investigar la resistencia a la compresión del concreto de cal – cemento en Nigeria. Respecto al tipo de estudio no se indica en el artículo. La muestra en el estudio fue de 90 cubos de concreto (3 especímenes para cada mixtura), no indica el muestreo. Los principales resultados fueron que la pasta de cal hidratada tardo mucho más tiempo en fraguar, pero el aumento de reemplazo de cal hidratada con cemento resulta en la disminución de tiempo de fraguado inicial y final de la pasta cal-cemento, la trabajabilidad de las mezclas de concreto mostro que esta propiedad esta influenciada en gran medida por las proporciones de agregados finos y gruesos agregados a una pasta dada. Se concluyo que para la misma cantidad de cemento los valores de resistencia de los cubos de concreto aumentan hasta obtener un valor de 30.83 N/mm² para a/c de 0.562, posteriormente la resistencia a compresión se redujo con el incremento de tasa a/c, por lo tanto una proporción de mezcla óptimo para una resistencia de 30.83 N/mm² con a/c (0.562) seria cemento (0.813), cal (0.187), arena (2.225) y piedra (4.45), además para que el concreto cal

– cemento se pueda utilizar como concreto estructural, la sustitución de cemento por cal hidratada no debe ser superior a 30%, el porcentaje óptimo de reemplazo se registró en 18.75%, por otra parte el concreto cal – cemento también mejora la trabajabilidad del concreto brindando más tiempo para ubicar y darle terminado al concreto antes de que el fraguado empiece.

Himouri, Hamouine y Guettatfi (2021), en su artículo “Effects of Portland Cement and Quicklime on Physical and Mechanical Characteristics of Earth Concrete” [Efectos del cemento portland y la cal viva sobre las características físicas y mecánicas del Concreto de tierra] tuvo como objetivo investigar las características de concreto de tierra estabilizada con diferentes proporciones de cemento y cal viva para contribuir en un mejor entendimiento de su comportamiento físico mecánico en Argelia. Respecto al tipo de estudio es de tipo experimental. La muestra en el estudio fue de 9 mixturas con variación de estabilizador cemento y cal para un total de 270 muestras. Los principales resultados fueron que la tasa de contracción durante los primeros 5 días presento cerca del 78 a 96% del valor final, la muestra con cemento 10% y cal 0% muestra la menor y la de cemento 0% y cal 3% muestra la mayor reducción de volumen, para el caso de esfuerzo de compresión las tensiones de las mezclas mejoraron al aumentar la cantidad de estabilizador, esta mejora es el resultado de la cantidad de productos cementicos derivados de la hidratación del cemento o cal que proporciona una gran cantidad de enlaces rígidos en la tierra y sus partículas, en el caso de las mezclas con 3% cemento más 6% cal así como 6% cemento más 3% cal la resistencia mejoro 39.23% y 145,04% en comparación con las mezclas de solo 6% cal y solo 3% cal respectivamente. Se concluyo que la contracción por secado disminuyo mediante la estabilización de ambos aglutinantes juntos o separados, sin embargo el cemento ofreció mejores resultados que la cal, además se encontró que hay un efecto positivo en las características mecánicas del concreto de tierra mediante el uso de cemento más que el efecto de la cal viva, por contrario de la resistencia a la absorción de agua que es mejor al agregar cal viva, la estabilización mediante el uso combinado de cemento y cal es más eficaz para mejorar las propiedades físico mecánicas que el uso por separado, las muestras con adición de 3% de ligante mostraron un comportamiento más estabilizado en el ensayo de absorción de agua

por capilaridad mientras que para obtener una estabilización eficaz para ensayo de absorción de agua por inmersión fue necesario 6%.

Las teorías de investigación tratadas en el presente trabajo hacen referencia a las variables y/o dimensiones de la variable 1 entre las cuales tenemos la ceniza de leña de eucalipto. La ceniza de madera es el residuo orgánico e inorgánico que queda luego de la combustión de madera, en promedio la quema de madera produce alrededor de 6-10% de ceniza, la composición de la ceniza puede variar según el proceso al cual ha sido sometido (University of georgia extension, 2020, p.1). En el caso específico del presente trabajo la ceniza de leña de eucalipto será generado en las cocinas artesanales usadas por los pobladores para cocinar sus alimentos y posteriormente recopiladas manualmente. En el caso de la cal viva este se produce a partir de la calcinación de rocas calizas o dolomías dando como resultado a un polvo blanco, se denomina cal viva a las formas materiales que se tiene del óxido de calcio (QuimicalIndustrial, 2022, p.1). En el caso del presente trabajo la Cal será generado artesanalmente y adquirido en la localidad de estudio.

Respecto a las teorías de la variable 2 tenemos las propiedades físico-mecánicas del adoquín peatonal, primero se tiene la absorción máxima para el cual se indica. Las pruebas de porcentaje de absorción de agua miden la ganancia en peso que sufre un adoquín cuando este es sumergido en agua, cuanto más alto es el valor medido indica que el adoquín es más susceptible a sufrir daño por congelación y descongelación (Deck, 2016, p.1). segundo el alabeo para el cual se indica. El mayor alabeo ya sea de concavidad o convexidad de las unidades de albañilería conlleva a un mayor espesor en la junta, también es posible que se presente una menor adherencia por los vacíos que se presenten en las partes horizontales, este parámetro puede afectar directamente la resistencia a la compresión (Seminario, 2013, p.13). finalmente, la resistencia a la compresión como se indica. La resistencia a la compresión de la mezcla se diseña de manera que cumpla los requerimientos de diseño de la estructura, los ingenieros usan la medida de la resistencia a la compresión como característica más habitual de desempeño al momento de diseñar edificios y otras estructuras, los resultados de ensayo de resistencia a compresión se usan para determinar si se cumple con los

requerimientos de resistencia específica en el proyecto (Imcyc, 2006, p.20). Las pruebas de laboratorio servirán para determinar las medidas de las características físico-mecánicas en adoquines peatonales señaladas líneas arriba.

Los conceptos de la presente investigación con respecto a la variable de ceniza de leña de eucalipto, este elemento es un residuo que se obtiene de la quema de madera y en muchos casos. La cal tiene diversos usos como en la construcción, siderurgia, minería, química, papeleras, azucareras, curtiembres, petróleo, potabilización de agua, agricultura, pintura, y refractarios (Caleras san Juan, 2016, p.1). En el Perú se produce cal de forma industrial y en algunas partes de forma artesanal para usos diversos. Los tipos de cal para la construcción pueden ser la cal aérea la cual no presenta la propiedad de fraguar cuando se mezcla con agua y cal hidráulica la cual sí presenta la característica de endurecer cuando se mezcla con agua. (Usedo, 2015, p.16). Para la dosificación de cal en la mezcla de concreto para los adoquines peatonales se usará la cal viva por su facilidad de obtención en la zona de estudio.

Las propiedades de la cal viva es decir la composición de la misma puede ser de utilidad para visualizar los componentes químicos de la misma se adjunta detalles de composición de cal viva, así como características.

Tabla 1. *Propiedades de la cal viva*

| Componente | Valor |
|--------------------------------|------------------------|
| CaO | 96.83% |
| Fe ₂ O ₃ | 1.17% |
| Al ₂ O ₃ | 0.27% |
| MgO | 1.28% |
| Mn ₃ O ₄ | 0.00% |
| SiO ₂ | 1.26% |
| Fe | 0.00% |
| Al | 0.00% |
| Si | 0.00% |
| Mn | 0.00% |
| CO ₂ | < 1% |
| Residual CO ₂ | < 2% |
| Reactivity T60 | < 2 min |
| Bulk density | 0.78 g/cm ³ |
| Specific gravity | 2.6 g/cm ³ |

Fuente: (Himouri, Hamouine y Guettatfi, 2021)

las propiedades físico-mecánicas del adoquín peatonal, en este caso las propiedades físicas y mecánicas son conceptos generales para la materia. La propiedad física son las características medibles y observables de una sustancia, sin que estas alteren la composición u identidad de la sustancia (Chang y Goldsby, 2017, p.11). En el caso del adoquín peatonal se tiene propiedades físicas de dimensiones de fabricación, tolerancia dimensional, Alabeo y porcentaje de máxima absorción. Para el caso de la propiedad mecánica estas son aquellas que interactúan al aplicarse una fuerza, es decir son características que un material posee las cuales están relacionadas con capacidades de resistir y transmitir fuerzas o deformaciones (Infinitia, 2022, p.1). Para el caso de adoquín peatonal se tiene las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión y resistencia al congelamiento y deshielo.

El indicador de porcentaje de absorción máxima de agua es un ensayo que hace referencia como indica el nombre a la capacidad de absorción de agua del material. El porcentaje de absorción se calcula con una aproximación de 0.1%, y se define como cociente en porcentaje de la diferencia del peso seco del espécimen y el peso saturado entre peso seco del espécimen (NTP 399.613, 2017, p. 9). En el caso del presente trabajo para muestras de adoquín peatonal los parámetros de cumplimiento deben guardar relación con la NTP 399.611 donde se especifican los porcentajes de absorción máximo que sería de 6% para un promedio de 3 unidades como se indica en la siguiente tabla 2.

Tabla 2. *Porcentaje de absorción máxima*

| Tipo de Adoquin | Absorción Máxima (%) | |
|---|------------------------|-------------------|
| | Promedio de 3 unidades | Unidad individual |
| I (peatonal) | 6 | 7.5 |
| II (vehicular ligero) | 6 | 7.5 |
| III (vehicular pesado, patios industriales o de contenedores) | 5 | 7 |

Fuente: NTP 399.611 (2017)

El indicador de alabeo hace referencia a una propiedad física en la cual se va tener distorsiones sobre las superficies de los bloques de concreto. El alabeo es una deformación que sufre el material curvándose hacia arriba o encorvándose hacia abajo, el alabeo puede presentarse a edad temprana o luego de periodos de tiempo extensos (NRMCA, 2017, p. 1). Para el presente trabajo el alabeo se medirá a edad temprana debido a los parámetros temporales del mismo, en el caso de alabeo se manejan conceptos espaciales de cóncavo y convexo para las caras de análisis se adjunta imagen de figura 1.

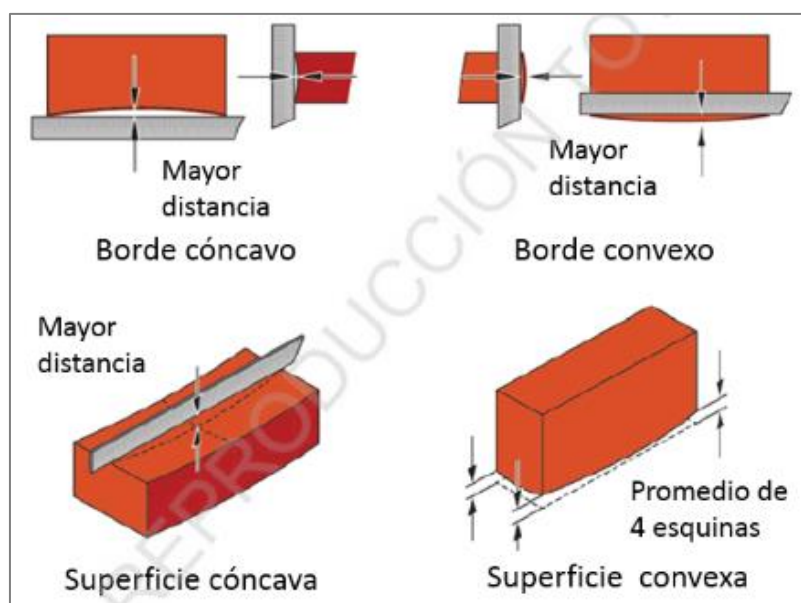


Figura 1. Distorsiones de superficie

Fuente: NTP 399.613 (2017)

El indicador de Resistencia a la compresión pertenece a las propiedades mecánicas debido a que para la medición del mismo se hace uso de fuerzas sobre el testigo donde se va medir el parámetro indicado, es una de las pruebas más comunes y requeridas sobre diseño de concreto. La resistencia a compresión muestra la capacidad para soportar carga por unidad de área definida, es una de las características principales del concreto, sus resultados se usan para determinar si la mezcla de concreto cumple los requerimientos de diseño, usualmente sus valores se expresan en kg/cm^2 , MPa y psi (Cemex, 2019, p. 1). Usualmente se usan probetas cilíndricas, pero en el caso de adoquines se realiza sobre el mismo adoquín, respecto al instrumental usado como indica. El instrumental de ensayo

debe presentar una precisión de más menos 1% sobre el rango de medición previsto, la placa de la parte superior deberá ser sólido y metálico, se podrá utilizar una placa de metal de apoyo debajo de la muestra para reducir el desgaste de la placa inferior del instrumental (ASTM C140, 2003, p. 2). Para el caso de los ensayos sobre adoquines de la presente investigación se tomará adoquines de uso peatonal que de acuerdo a la NTP 399.611 para un espesor de 6cm del adoquín deben cumplir el valore de resistencia mínimo de 320 kg/cm² para un promedio de unidades como se indica en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Espesor nominal y resistencia a la compresión

| Tipo | Espesor nominal (mm) | Resistencia a la compresion, min. Mpa (kg/cm ²) | |
|---|----------------------|--|-------------------|
| | | Promedio de 3 unidades | Unidad individual |
| I (peatonal) | 40 | 31 (320) | 28 (290) |
| | 60 | 31 (320) | 28 (290) |
| II (vehicular ligero) | 60 | 41 (420) | 37 (380) |
| | 80 | 37 (380) | 33 (340) |
| | 100 | 35 (360) | 32 (325) |
| III (vehicular pesado, patios industriales o de contenedores) | ≥ 80 | 55 (561) | 50 (510) |

Fuente: NTP 399.611 (2017)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación aplicada es un tipo de diseño de investigación en el cual se tiene por finalidad resolver un problema o proveer soluciones innovadoras a problemas que se presentan y aquejan a un individuo, grupo o sociedad (Formplus, 2021, p.1). En la presente investigación se busca brindar alternativas a la falta de pavimentación en las calles y el uso de recursos propios de la zona para mejorar las características de los bloques de concreto por lo cual esta investigación es de tipo aplicada.

Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo hace uso de un proceso de recopilación de datos que luego servirán para poder probar las hipótesis planteadas fundamentándose en el análisis estadístico y la medición de datos, con la finalidad de verificar teorías y brindar pautas de comportamiento (Hernández, 2014, p.4). Para el caso de la presente investigación se preveyó verificar las hipótesis en base a mediciones de laboratorio por lo cual se indica que la investigación es de enfoque cuantitativo.

3.1.2 Diseño de la investigación

Los diseños de investigación cuasiexperimentales son aquellos donde el investigador manipula intencionalmente por lo menos una variable independiente para luego tener un efecto sobre una o más variables dependientes, además tiene una característica de que los grupos de análisis no son aleatorios, sino que ya están conformados previo al experimento (Hernández, 2014, p.151). Para el caso de la presente investigación debido al uso de variables dependiente e independiente este fue de tipo de diseño experimental (cuasi experimental).

El nivel de la investigación:

La investigación correlacional es un tipo de investigación donde el investigador cuantifica dos variables en las cuales conceptualiza y evalúa la interrelación estadística entre dichas variables sin influencia alguna de más variables

(Velazquez, 2022, p. 1). Es por ello que en la presente investigación fue de tipo correlacional debido a que hubo dos variables relacionadas entre sí y se midió la influencia de adición de ceniza de eucalipto y cal sobre las propiedades físico mecánicas de adoquín peatonal.

3.2. Variables y operacionalización:

Respecto al concepto de variable para Carballo y Guelmes (2015, p. 142), “La variable es una representación de la realidad creada por el investigador y la aporta el investigador de acuerdo con sus necesidades”, para el caso de la presente investigación se identifica una variable independiente que será manipulada mediante diversas dosificaciones (adición de ceniza de madera y cal) de la mismas y se espera un comportamiento variacional en el variable dependiente, se mencionan a continuación las variables.

Variable independiente : Ceniza de leña de eucalipto y cal.

Variable dependiente : Propiedades físico - mecánicas de adoquín peatonal.
(ver anexo 1)

Respecto al concepto de Operacionalización para Carballo y Guelmes (2015, p. 145), “Este proceso permite explicar con anticipación cómo se van a medir o evaluar las variables que se han conceptualizado”. Para la presente investigación en el caso de la variable independiente se realizará una dosificación para la ceniza de leña de eucalipto de 8% y tres dosificaciones para la cal de 1%, 3% y 5%, las cuales reemplazar el contenido de cemento en la mezcla, estas conformaran 5 grupos de control. Para el caso de caso de la variable dependiente la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del adoquín peatonal se realizó mediante pruebas de laboratorio de absorción máxima, alabeo y resistencia a la compresión de acuerdo a la normativa peruana vigente.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población:

Al hablar de población o universo se refiere al conjunto total de elementos que conforman el área de interés para el análisis o estudio a realizar, además sobre

este conjunto se desea inferir conclusiones que pueden ser estadísticas, sustantivas o teóricas (Lopez y Fachelli, 2019, p.7). Para el caso de la presente investigación la población se definió como infinita debido a que está conformada por todos los adoquines peatonales en Ancash 2022 (6 x 10 x 20cm).

3.3.2 Muestra:

Se define en base a una población como un conjunto más pequeño que el investigador elige mediante un método de selección elegido, los elementos de la muestra se conocen como unidades de muestreo, puntos de muestra u observaciones, el uso de la muestra brinda información que se puede aplicar a la toda la población (Questionpro, 2022, p.1). Para la presente investigación la muestra fue un total de 75 adoquines peatonales, los cuales fueron sometidos a las pruebas de laboratorio definidas en el proyecto de investigación.

Tabla 4. *Muestras para ensayo de absorción*

| Edad | Base | Ceniza de leña de eucalipto | Ceniza de leña de eucalipto y cal | | | Total |
|---------|------|-----------------------------|-----------------------------------|------------|------------|-------|
| | | 8% | 8%Cle+1%Ca | 8%Cle+3%Ca | 8%Cle+5%Ca | |
| 28 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. *Muestras para ensayo de Alabeo*

| Edad | Base | Ceniza de leña de eucalipto | Ceniza de leña de eucalipto y cal | | | Total |
|---------|------|-----------------------------|-----------------------------------|------------|------------|-------|
| | | 8% | 8%Cle+1%Ca | 8%Cle+3%Ca | 8%Cle+5%Ca | |
| 28 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. *Muestras para ensayo de resistencia a la compresión*

| Edad | Base | Ceniza de leña de eucalipto | Ceniza de leña de eucalipto y cal | | | Total |
|---------|------|-----------------------------|-----------------------------------|------------|------------|-------|
| | | 8% | 8%Cle+1%Ca | 8%Cle+3%Ca | 8%Cle+5%Ca | |
| 7 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 14 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 28 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| Total | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 45 |

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Muestreo:

Las muestras pueden ser probabilísticas y no probabilísticas, estos últimos brindan la posibilidad de que la selección de las muestras a estudiar dependa de ciertas características, criterios entre otros que el o los investigadores consideren al momento de seleccionar las muestras (Otzen y Monterola, 2017, p. 228). Para el caso de la presente investigación se consideró el tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia debido a que el investigador los tomo las muestra en base a la disponibilidad de las mismas.

3.3.4 Unidad de análisis:

La unidad de análisis hace referencia al parámetro principal que se está investigando en el proyecto de investigación (Arteaga, 2022, p. 1). Para la presente investigación la unidad de análisis estuvo definida por el adoquín peatonal ya que sobre este elemento se realizaron los estudios de laboratorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

Una parte fundamental de la investigación son las técnicas de recolección de datos, estas conllevan a la verificación del problema planteado, cada investigación determina que técnicas se van usar y a su vez cada técnica establece los medios, herramientas e instrumentos va utilizarse (Bavaresco, 2013, p.95). Las técnicas usadas en el presente trabajo fueron la observación directa y la observación experimental de resultados, posterior a un análisis de laboratorio en el cual se concluyó el cambio en las propiedades físico-mecánicas del adoquín peatonal mediante la adición de ceniza de eucalipto en un 8% y cal en 1, 3 y 5% (ver tabla 7).

Instrumentos de recolección de datos

Se hace uso de instrumentos estandarizados que han sido demostrado ser válidos y confiables en análisis previos o también se puede crear nuevos basados en literatura que se aprueben y ajusten (Hernández, 2014, p.12). Para el presente trabajo se hizo el uso de las fichas de recolección de datos y fichas de resultado de

laboratorio de acuerdo a la normativa peruana tal como se indica (ver tabla 7) (ver anexo 3).

Tabla 7. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

| Descripción | Técnicas | Instrumentos |
|---|--------------------------|---|
| Dosificación de ceniza de leña de eucalipto | Observación directa | Ficha de recolección de datos |
| Dosificación de cal | Observación directa | Ficha de recolección de datos |
| Peso específico | Observación experimental | Ficha de resultados de laboratorio |
| Absorción máxima (%) | Observación experimental | Ficha de resultados de laboratorio (NTP 399.613 2017) |
| Alabeo | Observación experimental | Ficha de resultados de laboratorio (NTP 399.613 2017) |
| Resistencia a la compresión | Observación experimental | Ficha de resultados de laboratorio (NTP 399.613 2017) |

Fuente: Elaboración propia.

Validez

La validez se refiere a la ausencia de errores en una investigación, para determinar si un estudio se encuentra libre de errores se debe evaluar los siguientes puntos, el diseño de la investigación, los criterios de selección y la forma de registrar y evaluar las variables de estudio (Villasís, Márquez, Zurita, Miranda y Escamilla, 2018, p. 416). La validez dentro de la presente investigación se realizó a través del uso de fichas de recolección de datos los cuales fueron evaluados previamente mediante un juicio de expertos, se obtuvo un valor de 1 de coeficiente Kappa el cual se identifica como casi perfecto (ver tabla 8).

Tabla 8. *Escala de coeficiente Kappa.*

| Coeficiente de Kappa | Fuerza de acuerdo |
|----------------------|-------------------|
| <0.00 | Pobre |
| 0.00-0.20 | Leve |
| 0.21-0.40 | Justa |
| 0.41-0.60 | Moderado |
| 0.61-0.80 | Sustancial |
| 0.81-1.00 | Casi perfecta |

Fuente: Landis & Kock, 2010

Confiabilidad de los instrumentos.

Está relacionado a alto grado de validez de los resultados dentro de un estudio en el cual no hay sesgos (Villacís, Márquez, Zurita, Miranda y Escamilla, 2018, p. 416). Para el caso del presente trabajo la confiabilidad de los instrumentos estuvo relacionado con el uso de fichas de recolección de datos para los materiales que se adicionaron como reemplazo del cemento que son la ceniza de leña de eucalipto y la cal, y mediante la calibración de los instrumentos usados por el laboratorio de tecnología de concreto los cuales serán realizados de manera objetiva sin ningún tipo de sesgo.

3.5. Procedimientos:

Los procesos de ejecución del proyecto de investigación son tomados en base a los antecedentes, normativas nacionales, ejecución de ensayos y la metodología de investigación, inicialmente se busca elaborar muestras de adoquín peatonal con adición de ceniza de eucalipto y cal para posteriormente realizar las pruebas de laboratorio que permitan verificar las hipótesis señaladas en base a antecedentes de estudio de los materiales a usar. Se recopiló el material de ceniza de leña de eucalipto directamente de cocinas artesanales donde se cocina con leña de eucalipto en la localidad de Mirgas, para el caso de la cal este material se adquirió directamente de los pobladores de la localidad el cual es elaborado artesanalmente en la localidad de Mirgas en base a calcinación de piedra caliza. En base a los materiales agregado y cemento se realiza un diseño de concreto para cumplir los parámetros de la NTP 399.611, la resistencia a compresión mínima para adoquina peatonal es de 320 kg/cm², luego de obtener el diseño se creó 5 grupos en base a los estudios previos en el uso de ceniza y cal para mejorar propiedades físico mecánicas del concreto, los grupos de ensayo el primero fue la mezcla patrón sin ninguna adición de ceniza o cal, el segundo la mezcla con adición de 8% de ceniza de eucalipto, la tercera mezcla con adición de 8% de ceniza y 1% de cal, el cuarto grupo con adición de 8% y 3% de cal y el quinto grupo con adición de 8% de ceniza y 5% de cal, todos estas adiciones referenciados al peso de cemento en la mezcla. Se prepararon las muestras de adoquín con cada grupo de mezcla, posteriormente se realizarán las mediciones mediante pruebas de laboratorio propuestas Absorción máxima, alabeo y resistencia a la compresión en base a la NTP 399.613

donde se especifica los métodos de muestreo y ensayo. Se realizó las pruebas de laboratorio referentes ensayo de absorción a los 28 días de fraguado en cada grupo de diseño para 3 muestras por grupo, para el caso de resistencia a compresión las pruebas fueron realizadas a 7, 14 y 28 días de fraguado en cada grupo de diseño para 3 muestras por grupo, para el caso de alabeo se realizó a los 28 días en cada grupo de diseño para 3 muestras por grupo. Los resultados de laboratorio serán analizados estadísticamente para brindar información y conclusiones sobre las hipótesis inicialmente realizadas, además se vera la factibilidad de uso de cada grupo en base al cumplimiento de parámetros establecidos para adoquines peatonales en al NTP 399.611.

3.6. Método de análisis de datos:

La estadística descriptiva permite reducir el conjunto de datos de análisis por valores más pequeños y descriptivos como el promedio, la mediana entre otros, de esta manera el uso de estas medidas descriptivas permite poder brindar las principales características de los datos observados, así como fenómenos que están bajo el proceso de investigación (Esan, 2016, p. 1). Debido a uso de cantidad de numero de muestras, promedios de resultados de medición, análisis gráficos que muestran de manera clara y sencilla las variaciones y valores obtenidos sobre las características de los adoquines con diversas dosificaciones en la características físico mecánicas de porcentaje de absorción máxima, alabeo y resistencia a la compresión, por los factores indicados se señala que el método de análisis de datos usado en el presente trabajo de investigación fue de tipo estadística descriptiva.

3.7. Aspectos éticos:

La ética en la investigación es muy importante porque brinda al trabajo de investigación una característica de originalidad, validez y realza el estudio en cuestión al no ser identificado como algo negativo que afecta a la sociedad, es necesario tener presente esta característica siempre en la investigación y saber respetarla a través de las referencias bibliográficas y estilos de citación de acuerdo a cada estructura (Salazar, Icaza y Alejo, 2018, p. 309). En la actualidad en nuestro país muchos escándalos de carácter ético han sido destapados los cuales muestras falencias como sociedad, es por ello que en la presente investigación persigue el

fin de resaltar y no desmerecer los trabajos previos en el campo de investigación que se está tratando para de esta manera poder cultivar el respeto y la ética como persona y profesional, se realizó las referencias bibliográficas y citas textuales de acuerdo a los lineamientos brindados por la universidad en base a fuentes confiables.

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Mirgas el cual pertenece a la provincia de Antonio Raimondi en el departamento de Ancash.

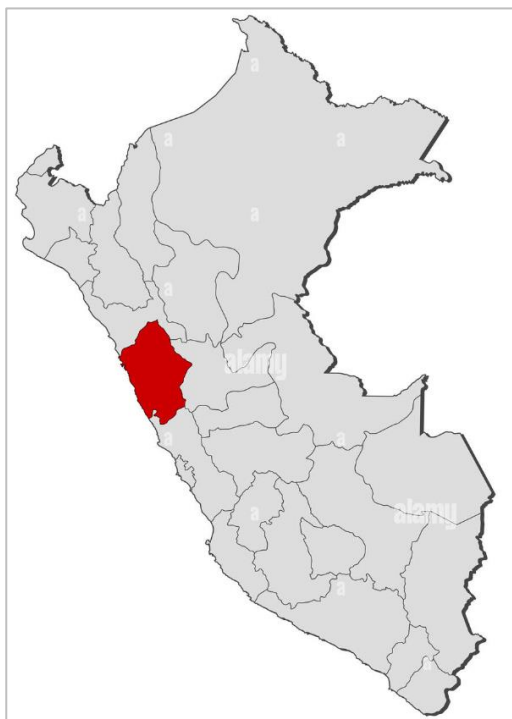


Figura 2. Mapa político del Perú



Figura 3. Mapa político del Departamento de Ancash.

Ubicación del proyecto



Figura 4. Mapa de la provincia de Antonio Raimondi.

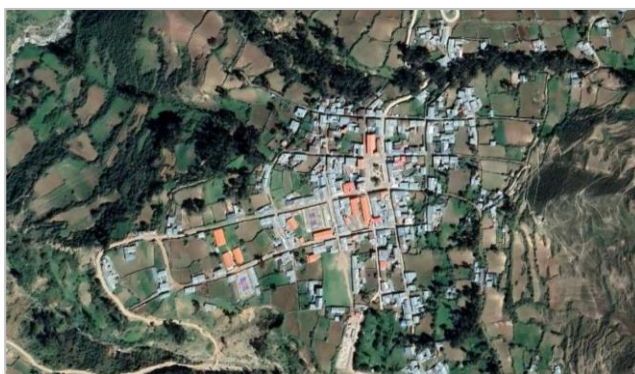


Figura 5. Mapa del distrito de Mirgas.

Limites

- Norte : Distrito de Chacho.
- Sur : Distrito de San Juan de Rontoy y la provincia de Huari.
- Este : Distritos de Llamellin y Chingas.
- Oeste : Provincia de Carlos Fermin Fitzcarrald.

Ubicación geográfica

El distrito de Mirgas presenta las siguientes coordenadas Sur ($-9^{\circ}04'42''$) y Oeste ($-77^{\circ}05'32''$), consta con un área total de 17200 hectáreas y una altura de 3105 msnm. Según el último censo INEI 2017 el distrito de Mirgas cuenta con un total de 4290 habitantes.

Clima

El Distrito de Mirgas pertenece a la región quechua llueve en verano de enero a marzo, presente escasa humedad atmosférica y vientos alisios de Sur-Este.

Procedimiento para la obtención de ceniza de leña de eucalipto y cal

Obtención de ceniza de leña de eucalipto

Para la obtención de ceniza de leña de eucalipto se realizó mediante recolección directamente de las cocinas artesanales con los cuales los lugareños del distrito de Mirgas preparan sus alimentos diariamente, posteriormente se realizó un tamizado con malla 40 para mejor homogeneidad.



Figura 6. Recolección de ceniza y tamiz
Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Obtención peso específico ceniza de leña de eucalipto

| N° | Componente - Pe ceniza de leña de eucalipto | Valor |
|----|---|--------------|
| 1 | Peso muestra de suelo seco (g) | 50.00 |
| 2 | Peso muestra de suelo seco + peso de fiola (g) | 202.60 |
| 3 | Peso M.suelo seco + Peso fiola + Peso agua | 684.40 |
| 4 | Peso fiola + Peso de agua (g) | 651.00 |
| 5 | Peso específico de Sólidos ($1/(1+3-4)$) (g/cm ³) | 3.012 |

Fuente: Elaboración propia

El peso específico de la ceniza de leña de eucalipto fue obtenido en el laboratorio con un valor de 3.012 gr/cm³ para el cual se siguió el procedimiento siguiente, se calcula el peso de la fiola, luego el peso de la muestra de ceniza de leña de eucalipto seco, se agrega agua hasta cierto nivel para tener un peso global, el peso específico sería el peso de la muestra seca entre la suma de peso de la fiola más agua y peso de la muestra seca menos peso de la fiola más agua y muestra del material.

Obtención de Cal

Para la obtención de cal se realizó mediante la compra del producto a los productores artesanales de la zona quienes obtienen la cal luego del proceso de calcinación de las piedras calizas dentro de los hornos artesanales.



Figura 7. Compra de cal y horno artesanal
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Obtención peso específico de la cal

| N° | Componente - Pe cal | Valor |
|----|---|-------------|
| 1 | Peso muestra de suelo seco (g) + Peso de balon + Peso de agua | 684.90 |
| 2 | Peso muestrar de suelo seco + peso balon | 205.30 |
| 3 | Peso agua (W = 1-2) | 479.70 |
| 4 | Peso de Muestra seca al horno + Peso del balon | 203.90 |
| 5 | Peso del Balon | 155.30 |
| 6 | Peso fiola + Peso de agua (g) | 651.00 |
| 7 | Peso de muestra seca al horno (A=4-5) | 48.6 |
| 8 | Volumen de Balon (V) | 498.2 |
| 9 | Peso especifico de la masa (A/V-W) (g/cm3) | 2.62 |

Fuente: Elaboración propia

El peso específico de la cal fue obtenido en el laboratorio con un valor de 2.62 gr/cm³ para el cual se siguió el procedimiento siguiente, se calcula el peso de muestra + peso del balón + peso de agua y por diferencia se obtiene el peso de agua en la muestra, luego toca calcular el peso de la muestra seca al horno para el cual se obtiene de la diferencia de peso de muestra seco al horno más peso de balón menos peso de balón, como ya se tiene el volumen del balón calculamos el peso específico como peso de muestra seca al horno entre la diferencia de volumen de balón menos peso de agua en muestra.

Objetivo específico 1: Determinar la absorción máxima en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash – 2022.



Figura 8. Grupos de control para ensayo de absorción y muestras en saturación
Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resultados de ensayos de porcentaje de absorción

| Identificación | Peso Saturado (kg) | Peso sumergido (kg) | Peso seco (kg) | Densidad (kg/m ³) | Absorción (%) | |
|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|---------------|------|
| Patrón | 3.141 | 1.854 | 3.035 | 2358.2 | 3.5 | 3.53 |
| | 3.089 | 1.821 | 2.982 | 2351.7 | 3.6 | |
| | 3.103 | 1.812 | 2.998 | 2322.2 | 3.5 | |
| 8% ceniza | 3.075 | 1.795 | 2.968 | 2318.8 | 3.6 | 3.63 |
| | 3.07 | 1.793 | 2.963 | 2320.3 | 3.6 | |
| | 3.083 | 1.799 | 2.973 | 2315.4 | 3.7 | |
| 8% ceniza + 1% cal | 3.022 | 1.74 | 2.901 | 2304.2 | 4.2 | 4.1 |
| | 3.002 | 1.731 | 2.886 | 2301.4 | 4 | |
| | 3.003 | 1.735 | 2.885 | 2303 | 4.1 | |
| 8% ceniza + 3% cal | 3.028 | 1.779 | 2.9 | 2321.9 | 4.4 | 4.33 |
| | 3.034 | 1.782 | 2.909 | 2323.5 | 4.3 | |
| | 3.038 | 1.785 | 2.913 | 2324.8 | 4.3 | |
| 8% ceniza + 5% cal | 3.021 | 1.769 | 2.888 | 2306.7 | 4.6 | 4.6 |
| | 3.029 | 1.775 | 2.889 | 2303.8 | 4.8 | |
| | 3.034 | 1.775 | 2.906 | 2308.2 | 4.4 | |

Tabla 12. Variación porcentual de porcentaje de absorción de muestras

| Identificación | Absorción (%) | Variación porcentual |
|--------------------|---------------|----------------------|
| Patrón | 3.53 | 0% |
| 8% ceniza | 3.63 | 2.83% |
| 8% ceniza + 1% cal | 4.1 | 16.14% |
| 8% ceniza + 3% cal | 4.33 | 22.66% |
| 8% ceniza + 5% cal | 4.6 | 30.31% |

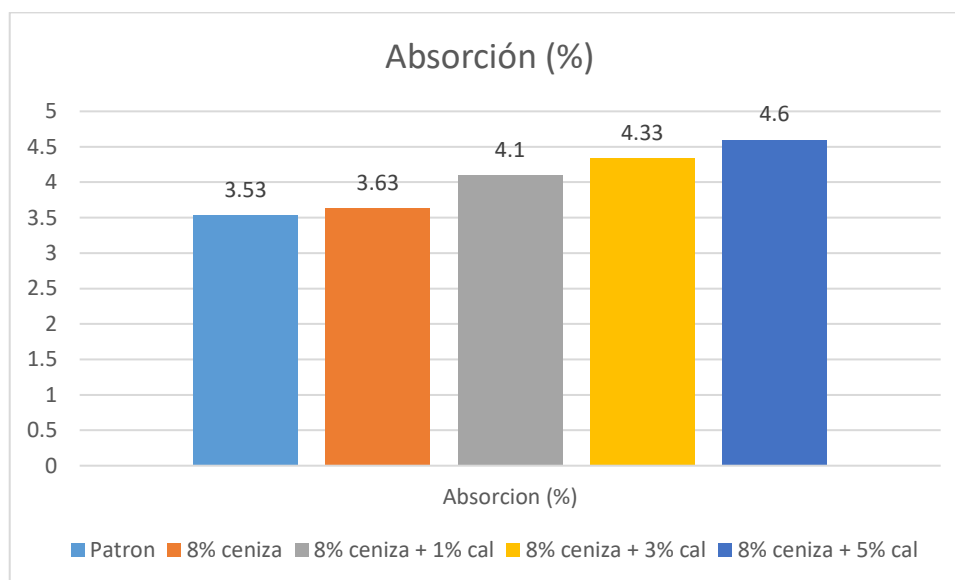


Figura 9. Valores de porcentaje de absorción en cada grupo de control
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 12 y figura 9, se puede notar las variaciones para los grupos de control en la cual presenta el valor más bajo la muestra patrón con un valor de absorción de 3.53 y va aumentando paulatinamente mientras aumenta la dosificación de ceniza y cal, con un aumento porcentual de 2.83%, 16.14%, 22.66% y 30.31% para las muestras de “8%ceniza”, “8%ceniza+1%cal”, “8%ceniza+3%cal” y “8%ceniza+5%cal” todo respecto al patrón, cabe notar que en ningún caso se sobrepasa el valor de 6% de absorción que es el máximo permitido para el adoquín peatonal según normativa.

Objetivo específico 2: Determinar el alabeo en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash – 2022.



Figura 10. Ensayo de alabeo en cada grupo de control
Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultados de ensayos de alabeo

| Identificación | cara superior concauidad (mm) | cara superior convexidad (mm) | cara inferior concauidad (mm) | cara inferior convexidad (mm) | Alabeo máximo (mm) | |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|---|
| Patrón | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 8% ceniza | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 8% ceniza + 1% cal | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 8% ceniza + 3% cal | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 8% ceniza + 5% cal | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | |
| | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | |

Tabla 14. Variación porcentual de porcentaje de absorción de muestras

| Identificación | Alabeo máximo (mm) | variación porcentual |
|--------------------|--------------------|----------------------|
| Patrón | 1 | 0% |
| 8% ceniza | 1 | 0% |
| 8% ceniza + 1% cal | 1 | 0% |
| 8% ceniza + 3% cal | 1 | 0% |
| 8% ceniza + 5% cal | 2 | 100.00% |

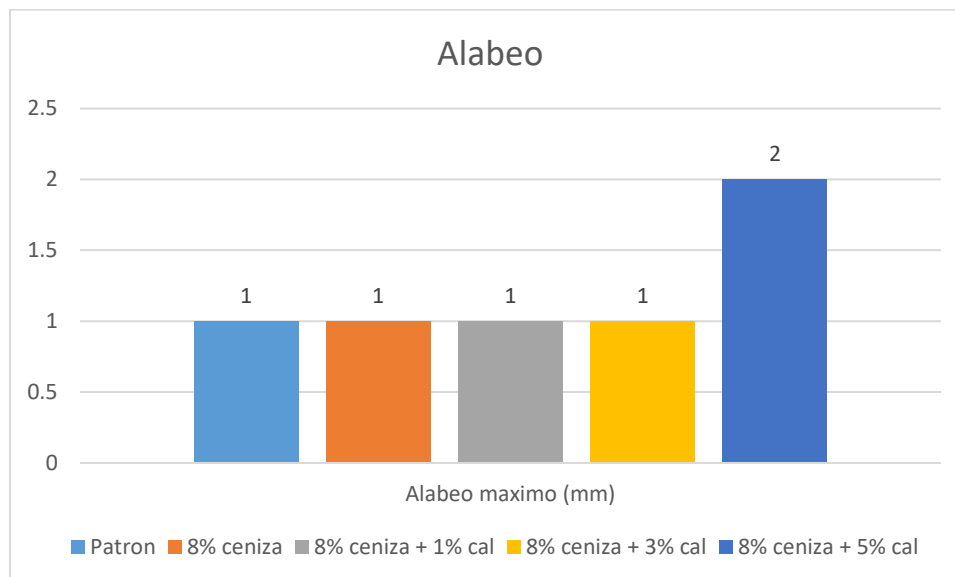


Figura 11. Valores de alabeo en cada grupo de control
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 14 y figura 11, se puede notar las variaciones en la medición de alabeo para los grupos de control en la cual se mantienen en un máximo de 1mm para las muestras patrón, “8%ceniza”, “8%ceniza+1%cal”, “8%ceniza+3%cal” y aumenta en un 100% hasta los 2mm para el grupo de control con “8%ceniza+5%cal”, si bien las variaciones no son grandes numéricamente lo cual puede deberse a las dimensiones del adoquín, si existe una variación porcentual grande.

Objetivo específico 3: Determinar la resistencia a la compresión en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash - 2022



Figura 12. Elaboración de grupos de control y curado de adoquín peatonal
Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Ensayo de rotura de adoquín peatonal grupos de control
Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resultados de ensayos de resistencia a la compresión

| Identificación | Carga (kg) | | f'c (kg/cm ²) | | Carga (kg) | | f'c (kg/cm ²) | | |
|--------------------|------------|--------|---------------------------|---------|------------|---------|---------------------------|---------|--------|
| | 7 días | 7 días | 14 días | 14 días | 28 días | 28 días | 28 días | 28 días | |
| Patrón | 58681.7 | 293.41 | 293.77 | 62609.5 | 313.1 | 318.56 | 65250.6 | 326.25 | 328.07 |
| | 59035 | 295.18 | | 63316.4 | 316.6 | | 68321.7 | 341.61 | |
| | 58541.2 | 292.71 | | 65211 | 326.1 | | 63270.8 | 316.35 | |
| 8% ceniza | 53561.4 | 267.81 | 271.96 | 66304.6 | 331.5 | 321.19 | 68423.1 | 342.12 | 332.22 |
| | 54472.2 | 272.36 | | 61896.6 | 309.5 | | 64602.2 | 323.01 | |
| | 55141.5 | 275.71 | | 64516.1 | 322.6 | | 66307.2 | 331.54 | |
| 8% ceniza + 1% cal | 52518.3 | 262.59 | 265.48 | 61763.5 | 308.8 | 300.04 | 64231.2 | 321.16 | 319.34 |
| | 51282.6 | 256.41 | | 62685.4 | 313.4 | | 65137.4 | 325.69 | |
| | 55487.2 | 277.44 | | 55574.7 | 277.9 | | 62231.6 | 311.16 | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------|---------|--------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|--------|
| 8% ceniza + 3% cal | 49753 | 248.77 | 260.77 | 55804.9 | 279 | 296.55 | 61807.3 | 309.04 | 312.12 |
| | 49973.8 | 249.87 | | 60003.1 | 300 | | 63859.3 | 319.3 | |
| | 56731.9 | 283.66 | | 62122.8 | 310.6 | | 61603.9 | 308.02 | |
| 8% ceniza + 5% cal | 57059.2 | 285.3 | 258.6 | 55911.4 | 279.6 | 289.04 | 61085.2 | 305.43 | 310.93 |
| | 54538.8 | 272.69 | | 58203.5 | 291 | | 62300.1 | 311.5 | |
| | 43561.7 | 217.81 | | 59307.7 | 296.5 | | 63171.8 | 315.86 | |

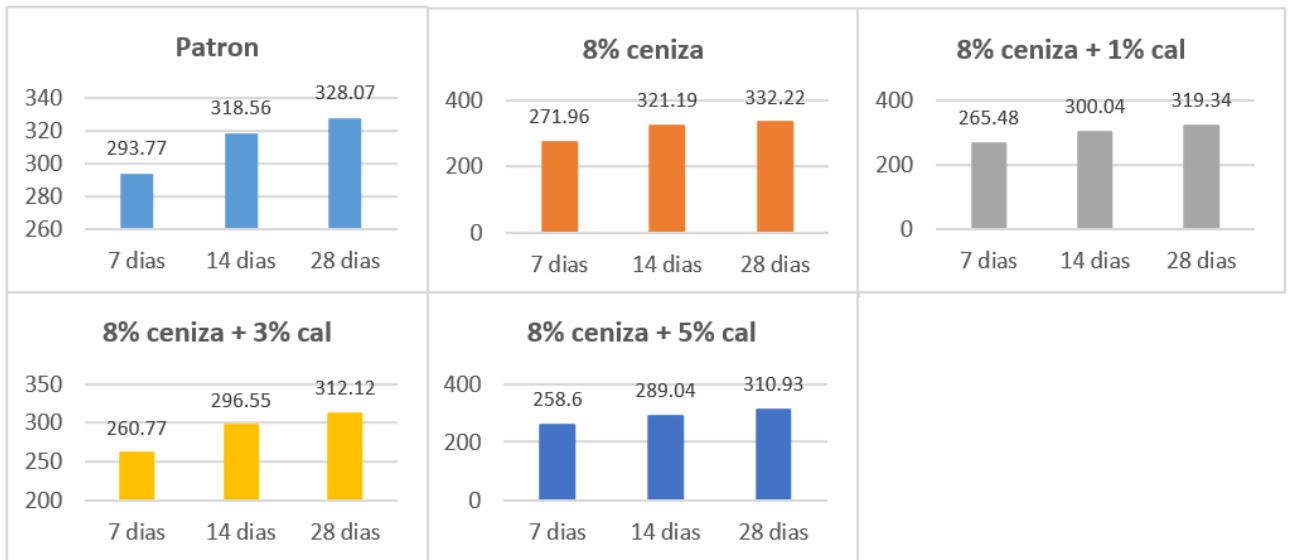


Figura 14. Ensayos de rotura de adoquín peatonal 7, 14 y 28 días
Fuente: Elaboración propia

En la **figura 14** se muestran los resultados promedio de la prueba de resistencia a la compresión de adoquín peatonal para cada grupo control en los días 7, 14 y 28 días respectivamente, cada resultado es el promedio de rotura de 3 adoquines peatonales ensayado en el día correspondiente, se observa un crecimiento paulatino durante el tiempo de fraguado según lo esperado para el concreto en cada grupo de control.

Tabla 16. Variación porcentual de resistencia a la compresión

| Identificación | Resistencia a la compresión | Variación porcentual |
|--------------------|-----------------------------|----------------------|
| Patrón | 328.07 | 0% |
| 8% ceniza | 332.22 | 1.26% |
| 8% ceniza + 1% cal | 319.34 | -2.66% |
| 8% ceniza + 3% cal | 312.12 | -4.86% |
| 8% ceniza + 5% cal | 310.93 | -5.22% |

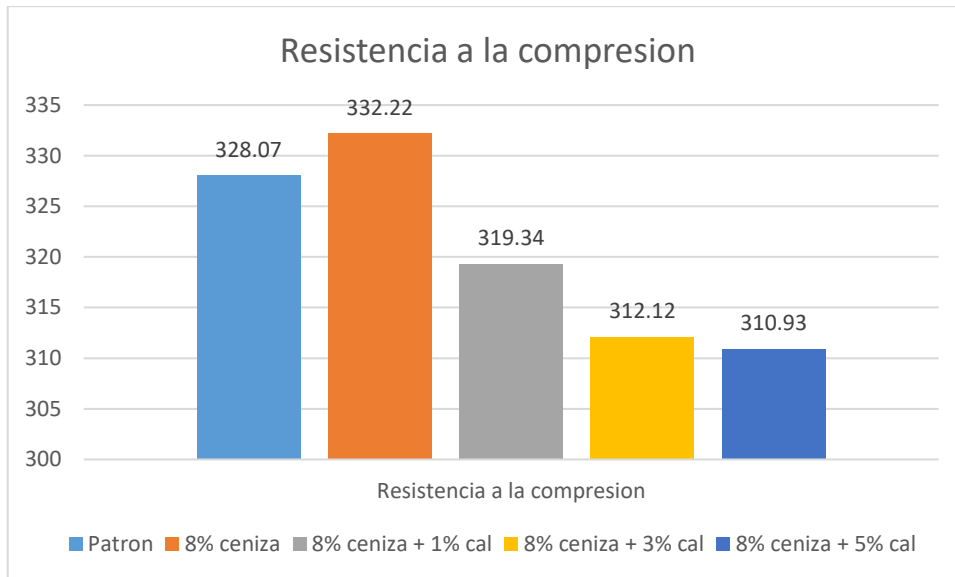


Figura 15. Valores de resistencia a la compresión en cada grupo de control
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 16 y figura 15, se puede notar las variaciones en las mediciones para los grupos de control en la cual se puede notar que existe un aumento de la resistencia a la compresión de un 1.26% para la muestra de “8%ceniza” mientras que si a esta se le adiciona porcentajes de cal las resistencia va disminuyendo según aumento del porcentaje de cal 2.66%, 4.86% y 5.22% para las muestras de “8%ceniza+1%cal”, “8%ceniza+3%cal” y 8%ceniza+5%cal” respectivamente, cabe notar que para el fin de la investigación que es el adoquín peatonal podría hacerse uso de las muestras de “8%ceniza” e incluso “8%+1%cal” por estar dentro de los valores aceptados por la normativa.

4.2 Contrastación de hipótesis

Contraste de hipótesis: Ceniza de leña de eucalipto y cal y la absorción máxima.

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal no influye notablemente en la absorción máxima de adoquín peatonal, Ancash - 2022.

H_a: La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en la absorción máxima de adoquín peatonal, Ancash - 2022.

Los valores de porcentaje de absorción máxima medida en los grupos de control con diversas dosificaciones de ceniza de eucalipto y cal se incrementan progresivamente según aumenta las dosificaciones, con un valor base de 3.53 para la muestra patrón se ven influido porcentualmente en 2.83%, 16.14%, 22.66% y 30.31% para los grupos de control con “8%ceniza”, “8%ceniza+1%cal”, “8%ceniza+3%cal” y “8%ceniza+5%cal” respectivamente. Es decir que la dosificación de ceniza de leña de eucalipto y cal si influyen notablemente en el valor de porcentaje de absorción máxima. (Ver Tabla 12 y Figura 9).

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influyen notablemente en el porcentaje de absorción máxima en Ancash - 2022.

Contraste de hipótesis: Ceniza de leña de eucalipto y cal y el alabeo.

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal no influye notablemente en el alabeo de adoquín peatonal, Ancash - 2022.

H_a: La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en el alabeo de adoquín peatonal, Ancash - 2022.

Los valores de alabeo medido en los grupos de control se mantienen en un máximo de 1mm para los grupos de control de 8%ceniza”, “8%ceniza+1%cal”,

“8%ceniza+3%cal” y al aumentar la proporción de cal hasta un 5% el valor de alabeo aumenta en un 100% hasta 2mm para el grupo de control con “8%ceniza+5%cal”. Es decir que la dosificación de ceniza de leña de eucalipto y cal si influyen notablemente en el valor de alabeo. (Ver Tabla 14 y Figura 11).

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influyen notablemente en el porcentaje de absorción máxima en Ancash - 2022.

Contraste de hipótesis: Ceniza de leña de eucalipto y cal y la resistencia a la compresión.

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal no influye notablemente en la resistencia a la compresión de adoquín peatonal, Ancash - 2022.

H_a : La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en la resistencia a la compresión de adoquín peatonal, Ancash - 2022.

Los valores de resistencia a la compresión medidos en los grupos de control tienen un efecto apreciable tomando en base la muestra patrón con 328.07 kg/cm² aumentando en un 1.26% para la muestra con “8%ceniza” y disminuyendo en 2.66%, 4.86% y 5.22% para las muestras con “8%ceniza+1%cal”, “8%ceniza+3%cal” y “8%ceniza+5%cal” respectivamente. Es decir que la dosificación de ceniza de leña de eucalipto y cal si influyen notablemente en el valor de la resistencia a la compresión. (Ver Tabla 16 y Figura 15).

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influyen notablemente en la resistencia a la compresión en Ancash - 2022.

V DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar la absorción máxima en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash – 2022. Chingel (2020) en su investigación “Evaluar las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III utilizando ceniza de hoja de eucalipto y micro sílice en la ciudad de Lima 2019”. la investigación fue realizada en la ciudad de Lima mediante adición de ceniza de hoja de eucalipto y el micro sílice, estos se usaron como aditivo en diversos porcentajes de control (7 grupos) el patrón, 12%, 14% y 16% de ceniza, 6% de ceniza y 2% de micro sílice, 8% de ceniza y 4% de micro sílice, 10% de ceniza y 6% de micro sílice para los cuales se determinó que la dosificación óptima de solo ceniza fue 14% logrando un $f'c=719.37\text{kg/cm}^2$ que es 29.1% de mejora en la resistencia a la compresión y presentó un porcentaje de absorción de agua de 3.9%, para el caso de ceniza y micro sílice la dosificación óptima fue de 8% y 4% el presentó $f'c=801.77\text{kg/cm}^2$ que es 36.4% de mejora respecto al patrón y presentó una 3.1% de absorción de agua, se consideró óptimo las dosificaciones de “14%ceniza” y “8%ceniza + 4%microsilice” para el trabajo de investigación.

En contraste al antecedente el presente trabajo hace uso de ceniza de leña de eucalipto como reemplazo en porcentaje del peso de cemento mientras en el antecedente se usó como aditivo en ambos casos se busca mejorar las propiedades físico mecánicas del adoquín en el presente trabajo para el adoquín peatonal mientras en el antecedente para adoquín vehicular, respecto a los resultados existe una mejora en ambas investigaciones para la resistencia a la compresión en diversas magnitudes en el presente trabajo se considera que el grupo con “8%ceniza” presenta los resultados óptimos mejorando 1.26% la resistencia, mientras en el antecedente el grupo de “14%ceniza” mejora 29.1% y el grupo “8%ceniza + 4%microsilice” mejora 36.4%, para el caso absorción máxima los valores si bien los valores presentan variación para los grupos de control en ambas investigaciones se encuentran entre los permitidos por normativa.

Objetivo 2: Determinar el alabeo en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash - 2022. Bernaola y Guardapuella (2021) en su investigación “Analizar y evaluar la influencia de ceniza del tronco de eucalipto en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en Anta – Cusco”. la investigación fue realizada en la ciudad de Anta – Cusco mediante reemplazo de cemento por ceniza de tronco de eucalipto en 4 grupos de control patrón, 5%, 9% y 13% respectivamente, para su análisis se midió resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad, donde los resultados obtenidos fueron una mejora a la resistencia a la compresión de 0.66% y 1.23% para los grupos de 5% y 9% y disminución de 1,42% para el grupo de 13% de ceniza, respecto al ensayo a la flexión aumenta en 3.9% y 9.9% para los grupos de 5% y 9% mientras disminuye en 16.4% para el grupo de 13% y respecto a la trabajabilidad esta va disminuyendo mientras aumenta la dosificación de ceniza en 7.3%, 14.6% y 21.9% respectivamente, se consideró óptimo la dosificación del grupo “9%ceniza” para el trabajo de investigación. En el presente trabajo y en el antecedente se hace uso de ceniza de leña de eucalipto como reemplazo en porcentaje del peso de cemento en ambos casos se busca mejorar las propiedades del concreto, en el presente trabajo para el caso del adoquín peatonal mientras en el antecedente para el concreto $f'c=210$ kg/cm², como parte de la contrastación de resultados en el antecedente se encontró una mejoría para el grupo de control de “9%ceniza” en un 1.23% mientras que en el presente trabajo se encontró una mejora de 1.26% para la muestra de “8%ceniza” mostrando correlación en los porcentajes óptimos de ambas investigaciones, para el caso de ensayo a flexión que se tomó en el antecedente este no aplico para el presente trabajo por la naturaleza de la estructura del adoquín.

Objetivo 3: Determinar la resistencia a la compresión en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash – 2022. Aguilar y Díaz (2021) en su investigación “Determinar la adición de cal para mejorar la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en Moyobamba”. la investigación fue realizada en la ciudad de Moyobamba – San Martín mediante adición de cal en la

muestra patrón para diversas dosificaciones formando 4 grupos de control patrón, 4%, 8% y 12% de cal respectivamente, para el análisis se midió resistencia a la compresión, trabajabilidad y análisis de costo, los resultados obtenidos fueron un aumento de la resistencia en 9.6%, 6.8% y 1.4% para los grupos de 4%, 8% y 12% respectivamente, respecto a la trabajabilidad esta disminuye cuando aumenta la dosificación, respecto al costo se incrementa en 1.8%, 3.6% y 5.4% respectivamente, se consideró 4% la dosificación óptima para el trabajo de investigación. En contraste al antecedente el presente trabajo hace uso de cal como reemplazo en porcentaje del peso de cemento mientras que en el antecedente se usó como aditivo, en ambos casos se busca mejorar las propiedades del concreto en el presente trabajo para el adoquín peatonal mientras en el antecedente para concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, como parte de la contrastación de resultados para el presente trabajo se encuentre una mejoría para la muestra con "8% ceniza" mientras que si se aumenta a esta misma porcentajes de cal de 1%, 3% y 5% las resistencia cae por debajo del patrón en todo los casos, para el caso del antecedente solo se usó cal como aditivo y existió una mayor mejoría de la resistencia para la muestra con 4% con un 9.6% de mejoría por encima de 4% presento disminución, para el caso de trabajabilidad y análisis de costos no fueron variables en la presente investigación.

VI CONCLUSIONES

Luego de la investigación y pruebas de laboratorio realizadas respecto al porcentaje de absorción máxima se observa que dicha propiedad física aumenta paulatinamente según los grupos de control con mayor cantidad de ceniza y cal, se obtuvo un mínimo de 3.53% para la muestra patrón y un máximo de 4.6% para la muestra con 8% ceniza y 5% cal el cual es 30.31% mayor al patrón, cabe nota que en ningún caso se supera el máximo de 6% que es el máximo permitido para adoquín peatonal como se observa en la tabla 2. Por lo tanto, la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en la absorción máxima de adoquín peatonal, Ancash – 2022.

Luego de la investigación y pruebas de laboratorio realizadas respecto al alabeo se observa que dicha propiedad física se mantiene en un máximo de 1mm de concavidad y convexidad para las muestras patrón, “8%ceniza”, “8%ceniza + 1%cal”, “8%ceniza + 3%cal” y varía hasta un máximo de 2 mm para la muestra de “8% ceniza y 5% cal” el cual representa un 100% de variación respecto al patrón. Por lo tanto, la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en el alabeo de adoquín peatonal, Ancash – 2022.

Luego de la investigación y pruebas de laboratorio realizadas respecto a la resistencia a la compresión se observa que dicha propiedad mecánica muestra aumenta en un 1.26% (332.22 kg/cm²) para el grupo de control de “8%ceniza” y disminuye en 2.66% (319.34 kg/cm²) para la muestra “8%ceniza + 1%cal”, 4.86% para la muestra “8%ceniza + 3%cal” y 5.22% (310.93 kg/cm²) para la muestra “8% ceniza y 5% cal” todos respecto al patrón (328.07 kg/cm²). Por lo tanto, la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en la resistencia a la compresión de adoquín peatonal, Ancash – 2022.

VII RECOMENDACIONES

Incorporar 8% de ceniza de leña de eucalipto en reemplazo respecto al peso de cemento muestra comportamientos positivos para elaboración de adoquín peatonal, por lo que podría ser usado en zonas rurales donde esté disponible dicho material y buscar nuevas utilidades para el mismo.

Verificar la relación agua cemento en el diseño de mezcla será importante debido a que al reemplazar el cemento con ceniza de leña de eucalipto y cal tiende a disminuir la trabajabilidad del concreto pudiendo generar dificultad durante la elaboración del adoquín peatonal.

Ampliar a futuro estudios de dosificaciones para adoquín peatonal en zonas rurales mediante adición de ceniza de leña de eucalipto y cal como aditivo o reemplazando la ceniza en peso de cemento y usando cal como aditivo para analizar comportamiento.

REFERENCIAS

- AGUILAR, Jorge y DÍAZ, Víctor. Adición de cal para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – Moyobamba – San Martín. Tesis (Ingeniero Civil). Moyobamba: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 65 pp.
- ARTEAGA, Gabriel. La unidad de análisis explicada [en línea]. 14 de marzo de 2022. [Fecha de consulta: 28 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.testsiteforme.com/unidad-de-analisis/>.
- ASTM C 140 - 03. Standard Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units. United States: ASTM International. 2003. 10 pp.
- AWODIJI, Chioma, ONWUKA, Davis, AWODIJI, Olayinka y DIKE, Benedicta. Investigation of the compressive strength of lime-cement concrete. Nigeria building and road research institute, federal ministry of science and technology [en línea]. Julio 2018. [Fecha de consulta: 17 de mayo 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326551940_INVESTIGATION_OF_THE_COMPRESSIVE_STRENGTH_OF_LIME-CEMENT_CONCRETE.
- BAVARESCO, Aura. Proceso Metodológico en la Investigación. 6ta. ed. Maracaibo. Imprenta Internacional, CA, 2013. 225 pp.
ISBN: 9789801267584
- BERNAOLA, Yessica y GUARDAPUCLLA, Henry. Influencia de la ceniza del tronco del eucalipto en las propiedades físico mecánicas del concreto de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Anta, Cusco – 2021. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 90 pp.
- BOCAREJO, Juan. Congestion in Latin American Cities: Innovative Approaches for a Critical Issue. International Transport Forum Discussion Papers [en línea].

No. 28. Setiembre 2020. [Fecha de consulta: 5 de mayo 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1787/938de08e-en>.

CARBALLO, Miriam y GUELMES, Esperanza. Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. *Revista Universidad y Sociedad* [en línea]. Vol. 8. abril 2016. [Fecha de consulta: 22 de mayo 2022]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n1/rus20116.pdf>.

CEMEX. ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 2 de junio 2022]. Disponible en: [https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20la%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20\(psi](https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20la%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20(psi)

CHANG, Raymond y GOLDSBY, Kenneth. *Química*. 12a ed. México: McGraw-Hill, 2017. 1109 pp.
ISBN: 978-1-4562-5705-7

CHINGUEL, Rossynny. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 100 pp.

CHOWDHURY, Swaptik, MISHRA, Mihir y SUGANYA, Om. The incorporation of wood waste ash as a partial cement replacement material for making structural grade concrete. *Ain shams engineering journal* [en línea]. 2015, n.o 6. [Fecha de consulta: 12 de mayo 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/270163491_The_incorporation_of_wood_waste_ash_as_a_partial_cement_replacement_material_for_making_structural_grade_concrete_An_overview.

DECK, Katie. The 5 Methods for Testing Paver Safety [en línea]. FIREROCK. 2016. [Fecha de consulta: 25 de mayo 2022]. Disponible en: <https://love.firerock.us/blog/the-5-methods-for-testing-paver-safety#:~:text=Key%20facts%20on%20compressive%20stregth,936%2D13%20are%208%2C000%2B%20psi>.

ESAN Business. Conexión ESAN. 3 de octubre de 2016. [Fecha de consulta: 4 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/que-es-la-estadistica-descriptiva>.

FORMPLUS. What is Applied Research? + [Types, Examples & Method] [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 5 de junio 2022]. Disponible en: <https://www.formpl.us/blog/applied-research>

HAMID, Zubaid y RAFIQ, Suhail. A Comparative Study on Strength of Concrete Using Wood Ash as Partial Replacement of Cement. FIC.SISTEEM [en línea]. 4 de setiembre 2020, n.o 955. [Fecha de consulta: 18 de mayo 2022]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/955/1/012043>.

HANDAYASARI, Indah y PUSPA, Gita. Study of Paper Waste Based Paving Blocks on Compressive Strength and Water Absorption. International Journal of Structural and Civil Engineering Research [en línea]. Vol. 9, n.o 1. febrero 2020. [Fecha de consulta: 16 de mayo 2022]. Disponible en: <http://www.ijscer.com/uploadfile/2020/0120/20200120055837487.pdf>.

HERNANDEZ, Sampieri. Metodología de la investigación. 6ta ed. México: McGRAW-HILL, 2014. 599 pp.
ISBN: 978-1-4562-2396-0

HIMOURI, Khedidja, HAMOUINE, Abdelmadjid y GUETTATFI, Lamia. Effects of portland cement and quicklime on physical and mechanical characteristic of earth concrete. Jordan journal of civil engineering [en línea]. Setiembre 2021,

n.o 4. [Fecha de consulta: 16 de mayo 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/355147379_Effects_Of_Portland_Cement_And_Quicklime_On_Physical_And_Mechanical_Characteristics_Of_Earth_Concrete.

IMCYC. Pruebas de resistencia a la compresión del concreto. Instituto mexicano del cemento y concreto [en línea]. junio 2006. [Fecha de consulta: 21 de mayo 2022]. Disponible en: <http://www.imcyc.com/ct2006/junio06/PROBLEMAS.pdf>.

INFINITIA Industrial. Ensayos de propiedades mecánicas: Materiales puestos a prueba [en línea]. Zaragoza. INFINITIA Industrial Consulting. [Fecha de consulta: 20 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/ensayos-propiedades-mecanicas-materiales/#:~:text=Las%20propiedades%20mec%C3%A1nicas%20de%20un,y%20resistir%20fuerzas%20o%20deformaciones>.

LOPEZ-ROLDAN, Pedro y FACHELLI, Sandra. El diseño de la muestra. En P. López-Roldán y S. Fachelli, Metodología de la Investigación Social Cuantitativa Metodología de la investigación social cuantitativa. Bellaterra: Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona, 2017. pp. 6 – 58.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios. Lima. 2020. 86 pp.

MONTAGNA, Sergio. Cal: Uso y aplicaciones. Caleras san juan. 2016. Disponible en: <https://www.calerassanjuan.com/usos.html>.

NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION (NRMCA). CIP 19 – Alabeo de losas de concreto [en línea]. [Fecha de consulta: 23 de mayo

2022]. Disponible en: <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/19pes.pdf>

NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION (NRMCA). CIP 35 – Prueba de resistencia a la compresión del concreto [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.crmca.com/wp-content/uploads/2016/08/CIP-35-Spanish.pdf>.

NICOLAS, Maria, CRUZ, Julio, VERDE, Ysmael y YELADAQUI, Alberto. Influencia de la Ceniza de Madera de Pino en la Resistencia a la Compresión de un Concreto. Academia Journals Celaya [en línea]. Noviembre 2015. [Fecha de consulta: 18 de mayo 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/359443092_2015_CEL640_NICOLASJIMENEZ_2015_Academia_Journals.

NORMA TECNICA PERUANA 399.611. Unidades de albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. 3da ed. Lima: INACAL. 2017. 11 pp.

NORMA TECNICA PERUANA 399.613. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2da ed. Lima: INACAL. 2017. 34 pp.

OTZEN, Tamara y MONTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol [en línea]. Vol. 35, n.o 1. marzo 2017. [Fecha de consulta: 10 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>.

QUESTION Pro. Sample: Definition, Methodologies, Types, formula, and Examples QuestionPro [en línea]. [Fecha de consulta: 4 de junio 2022]. 2022. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/sample/>

QUÍMICA Industrial. Cal viva [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 14 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.quimicaindustrial.pe/producto/cal->

t%20Management%20Practices%20for%20Wood%20Ash%20as%20Agricu
ltural%20Soil%20Amendment.

USEDÓ, Rafael. Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico. Universitat politècnica de valencia [en línea]. junio 2015. [Fecha de consulta: 23 de mayo 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/60200/Memoria>.

VELAZQUEZ, Aldrin. ¿Qué es la investigación correlacional? [en línea]. QuestionPro. 2022. [Fecha de consulta: 4 de junio 2022]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-correlacional/>

VILLASÍS, Miguel, MÁRQUEZ, Horacio, ZURITA, Jessie, MIRANDA, Guadalupe y ESCAMILLA, Alberto. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. Rev Alerg Mex [en línea]. Octubre 2018, Vol. 65, n.o 4. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2022]. Disponible en: <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/560/897>.

VIVAS, Karol. Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial de agregado fino. Tesis (Ingeniero Civil). Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016. 84 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022


Autor: Saavedra Salcedo, Jimmy Paul

| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSION | INDICADOR | ESCALA DE MEDICION |
|--|--|--|---|---|--------------------|
| Variable 1 ceniza de leña de eucalipto y cal | La ceniza de madera es el residuo orgánico y inorgánico que queda luego de la combustión de madera, en promedio la quema de madera produce alrededor de 6-10% de ceniza, la composición de la ceniza puede variar según el proceso al cual ha sido sometido (University of georgia extension, 2020, p.1). En el caso de la cal viva este se produce a partir de la calcinación de rocas calizas o dolomías dando como resultado a un polvo blanco, se denomina cal viva a las formas materiales que se tiene del óxido de calcio (QuimicalIndustrial, 2022, p.1) | se realizará una dosificación para la ceniza de leña de eucalipto de 8% y tres dosificaciones para la cal de 1%, 3% y 5%, las cuales reemplazar el contenido de cemento en la mezcla, estas conformaran 5 grupos de control. | Dosificación de ceniza de leña de eucalipto | 8% | Absoluto |
| | | | Dosificación de cal | 1%, 3% y 5% | Absoluto |
| | | | Propiedad física | Peso específico de la ceniza de leña de eucalipto | De razón |
| Peso específico de la Cal | De razón | | | | |
| Variable 2 propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal | La propiedad física son las características medibles y observables de una sustancia, sin que estas alteren la composición u identidad de la sustancia (Chang, 2012, p.7). Para el caso de la propiedad mecánica estas son aquellas que interactúan al aplicarse una fuerza, es decir son características que un material posee las cuales están relacionadas con capacidades de resistir y transmitir fuerzas o deformaciones (INFINITIA, 2022, P.1) | la evaluación de las propiedades físico mecánicas del adoquín peatonal se realizará mediante pruebas de laboratorio de absorción máxima, alabeo y la resistencia a la compresión de acuerdo a la normativa peruana vigente. | Propiedades Físicas | Absorción máxima (%) | De razón |
| | | | | Alabeo | De razón |
| | | | Propiedad mecánica | Resistencia a la compresión | De razón |

Anexo 2. Matriz de consistencia

| Título: Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022 | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|--|---|
| Autor: Saavedra Salcedo, Jimmy Paul | | | | | | | |
| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores | Instrumentos | Metodología |
| Problema General: | Objetivo general: | Hipótesis general: | Variable 1 ceniza de leña de eucalipto y cal | Dosificación de ceniza de leña de eucalipto | 8% | Ficha de registro de resultado | Tipo de investigación Aplicada Enfoque de investigación Cuantitativo El diseño de la investigación Experimental(cuasi-experimental) El nivel de la investigación: Correlacional Población: Infinita Muestra: 75 adoquines peatonales Muestreo: No probabilístico |
| ¿De que manera la adición ceniza de leña de eucalipto y cal influyen en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022? | Evaluar las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal, Ancash - 2022 | La ceniza de leña de eucalipto y cal influyen notablemente en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022 | | Dosificación de cal | 1%, 3% y 5% | Ficha de registro de resultado | |
| | | | | Propiedad física | Peso específico de la ceniza de leña de eucalipto | Ficha de registro de resultado | |
| | | | | | Peso específico de la Cal | Ficha de registro de resultado | |
| Problemas Específicos: | Objetivos específicos: | Hipótesis específicas: | Variable 2 propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal | Propiedades físicas | Absorción máxima (%) | Ficha de resultado de laboratorio (NTP 399.613 2017) | |
| ¿En cuanto influye la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal en la absorción máxima de adoquín peatonal, Ancash - 2022? | Determinar la absorción máxima en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal , Ancash - 2022 | La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en la absorción máxima de adoquín peatonal, Ancash - 2022 | | | Alabeo | Ficha de resultado de laboratorio (NTP 399.613 2017) | |
| ¿En cuanto influye la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal en el alabeo de adoquín peatonal, Ancash - 2022? | Determinar el alabeo en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal , Ancash - 2022 | La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en el alabeo de adoquín peatonal, Ancash - 2022 | | Propiedad mecánica | Resistencia a la compresión | Ficha de resultado de laboratorio (NTP 399.613 2017) | |
| ¿En cuanto influye la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión de adoquín peatonal, Ancash - 2022? | Determinar la resistencia a la compresión en los adoquines peatonales con la adición de ceniza de leña de eucalipto y cal , Ancash - 2022 | La adición de ceniza de leña de eucalipto y cal influye notablemente en la resistencia a la compresión de adoquín peatonal, Ancash - 2022 | | | | | |

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Ceniza de leña de eucalipto y cal

"Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022"

Fecha:
Numero de ficha:

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica
Departamento: Provincia: Distrito:

Parte B: Dosificación de ceniza de leña de eucalipto

| | |
|----|--|
| 8% | |
|----|--|

Parte C: Dosificación de cal

| | |
|----|--|
| 1% | |
| 3% | |
| 5% | |


Apellidos y nombre(s) del Juez evaluador: **UTRILLA SALINAS ALEX**

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]


Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: **INGENIERO CIVIL**

Nº de registro CIP: **224408**



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Consejo Regional Ancash - Hualay
UTRILLA SALINAS ALEX
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 204408

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Ceniza de leña de eucalipto y cal

"Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022"

Fecha:
Numero de ficha:

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica
Departamento: Provincia: Distrito:

Parte B: Dosificación de ceniza de leña de eucalipto

| | |
|----|--|
| 8% | |
|----|--|

Parte C: Dosificación de cal

| | |
|----|--|
| 1% | |
| 3% | |
| 5% | |


Apellidos y nombre(s) del Juez evaluador: **SALAS RAMÍREZ, ELVA MARTHA**

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]


Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: **INGENIERO CIVIL**

Nº de registro CIP: **200877**



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Ing. Elva Martha Salas Ramirez
Ingeniero Civil
CIP 200877

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Ceniza de leña de eucalipto y cal

"Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022"

Fecha:
Numero de ficha:

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica
Departamento: Provincia: Distrito:

Parte B: Dosificación de ceniza de leña de eucalipto

| | |
|----|--|
| 8% | |
|----|--|

Parte C: Dosificación de cal

| | |
|----|--|
| 1% | |
| 3% | |
| 5% | |

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []


Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: MORENO HUAMAN ELMER

Especialista: Metodólogo [] Temático

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: INGENIERO CIVIL

Nº de registro CIP: 210906 **JJ GEOTECNIA S.A.C.**



ELMER MORENO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 210906
Firma y Sello

Anexo 4. Validez

| Validez | Pregunta | Puntuación | | Observaciones |
|---------------|---|------------|-----------|---------------|
| | | 0 | 1 | |
| De contenido | 1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general? | | X | |
| | 2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos? | | X | |
| | 3 ¿El número de dimensiones es adecuado? | | X | |
| | 4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos? | | X | |
| | 5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos? | | X | |
| De constructo | 6 ¿El número de indicadores es adecuado? | | X | |
| | 7 No existe ambigüedad en los indicadores | | X | |
| | 8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada? | | X | |
| | 9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar? | | X | |
| | 10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable? | | X | |
| De criterio | 11 ¿Los indicadores son medibles? | | X | |
| | 12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad? | | X | |
| | 13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico? | | X | |
| | 14 ¿La secuencia planteada es adecuada? | | X | |
| | 15 No es necesario considerar otros campos | | X | |
| Total | | | 15 | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Utrilla Salinas Alex

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 204408

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



| Validez | Pregunta | Puntuación | | Observaciones |
|---------------|---|------------|-----------|---------------|
| | | 0 | 1 | |
| De contenido | 1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general? | | X | |
| | 2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos? | | X | |
| | 3 ¿EL número de dimensiones es adecuado? | | X | |
| | 4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos? | | X | |
| | 5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos? | | X | |
| De constructo | 6 ¿El número de indicadores es adecuado? | | X | |
| | 7 No existe ambigüedad en los indicadores | | X | |
| | 8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada? | | X | |
| | 9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar? | | X | |
| | 10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable? | | X | |
| De criterio | 11 ¿Los indicadores son medibles? | | X | |
| | 12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad? | | X | |
| | 13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico? | | X | |
| | 14 ¿La secuencia planteada es adecuada? | | X | |
| | 15 No es necesario considerar otros campos | | X | |
| Total | | | 15 | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Salas Ramirez, Elva Martha

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 200877

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



| Validez | Pregunta | Puntuación | | Observaciones |
|---------------|---|------------|-----------|---------------|
| | | 0 | 1 | |
| De contenido | 1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general? | | X | |
| | 2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos? | | X | |
| | 3 ¿El número de dimensiones es adecuado? | | X | |
| | 4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos? | | X | |
| | 5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos? | | X | |
| De constructo | 6 ¿El número de indicadores es adecuado? | | X | |
| | 7 No existe ambigüedad en los indicadores | | X | |
| | 8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada? | | X | |
| | 9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar? | | X | |
| | 10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable? | | X | |
| De criterio | 11 ¿Los indicadores son medibles? | | X | |
| | 12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad? | | X | |
| | 13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico? | | X | |
| | 14 ¿La secuencia planteada es adecuada? | | X | |
| | 15 No es necesario considerar otros campos | | X | |
| Total | | | 15 | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: MORENO HUAMAN ELMER

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 210906

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Anexo 5. Normativa

| | |
|--|--|
| NORMA TÉCNICA PERUANA | NTP 399.611 2017 |
| Dirección de Normalización - INACAL Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27) | Lima, Perú |
| <p>UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos</p> <p>MASONRY UNITS. Solid concrete interlocking paving units. Requirements</p> <p>2017-12-27 3ª Edición</p> | |
| R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03 I.C.S.: 93.080.20 Descriptores: Unidad, albañilería, adoquín, concreto, pavimento, requisito | Precio basado en 11 páginas ESTA NORMA ES RECOMENDABLE |

Norma tecnica peruana NTP 399.611 Unidades de albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos.

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 399.613
2017**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work

**2017-12-27
2ª Edición**

R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03

Precio basado en 34 páginas

I.C.S.: 81.080

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Absorción, resistencia a la compresión, eflorescencia, congelamiento y descongelamiento, rapidez inicial de absorción, cambio de longitud, módulo de rotura, descuadre, muestreo, tamaño, área de vacíos, alabeo

Norma tecnica peruana NTP 399.611 Unidades de albañileria. Metodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañileria.

Anexo 6. Panel fotográfico



Figura 1: Leña de eucalipto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 2: Calle sin pavimentar.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3: Recolección de ceniza de leña de eucalipto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 4: Horno artesanal para cal.
Fuente: Elaboración propia



Figura 5: Molde para elaboración de adoquín.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 6: Dosificación de Materiales
Fuente: Elaboración propia



Figura 7: Mezcla de materiales para adoquín.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 8: Elaboración de adoquín.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 9: Curado de muestras de adoquín peatonal.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 10: Grupos de control
Fuente: Elaboración propia




Figura 11: Ensayos de rotura.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 12: Muestras ensayadas.
Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Certificados de laboratorio



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTP 399.604

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Saavedra Salgado, Jimmy Paul
PROYECTO : Influencia de ceniza de laña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022
UBICACIÓN : Lima
Fecha de ensayo : 13-09-2022

| IDENTIFICACIÓN | Peso saturado (kg) | Peso sumergido (kg) | Peso seco (kg) | Absorción (%) | Densidad (kg/m3) |
|----------------|--------------------|---------------------|----------------|---------------|------------------|
| PATRÓN | 3.141 | 1.894 | 3.035 | 3.5 | 2358.2 |
| PATRÓN | 3.089 | 1.821 | 2.962 | 3.6 | 2351.7 |
| PATRÓN | 3.103 | 1.812 | 2.968 | 3.5 | 2322.2 |

CÁLCULOS:

Absorción, % = $(W_s - W_d) / W_d \times 100$


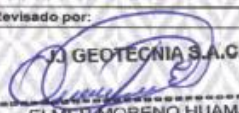

Densidad, kg/m3 = $[W_d / (W_s - W_i)] \times 1000$

DONDE:

Ws: Peso saturado del espécimen, (kg)
 W: Peso sumergido del espécimen, (kg)
 Wd: Peso seco al horno del espécimen, (kg)

OBSERVACIONES:

* Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|---|
| <p>Elaborado por:</p> <div style="text-align: center;">  JJ GEOTECNIA S.A.C. VºBº LABORATORIO DE MATERIALES </div> <p style="font-size: small;">Jefe de Laboratorio</p> | <p>Revisado por:</p> <div style="text-align: center;">  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 </div> <p style="font-size: small;">Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p> | <p>Aprobado por:</p> <div style="text-align: center;">  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD </div> <p style="font-size: small;">Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p> |
|---|--|---|

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.804

| | |
|------------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Saravendra Salgado, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de la/a de eucalipto y cañ en las propiedades físico-mecánicas de adoquín paventosa, Ancaesh - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima |
| Fecha de ensayo | : 13-05-2022 |

| IDENTIFICACIÓN | Peso saturado (kg) | Peso sumergido (kg) | Peso seco (kg) | Absorción (%) | Densidad (kg/m ³) |
|----------------|--------------------|---------------------|----------------|---------------|-------------------------------|
| 8% Ceniza | 3.075 | 1.796 | 2.968 | 3.6 | 2318.8 |
| 8% Ceniza | 3.07 | 1.793 | 2.963 | 3.6 | 2320.3 |
| 8% Ceniza | 3.083 | 1.799 | 2.973 | 3.7 | 2315.4 |

CÁLCULOS:

$$\text{Absorción, \%} = (W_s - W_d) / W_d \times 100$$


$$\text{Densidad, kg/m}^3 = W_d / (W_s - W) \times 1000$$

DONDE:

- Ws: Peso saturado del espécimen, (kg)
- W: Peso sumergido del espécimen, (kg)
- Wd: Peso seco al horno del espécimen, (kg)

OBSERVACIONES:

- * Muestras identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE ENSAYO DE
MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

NTP 399.804

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Salvestre Sacedo, Jimmy Paul
PROYECTO : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adobín peatonal, Ancash - 2022
UBICACIÓN : Lima
Fecha de ensayo : 13-06-2022

| IDENTIFICACIÓN | Peso saturado (kg) | Peso sumergido (kg) | Peso seco (kg) | Absorción (%) | Densidad (kg/m ³) |
|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|---------------|-------------------------------|
| 8% Ceniza + 1% Cal | 3.022 | 1.74 | 2.901 | 4.2 | 2262.9 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 3.002 | 1.731 | 2.886 | 4.0 | 2270.7 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 3.003 | 1.735 | 2.885 | 4.1 | 2275.2 |

CÁLCULOS:

Absorción, % = $(W_s - W_d) / W_d \times 100$




Densidad, kg/m³ = $[W_d / (W_s - W_1)] \times 1000$

DONDE:

W_s: Peso saturado del espécimen, (kg)
W_i: Peso sumergido del espécimen, (kg)
W_d: Peso seco al horno del espécimen, (kg)

OBSERVACIONES:

* Muestras identificadas por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de calidad de JJ GEOTECNIA.

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---|--|---|
|  |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|--|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO |
|--|--|

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.604

| | |
|------------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Saavedra Galardo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adobe muestreado, Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima |
| Fecha de ensayo | : 13-05-2022 |

| IDENTIFICACIÓN | Peso saturado (kg) | Peso sumergido (kg) | Peso seco (kg) | Absorción (%) | Densidad (kg/m ³) |
|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|---------------|-------------------------------|
| 0% Ceniza + 3% Cal | 3.028 | 1.759 | 2.900 | 4.4 | 2303.4 |
| 0% Ceniza + 3% Cal | 3.034 | 1.752 | 2.909 | 4.3 | 2323.5 |
| 0% Ceniza + 3% Cal | 3.038 | 1.755 | 2.913 | 4.3 | 2324.8 |

CÁLCULOS:

Absorción, % = $(W_s - W_d) / W_d \times 100$

Densidad, kg/m³ = $(W_d / (W_s - W_i)) \times 1000$

DONDE:

Ws: Peso saturado del espécimen, (kg)





W: Peso sumergido del espécimen, (kg)

Wd: Peso seco al horno del espécimen, (kg)

OBSERVACIONES:

* Muestras identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción, parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|   Jefe de Laboratorio |  JJ GEOTECNIA S.A.C. <hr/> ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. <hr/> CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

NTP 399.604

| | |
|------------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Saavedra Salgado, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adobe para muros, Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima |
| Fecha de ensayo | : 13-05-2022 |

| IDENTIFICACIÓN | Peso saturado (kg) | Peso sumergido (kg) | Peso seco (kg) | Absorción (%) | Densidad (kg/m ³) |
|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|---------------|-------------------------------|
| 8% Ceniza + 5% Cal | 3.021 | 1.769 | 2.888 | 4.6 | 2306.7 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 3.029 | 1.775 | 2.889 | 4.8 | 2303.8 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 3.034 | 1.775 | 2.906 | 4.4 | 2308.2 |

CÁLCULOS:

Absorción, % = $(W_s - W_d) / W_d \times 100$

Densidad, kg/m³ = $[W_d / (W_s - W_i)] \times 1000$

DONDE:

Ws: Peso saturado del espécimen, (kg)


Wi: Peso sumergido del espécimen, (kg)

Wd: Peso seco al horno del espécimen, (kg).

OBSERVACIONES:

* Muestras identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--|---|---|
| Elaborado por:  | Revisado por:  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO |
|-------------------------------------|-------------------------------------|

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP-399.613

| | | |
|--------------------|---|------------------------------------|
| REFERENCIA | - Datos de laboratorio | |
| SOLICITANTE | - Saavedra Salcedo, Jimmy Paul | |
| PROYECTO | - Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adóquín peatonal, Ancastr - 2022 | |
| UBICACION | - Lima | Fecha de ensayo: 13/10/2022 |
| TIPO | - Adóquines | |
| PROCEDENCIA | - | |

| IDENTIFICACION | CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm) | CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm) | CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm) | CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm) | ALABEO MÁXIMO (mm) |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| PATRÓN | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| PATRÓN | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| PATRÓN | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 8% Ceniza | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 8% Ceniza | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 8% Ceniza | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 |

OBSERVACIONES:
 * Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|---|--|--|
|  Elaborado por: Jefe de Laboratorio | Revisado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|---|--|--|

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.604

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | Sanvedra Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cai en las propiedades físico-mecánicas de adobe para el Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | Lima |
| | FECHA DE ENSAYO: 22/09/2022 |

| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 7 | | |
|------------------------|---------------|---------------|--------------------------|------------------|---|
| IDENTIFICACIÓN | Largo (cm) | Ancho (cm) | Ag (cm ²) | W (kg) | f _b (kg/cm ²) |
| PATRÓN | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 58681.7 | 293.4 |
| PATRÓN | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 59035.0 | 295.2 |
| PATRÓN | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 58541.2 | 292.7 |
| | | | | Promedio: | 293.8 |

CÁLCULO :

$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|-------------------------------------|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO |
|-------------------------------------|---|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.804

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | Saavedra Saavedra, Jimmy Paul |
| PROYECTO | Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adóquín personal, Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | Lima FECHA DE ENSAYO: 22/09/2022 |

| | | | | | |
|------------------------|-------------|-------------|-----------------------|---------|--------------------------------------|
| Fecha de elaboración : | 19/09/2022 | EDAD (días) | 7 | | |
| IDENTIFICACIÓN | Largo cm | Ancho cm | Ag cm ² | W kg | f _c kg/cm ² |
| 8% Ceniza | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 53561.4 | 267.8 |
| 8% Ceniza | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 54472.2 | 272.4 |
| 8% Ceniza | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 55141.5 | 275.7 |
| Promedio: | | | | | 272.0 |

CÁLCULO:




$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicado por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES | Revisado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.604

| | |
|--------------------|---|
| REFERENCIA | : Datos del laboratorio |
| SOLICITANTE | : Saavedra Saucedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adaguita pastorel, Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima |
| | FECHA DE ENSAYO: 22/09/2022 |

| | | | |
|------------------------|------------|-------------|---|
| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 7 |
|------------------------|------------|-------------|---|

| IDENTIFICACIÓN | Largo (cm) | Ancho (cm) | Ag (cm) | W kg | f _c kg/cm ² |
|--------------------|---------------|---------------|------------|---------|--------------------------------------|
| 8% Ceniza + 1% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 52518.3 | 262.6 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 51282.6 | 256.4 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 55487.2 | 277.4 |
| Promedio: | | | | | 265.5 |

CÁLCULO :





$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|--|---|--|
| Elaborado por:   V.B. JEFE DE LABORATORIO | Revisado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.604

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Salvadora Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal. Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima |
| | FECHA DE ENSAYO: 22/09/2022 |

| Fecha de elaboración: | 15/09/2022 | EDAD (días) | 7 | | |
|-----------------------|---------------|-------------|-----------------------|-----------|--------------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Ag (mm ²) | W (kg) | f _c (kg/cm ²) |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 49753.5 | 248.8 |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 49973.8 | 249.9 |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 56731.9 | 283.7 |
| | | | | Promedio: | 260.8 |

CÁLCULO:




$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.804

| | |
|--------------------|---|
| REFERENCIA | Detos de laboratorio |
| SOLICITANTE | Salcedo Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín pastafiel, Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | Lima |
| | FECHA DE ENSAYO: 22/09/2022 |

| | | | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|-----------------------|------------------|--------------------------------------|
| Fecha de elaboración: | 15/09/2022 | EDAD (días) | 7 | | |
| IDENTIFICACIÓN | Largo mm | Ancho mm | Ag mm ² | W kg | f _c kg/cm ² |
| 8% Ceniza + 6% Cal | 20,00 | 10,00 | 200,0 | 57059,2 | 285,3 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 20,00 | 10,00 | 200,0 | 54538,8 | 272,7 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 20,00 | 10,00 | 200,0 | 43561,7 | 217,8 |
| | | | | Promedio: | 258,6 |

CALCULO:




$$fb = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  V.B. JEFE DE MATERIALES |  JJ GEOTECNIA S.A.C. EDMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
 COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

NTP 399.604

| | |
|-------------|---|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | Seavedra Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | Lima |
| | FECHA DE ENSAYO: 29/09/2022 |

| | |
|------------------------|------------|
| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 |
|------------------------|------------|

| | |
|-------------|----|
| EDAD (días) | 14 |
|-------------|----|

| IDENTIFICACIÓN | Largo (mm) | Ancho (mm) | Ag (cm ²) | W (kg) | f _c (kg/cm ²) |
|------------------|---------------|---------------|--------------------------|-----------|---|
| PATRÓN | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 62609.5 | 313.0 |
| PATRÓN | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 63316.4 | 316.6 |
| PATRÓN | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 65211.0 | 326.1 |
| Promedio: | | | | | 318.6 |

CÁLCULO :




$$fb = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_c = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por:  | Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 | Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBANILERÍA DE CONCRETO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.604

| | | | |
|--------------------|---|-------------------------|------------|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | FECHA DE ENSAYO: | 29/09/2022 |
| SOLICITANTE | Saavedra Salcedo, Jimmy Paul | | |
| PROYECTO | Influencia de ceniza de leña de eucalipto y col en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal Ancash - 2022 | | |
| UBICACION | Lima | | |

| | | | |
|-------------------------------|------------|--------------------|----|
| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 14 |
|-------------------------------|------------|--------------------|----|

| IDENTIFICACIÓN | Largo (cm) | Ancho (cm) | A _g (cm ²) | W (kg) | f _c (kg/cm ²) |
|------------------|---------------|---------------|--------------------------------------|-----------|---|
| 8% Ceniza | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 66304.6 | 331.5 |
| 8% Ceniza | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 61896.6 | 309.5 |
| 8% Ceniza | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 64516.1 | 322.6 |
| Promedio: | | | | | 321.2 |

CÁLCULO:

$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|---|--|--|
| Elaborado por:   | Revisado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
|---|--|--|

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.604

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Saavedra Salcedo, Jimmy Paul
PROYECTO : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adosquín peatonal, Ancash - 2022
UBICACIÓN : Lima **FECHA DE ENSAYO:** 29/09/2022

Fecha de elaboración : 18/09/2022

EDAD (días) 14

| IDENTIFICACIÓN | Largo (mm) | Ancho (mm) | As (cm ²) | W (kg) | f _c (kg/cm ²) |
|--------------------|---------------|---------------|--------------------------|-----------|---|
| 8% Ceniza + 1% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 61763.5 | 308.8 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 62685.4 | 313.4 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 55574.7 | 277.9 |
| Promedio: | | | | | 300.0 |

CALCULO:




$$f_b = \frac{W}{A_0}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A₀ = Área bruta en cm².

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|--|--|---|
|  V°B° JEFE DE LABORATORIO |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO |
|-------------------------------------|--|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.804

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Saavedra Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima |
| | FECHA DE ENSAYO: 25/05/2022 |

| | | | |
|------------------------|------------|-------------|----|
| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 14 |
|------------------------|------------|-------------|----|




| IDENTIFICACIÓN | Largo (mm) | Ancho (mm) | Ag (mm ²) | W (kg) | f _c (kg/cm ²) |
|--------------------|---------------|---------------|--------------------------|------------------|---|
| 8% Ceniza + 3% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 55804.9 | 279.0 |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 60003.1 | 300.0 |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 62122.8 | 310.6 |
| | | | | Promedio: | 296.6 |

CALCULO :

$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_c = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².
W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.
A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|--|---|--|
| Elaborado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. JJE Jefe de Laboratorio | Revisado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|--|---|--|

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
 COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 309.604

| | |
|-------------|---|
| REFERENCIA | Geotecnia laboratorio |
| SOLICITANTE | Sociedad Sábado, Jimmy-Faust |
| PROYECTO | Influencia de cenizas de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adóquín peatonal. Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | Lima |
| | FECHA DE ENSAYO: 29/09/2022 |

| | | | |
|------------------------|------------|-------------|----|
| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 14 |
|------------------------|------------|-------------|----|

| IDENTIFICACIÓN | Largo (mm) | Ancho (mm) | Ag (mm) | W (%) | f _c (kg/cm ²) |
|--------------------|---------------|---------------|------------|-----------|---|
| 8% Ceniza + 5% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 55911.4 | 279.6 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 58203.5 | 291.0 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 59302.7 | 296.5 |
| | | | | Promedio: | 289.0 |

CÁLCULO:

$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm²

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HJAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

NTP 399.604

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Saavedra Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal. Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima |
| | FECHA DE ENSAYO: 13/10/2022 |

| | | | | | |
|------------------------|---------------|---------------|--------------------------|------------------|---|
| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 28 | | |
| IDENTIFICACIÓN | Largo (mm) | Ancho (mm) | Ag (cm ²) | W (kg) | f _b (kg/cm ²) |
| PATRÓN | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 65250.6 | 326.3 |
| PATRÓN | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 68321.7 | 341.6 |
| PATRÓN | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 63270.8 | 316.4 |
| | | | | Promedio: | 328.1 |

CÁLCULO :

$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|--|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|   |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

NTP 399.604

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Saavedra Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal. Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima. |
| | FECHA DE ENSAYO: 13/10/2022 |

| | | | | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|--------------------------|------------------|---|
| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 28 | | |
| IDENTIFICACIÓN | Largo (cm) | Ancho (cm) | Ag (cm ²) | W (kg) | f _b (kg/cm ²) |
| 0% Ceniza | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 68523.1 | 342.6 |
| 8% Ceniza | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 64602.2 | 323.0 |
| 8% Ceniza | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 66307.2 | 331.5 |
| | | | | Promedio: | 332.4 |

CÁLCULO:

$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicado por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 | JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

NTP 399.604

| | |
|--------------------|---|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Saavedra Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín posformato, Anasath - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima |
| | FECHA DE ENSAYO: 13/10/2022 |

| | | | |
|-------------------------------|------------|--------------------|----|
| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 28 |
|-------------------------------|------------|--------------------|----|

| IDENTIFICACIÓN | Largo (cm) | Ancho (cm) | Ag (cm ²) | W (kg) | f _b (kg/cm ²) |
|--------------------|---------------|---------------|--------------------------|------------------|---|
| 8% Ceniza + 1% Cal | 20,00 | 10,00 | 200,0 | 64231,2 | 321,2 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 20,00 | 10,00 | 200,0 | 65137,4 | 325,7 |
| 8% Ceniza + 1% Cal | 20,00 | 10,00 | 200,0 | 62231,6 | 311,2 |
| | | | | Promedio: | 319,3 |

CÁLCULO:

$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|---|---|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906</p> |  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD</p> |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

NTP 399.604

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Saavedra Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal. Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima. |
| | FECHA DE ENSAYO: 13/10/2022 |

| | | | | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|--------------------------|------------------|---|
| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 28 | | |
| IDENTIFICACIÓN | Largo (mm) | Ancho (mm) | Ag (mm ²) | W (kg) | f _b (kg/cm ²) |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 61807.3 | 309.0 |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 63859.3 | 319.3 |
| 8% Ceniza + 3% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 61603.9 | 308.0 |
| | | | | Promedio: | 312.1 |

CÁLCULO:

$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_b = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|---|---|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.604

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : Seavedra Salcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | : Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | : Lima. |
| | FECHA DE ENSAYO: 13/10/2022 |

| Fecha de elaboración : | 15/09/2022 | EDAD (días) | 28 | | |
|------------------------|---------------|---------------|--------------------------|-----------|---|
| IDENTIFICACIÓN | Largo (cm) | Ancho (cm) | Ag (cm ²) | W (kg) | f _c (kg/cm ²) |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 61085.2 | 305.4 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 62300.1 | 311.5 |
| 8% Ceniza + 5% Cal | 20.00 | 10.00 | 200.0 | 63171.8 | 315.9 |
| Promedio: | | | | | 310.9 |

CALCULO:





$$f_b = \frac{W}{A_g}$$

DONDE:

f_c = Esfuerzo de compresión del área bruta, kg/cm².

W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A_g = Área bruta en cm².

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|   Jefe de Laboratorio |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

LABORATORIO DE
ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
NTP 339.131 / ASTM D854


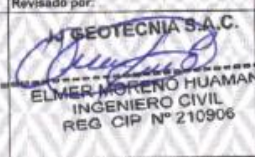

| | |
|--------------------|--|
| REFERENCIA | Ensayo en laboratorio |
| SOLICITANTE | Saavedra Galcedo, Jimmy Paul |
| PROYECTO | Influencia de ceniza de hoja de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adobequin peatonal, Ancash - 2022 |
| UBICACIÓN | Lima |
| CANTERA | --- |
| MATERIAL | Cantza de medara de eucalipto |
| PROFUNDIDAD | --- |

Fecha de ensayo: 13/10/2022

| | | |
|---|---|--------|
| 1 | N° DE FIOLA | B |
| 2 | PESO DE LA FIOLA (g) | 152.60 |
| 3 | PESO MUESTRA DE SUELO SECO (g) | 50.00 |
| 4 | PESO MUESTRA DE SUELO SECO + PESO DE LA FIOLA (g) | 202.60 |
| 5 | PESO M. SUELO SECO + PESO FIOLA + PESO AGUA (g) | 688.40 |
| 6 | PESO FIOLA + PESO DE AGUA (g) | 651.20 |
| 7 | PESO ESPECIFICO DE SÓLIDOS $(\frac{3}{1} \cdot (\frac{3}{3} + \frac{5}{5}))$ (g/cm ³) | 3.012 |
| 8 | COEFICIENTE DE TEMPERATURA, (K) + 20.0 °C | 0.9998 |
| 9 | PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SÓLIDOS A 20 °C | 3.012 |

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO | Código | FOR-LAB-AG-013 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

| | | |
|--------------------|---|------------------------------------|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | <i>Fecha de ensayo: 13/10/2022</i> |
| SOLICITANTE | : Samendra Salcedo, Jimmy Paul | |
| PROYECTO | : Influencia de canchales de la zona de acahuato y cañal en las propiedades físico-mecánicas de adoqueo pavimentos, Acahuato - 2022 | |
| UBICACIÓN | : Lima | |

MATERIAL : CAL CANTERA : --

| MUESTRA Nº | | M - 1 | M - 2 | PROMEDIO | |
|------------|---|-------|-------|----------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra G.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua | g | 885.0 | 884.0 | 884.9 |
| 2 | Peso de la Muestra S.S.S. + Peso Balón | g | 205.3 | 206.2 | 205.3 |
| 3 | Peso del Agua (W = 1 - 2) | g | 479.7 | 479.6 | 479.7 |
| 4 | Peso de la Muestra Seca al Horno + Peso del Balón | g | 203.9 | 203.8 | 203.9 |
| 5 | Peso del Balón | g | 155.3 | 155.3 | 155.3 |
| 6 | Peso de la Muestra Seca al Horno (A = 4 - 5) | g | 48.6 | 48.5 | 48.6 |
| 7 | Volumen del Balón (V) | cc | 499.2 | 499.2 | 499.2 |

| RESULTADOS | | | | |
|--|------|------|------|------|
| PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W)) | g/cc | 2.53 | 2.61 | 2.53 |
| PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = ((2)-(5))/(V-W)) | g/cc | 2.70 | 2.68 | 2.69 |
| PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A[(V-W)-((2)-(5))-A]) | g/cc | 2.64 | 2.62 | 2.63 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) (((2)-(5))-A)/A*100 | % | 2.8 | 2.9 | 2.8 |

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: Jefe de Laboratorio | Revisado por: ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por: Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|---|---|--|

Anexo 8. Certificado de calibración de equipos

| | | | |
|--|--|---|---------------|
|  SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. | CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA EXPERIENCIA A SU SERVICIO | | |
| <h1>Certificado de Calibración</h1> <h2>LM22-155</h2> | | | |
| <i>Número de OT: 519-2022</i> | | | |
| CLIENTE | | | |
| Razón Social | : JJ GEOTECNIA S.A.C. | | |
| Dirección | : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS) | | |
| FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN | | | |
| Fecha de Calibración | : 2022-10-01 | | |
| Lugar de Calibración | : En las instalaciones del cliente | | |
| Fecha de Emisión | : 2022-10-05 | | |
| INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA DE CONCRETO | | | |
| Marca | : ELE INTERNACIONAL | Identificación | : NO INDICA |
| Modelo | : ADR TOUCH HEAD | Procedencia | : NO INDICA |
| Serie | : 1887-1-00074 | Ubicación | : Laboratorio |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO | | | |
| Capacidad | : 2000 | KN | |
| Resolución | : 0,01 | KN | |
| MÉTODO DE CALIBRACIÓN | | | |
| Método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI PUCP , tomando como referencia la Norma UNE EN ISO 7500-1 "Verificación de Maquinas de ensayo uniaxiales estáticos. Parte 1: Maquinas de ensayo de tracción / compresión, verificación y calibración del sistema de fuerza" | | | |
| Sello | Metrólogo | Director Técnico | |
|  |  |  | |
| | Armando Marin Berrios | Wilfredo Reyes Yzaguirre | |
| El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados. | | | |

Certificado de Calibración

LM22-155

Número de OT: 519-2022

PATRONES UTILIZADOS

| Descripción del Instrumento | Identificación y/o Serie |
|-------------------------------|--------------------------|
| Celda de Carga Patrón (40 tn) | LO-IM-18 |

CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 18,9 °C | 16,5 °C |
| Humedad Relativa | 79 % | 80 % |



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Indicación del Patrón | Indicación de Fuerza (Ascenso) | | | |
|-----------------------|--------------------------------|----------|----------|-------------|
| | Valor de Indicación | | | |
| F_i (kgf) | F1 (kgf) | F2 (kgf) | F3 (kgf) | Fprom (kgf) |
| 1660 | 1519,7 | 1519,5 | 1519,6 | 1519,6 |
| 3990 | 3757,0 | 3757,1 | 3756,8 | 3757,0 |
| 6340 | 5939,8 | 5940,0 | 5939,9 | 5939,9 |
| 8665 | 8099,6 | 8099,6 | 8099,8 | 8099,7 |
| 10985 | 10560,5 | 10560,7 | 10560,7 | 10560,6 |
| 13010 | 12449,2 | 12449,3 | 12449,0 | 12449,2 |
| 15310 | 14220,1 | 14220,3 | 14220,2 | 14220,2 |
| 17655 | 16977,2 | 16977,4 | 16977,4 | 16977,3 |
| 20075 | 19394,0 | 19394,2 | 19393,8 | 19394,0 |
| 22540 | 21661,3 | 21661,5 | 21661,3 | 21661,4 |
| 24875 | 23993,8 | 23993,7 | 23993,9 | 23993,8 |
| 27036 | 26109,6 | 26109,8 | 26109,6 | 26109,7 |
| 29145 | 28138,2 | 28138,3 | 28138,3 | 28138,3 |
| 32006 | 31191,7 | 31191,6 | 31191,9 | 31191,7 |
| 35101 | 34703,0 | 34702,8 | 34703,1 | 34703,0 |
| RETORNO A CERO | 0 | 0 | 0 | |

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

Certificado de Calibración

LM22-C-889

Número de OT: 519-2022

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-10-01
Lugar de Calibración : En las Instalaciones del Cliente
Fecha de Emisión : 2022-10-04

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO (ELECTRÓNICA)

| | | | |
|--------|--------------|----------------|--|
| Marca | : OHAUS | Identificación | : NO INDICA |
| Modelo | : RP21PE30ZH | Procedencia | : USA |
| Serie | : 8342167664 | Ubicación | : LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | | |
|---------------------------|-----------|--------------------------|---------|
| Capacidad de Indicación | : 30000 g | Capacidad Mínima(Min) | : 200 g |
| Resolución (d) | : 1 g | Número de Divisiones (n) | : 30000 |
| Div. de Verificación (e): | : 1 g (*) | Clase de Exactitud | : II |

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones; siguiendo el procedimiento PC-011 - 4ª Ed. : 2010 - Indecopi "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II"; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la NMP 003:2009.

Sello



Metrologo

Armando Marin Berrios

Director Técnico

Wilfredo Reyes Yzaguirre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Certificado de Calibración

LM22-C-889

Número de OT: 519-2022

PATRONES UTILIZADOS

| Patrón / Valor / Clase | Identificación y/o Serie | N° de Certificado | Trazabilidad |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------|
| Juego de Pesas / 1 kg a 5 kg / F1 | LM-IM-106 | LM-C-064-2022 | DM - INACAL |
| Pesa / 20 kg / F1 | LM-IM-156 | E243-L-424A-2021-2 | LO JUSTO |
| Juego de Pesas / 1 mg a 1 kg / F1 | LM-IM-151 | E1279-2131A-2022-1 | LO JUSTO |

RESULTADOS

INSPECCIÓN VISUAL

| | |
|---------------------|------------|
| - Ajuste de cero: | : Tiene |
| - Oscilación libre: | : Tiene |
| - Plataforma: | : Tiene |
| - Escala: | : No tiene |

| | |
|---------------------|------------|
| - Display: | : Tiene |
| - Nivelación: | : Tiene |
| - Sistema de traba: | : No tiene |
| - Cursor: | : No tiene |

| Condiciones Ambientales | Inicial | Final |
|-------------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,2 °C | 20,2 °C |
| Humedad Relativa | 79 % | 79 % |



ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Carga L1= (aproximadamente 50% Max) 15000,0 g | | |
|---|-----|-------|
| i | ΔL | E |
| g | g | g |
| 15000 | 0,5 | 0,0 |
| 15000 | 0,6 | -0,1 |
| 15000 | 0,6 | -0,1 |
| 15000 | 0,6 | -0,1 |
| 15000 | 0,5 | 0,0 |
| 15000 | 0,5 | 0,0 |
| 15000 | 0,5 | 0,0 |
| 15000 | 0,5 | 0,0 |
| 15000 | 0,6 | -0,1 |
| 15000 | 0,6 | -0,1 |
| 15000 | 0,6 | -0,1 |
| $\Delta E = E_{Max} - E_{Min}$ | | 0,1 g |
| E.M.P | | 2g |

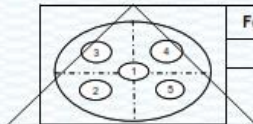
| Carga L2= (aproximadamente 100% Máx) 30000,0 g | | |
|--|-----|-------|
| i | ΔL | E |
| g | g | g |
| 30000 | 0,7 | -0,2 |
| 29999 | 0,4 | -0,9 |
| 29999 | 0,3 | -0,8 |
| 29999 | 0,3 | -0,8 |
| 29999 | 0,3 | -0,8 |
| 29999 | 0,3 | -0,8 |
| 29999 | 0,3 | -0,8 |
| 29999 | 0,3 | -0,8 |
| 29999 | 0,4 | -0,9 |
| 29999 | 0,3 | -0,8 |
| 29999 | 0,3 | -0,8 |
| $\Delta E = E_{Max} - E_{Min}$ | | 0,7 g |
| E.M.P | | 3g |

Certificado de Calibración

LM22-C-889

Número de OT: 519-2022

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



| Forma del Platillo |
|--------------------|
| CIRCULAR |

| Condiciones Ambientales | Inicial | Final |
|-------------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,2 °C | 20,3 °C |
| Humedad Relativa | 79 % | 79 % |

| Posición | Carga Mínima g | i g | ΔL g | E g |
|----------|-------------------|--------|---------|--------|
| 1 | 10,0 | 10 | 0,5 | 0,0 |
| 2 | | 10 | 0,6 | -0,1 |
| 3 | | 10 | 0,6 | -0,1 |
| 4 | | 10 | 0,6 | -0,1 |
| 5 | | 10 | 0,6 | -0,1 |

| Carga (L) g | i g | ΔL g | E g | Ec g | EMP |
|----------------|--------|---------|--------|---------|-----|
| 10000,0 | 10000 | 0,7 | -0,2 | -0,2 | 2 g |
| | 10000 | 0,7 | -0,2 | -0,1 | 2 g |
| | 9999 | 0,3 | -0,8 | -0,7 | 2 g |
| | 10000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 2 g |
| | 10000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 2 g |

ENSAYO DE PESAJE

| Condiciones Ambientales | Inicial | Final |
|-------------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,3 °C | 20,3 °C |
| Humedad Relativa | 79 % | 79 % |



| Carga L g | Carga Creciente | | | |
|--------------|-----------------|---------|--------|---------|
| | i g | ΔL g | E g | Ec g |
| 10 | 10,0 | 0,6 | -0,1 | |
| 200 | 200,0 | 0,6 | -0,1 | 0,0 |
| 1500 | 1500,0 | 0,6 | -0,1 | 0,0 |
| 3000 | 3000,0 | 0,7 | -0,2 | -0,1 |
| 5000 | 5000,0 | 0,7 | -0,2 | -0,1 |
| 10000 | 10000,0 | 0,6 | -0,1 | 0,0 |
| 12000 | 12000,0 | 0,6 | -0,1 | 0,0 |
| 15000 | 15000,0 | 0,6 | -0,1 | 0,0 |
| 17000 | 17000,0 | 0,5 | 0,0 | 0,1 |
| 20000 | 20001,0 | 0,8 | 0,7 | 0,8 |
| 24000 | 24001,0 | 0,8 | 0,7 | 0,8 |
| 27000 | 27000,0 | 0,6 | -0,1 | 0,0 |
| 30000 | 30000,0 | 0,6 | -0,1 | 0,0 |

| Carga L g | Carga decreciente | | | |
|--------------|-------------------|---------|--------|---------|
| | i g | ΔL g | E g | Ec g |
| 201 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 1 g |
| 1501 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 1 g |
| 3001 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 g |
| 5001 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 2 g |
| 10001 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 2 g |
| 12001 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 2 g |
| 15001 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 2 g |
| 17001 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 2 g |
| 20001 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 2 g |
| 24001 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 3 g |
| 27000 | 0,7 | -0,2 | -0,1 | 3 g |
| 30000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 3 g |

Certificado de Calibración

LM22-C-889

Número de OT: 519-2022

LEYENDA

L : Carga colocada sobre la balanza
I : Indicación de la balanza
E : Error encontrado

Ec : Error corregido
ΔL : Carga Agregada
EMP : Error Máximo Permissible.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2^* \sqrt{2,90 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,05 \times 10^{-9} R^2}$$

Lectura Corregida

$$R_{\text{corregida}} = R - 5,76 \times 10^{-6} R$$

R : Indicación de lectura de la balanza (g)

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura k=2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos única y exclusivamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado. Los resultados de las calibraciones no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El certificado de calibración carece de validez sin las firmas de los responsables.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un período de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

Como no se cuenta con el manual o este no brinda información del coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura, se ha considerado como ΔT: 0,00001°C-1, según el PC-011- 4^{ta} Ed.: 2010 - Indecopi "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II".

(*) El Valor de "e", capacidad mínima y clase de exactitud lo indica la balanza

Se ajustó la balanza antes de su calibración: Si

Previo al ajuste del instrumento se encontraron los siguientes resultados para dos valores de carga.

| Valor Nominal (g) | Carga (g) | Indicación V ¹⁸ |
|---------------------------------|--------------|-------------------------------|
| Aprox. al 50 % de la cap. max. | 15000,0 | 14995 |
| Aprox. al 100 % de la cap. max. | 30000,0 | 29998 |



Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ. B LT. 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-10-01 al 2022-10-01
Lugar de Calibración : INSTALACIONES DEL CLIENTE
Fecha de Emisión : 2022-10-05

EQUIPO A CALIBRAR

: Horno

| | | | |
|--------|-------------|----------------|--------------------|
| Marca | : No Indica | Identificación | : 560 |
| Modelo | : MS-H3 | Procedencia | : No Indica |
| Serie | : No Indica | Ubicación | : Área de Químicos |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | | |
|-------------------------|-------------|-----------------------------|------------------|
| Tipo de Indicador | : Digital | Tipo de Selector | : Digital |
| Alcance de Escala | : No Indica | Alcance de Escala | : No Indica |
| División mínima | : 1 °C | División mínima | : 1 °C |
| Tipo de ventilación | : Natural | Carga utilizada (%) | : 100 % |
| Superficies internas | : 2 | Temperaturas de calibración | : 300 °C ± 30 °C |
| Posición de ventilación | : No Aplica | | |

MÉTODO PARA EL MAPEO TÉRMICO

La Calibración se ha realizado mediante la determinación de la temperatura, por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018- "Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático"- SNM-INDECOPI (Segunda Edición)

Sello



Metrólogo



Armando Marín Berrios

Director Técnico



Wilfredo Reyes Yzaguirre

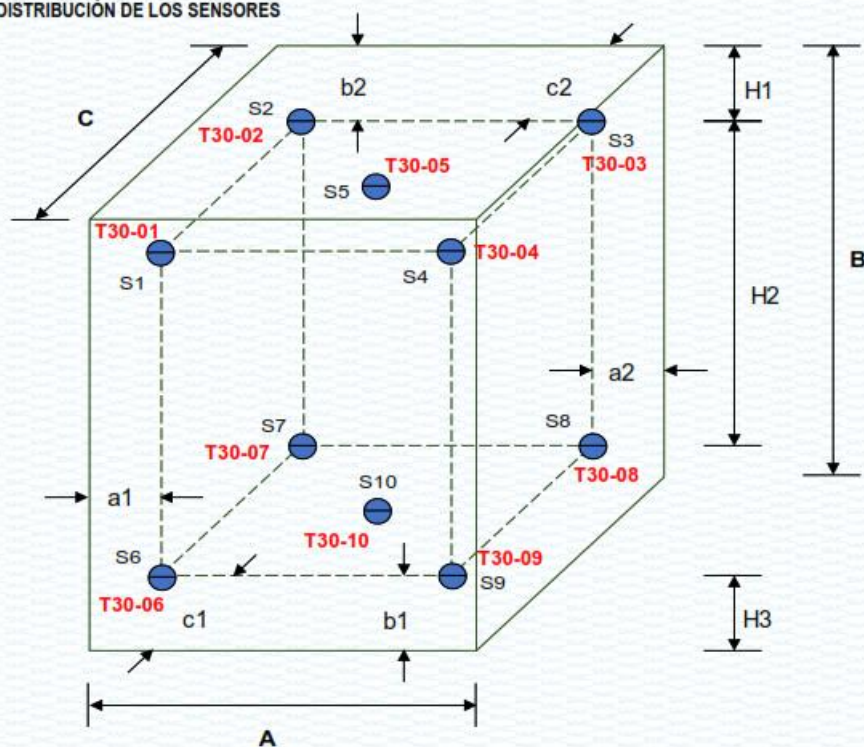
El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



● = Sensor de Temperatura

A, B, C = Dimensiones del Volumen Interno

Los sensores T30-05 y T30-10 están ubicados en los centros de sus respectivos niveles aproximadamente.

| Dimensiones internas | | |
|----------------------|------|----|
| A | 45,0 | cm |
| B | 60,0 | cm |
| C | 45,0 | cm |

| Ubicación de los sensores | | | | | |
|---------------------------|------|----|----|------|----|
| a1 | 7,0 | cm | a2 | 7,0 | cm |
| b1 | 10,0 | cm | b2 | 10,0 | cm |
| c1 | 7,0 | cm | c2 | 7,0 | cm |

Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

PARA LA TEMPERATURA DE 300,0 °C ± 30,0 °C

| Tiempo | Equipo | Indicaciones corregidas de los 10 sensores expresados en °C | | | | | | | | | | T. prom. | ΔT. |
|-----------------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------|------|
| | | °C | T30-01 | T30-02 | T30-03 | T30-04 | T30-05 | T30-06 | T30-07 | T30-08 | T30-09 | | |
| 10 14h 05m | 300 | 222,5 | 227,0 | 232,4 | 219,9 | 221,6 | 251,8 | 292,5 | 293,5 | 250,6 | 278,8 | 249,1 | 73,6 |
| 10 14h 07m | 300 | 222,8 | 226,3 | 232,1 | 220,6 | 222,0 | 254,7 | 302,1 | 306,5 | 253,6 | 285,9 | 252,7 | 85,8 |
| 10 14h 09m | 300 | 222,7 | 227,1 | 231,8 | 220,2 | 221,9 | 252,4 | 294,0 | 297,9 | 251,4 | 279,7 | 249,9 | 77,7 |
| 10 14h 11m | 300 | 222,7 | 227,1 | 232,8 | 221,2 | 222,0 | 253,5 | 299,4 | 300,6 | 253,4 | 283,3 | 251,6 | 79,4 |
| 10 14h 13m | 300 | 222,2 | 226,8 | 232,5 | 220,9 | 221,7 | 252,5 | 296,9 | 302,2 | 252,3 | 280,8 | 250,9 | 81,3 |
| 10 14h 15m | 300 | 222,6 | 227,7 | 233,6 | 220,7 | 221,6 | 253,1 | 293,8 | 295,7 | 251,0 | 279,5 | 249,9 | 75,0 |
| 10 14h 17m | 300 | 222,2 | 226,9 | 232,5 | 220,8 | 221,6 | 253,3 | 300,3 | 305,1 | 252,4 | 282,4 | 251,8 | 84,2 |
| 10 14h 19m | 300 | 222,9 | 226,8 | 233,1 | 221,1 | 222,2 | 251,9 | 292,7 | 292,4 | 251,7 | 280,0 | 249,5 | 71,6 |
| 10 14h 21m | 300 | 223,3 | 227,6 | 233,2 | 220,8 | 222,1 | 254,1 | 302,3 | 305,1 | 253,3 | 285,0 | 252,7 | 84,2 |
| 10 14h 23m | 300 | 222,9 | 227,3 | 232,5 | 220,7 | 222,2 | 251,7 | 294,1 | 294,0 | 251,3 | 279,8 | 249,7 | 73,4 |
| 10 14h 25m | 300 | 223,8 | 226,9 | 233,2 | 221,5 | 222,4 | 253,6 | 299,5 | 298,6 | 253,5 | 283,9 | 251,7 | 78,0 |
| 10 14h 27m | 300 | 223,0 | 227,7 | 233,1 | 220,5 | 222,0 | 252,4 | 296,8 | 298,5 | 252,1 | 281,0 | 250,7 | 78,0 |
| 10 14h 29m | 300 | 223,1 | 227,9 | 234,4 | 220,9 | 222,1 | 252,4 | 294,3 | 293,4 | 252,8 | 281,0 | 250,2 | 73,4 |
| 10 14h 31m | 300 | 223,1 | 227,6 | 233,8 | 220,6 | 222,4 | 252,5 | 298,3 | 296,5 | 252,8 | 281,7 | 250,9 | 77,7 |
| 10 14h 33m | 300 | 222,9 | 227,2 | 234,0 | 221,4 | 222,3 | 251,7 | 292,8 | 292,6 | 252,4 | 279,8 | 249,7 | 71,4 |
| 10 14h 35m | 300 | 222,7 | 226,8 | 233,0 | 221,0 | 222,4 | 253,7 | 299,2 | 304,3 | 253,5 | 283,6 | 252,0 | 83,2 |
| 10 14h 37m | 300 | 222,4 | 227,6 | 233,8 | 221,1 | 221,8 | 252,5 | 293,0 | 295,7 | 251,4 | 279,2 | 249,9 | 74,6 |
| 10 14h 39m | 300 | 223,4 | 227,2 | 232,7 | 221,3 | 222,8 | 254,3 | 302,9 | 303,6 | 254,8 | 285,8 | 252,9 | 82,2 |
| 10 14h 41m | 300 | 222,8 | 227,9 | 233,7 | 220,9 | 222,0 | 252,4 | 295,5 | 294,3 | 252,3 | 280,1 | 250,2 | 74,6 |
| 10 14h 43m | 300 | 222,9 | 227,0 | 233,5 | 221,7 | 222,7 | 253,0 | 297,5 | 299,6 | 253,6 | 282,9 | 251,4 | 77,9 |
| 10 14h 45m | 300 | 222,4 | 227,0 | 232,9 | 221,5 | 222,4 | 251,8 | 298,2 | 299,1 | 253,3 | 282,1 | 251,1 | 77,6 |
| 10 14h 47m | 300 | 222,6 | 227,4 | 233,8 | 221,7 | 222,2 | 252,5 | 293,0 | 294,2 | 252,1 | 280,1 | 250,0 | 72,5 |
| 10 14h 49m | 300 | 222,7 | 227,0 | 232,5 | 221,3 | 222,6 | 253,9 | 301,1 | 305,4 | 254,8 | 285,0 | 252,6 | 84,0 |
| 10 14h 51m | 300 | 222,3 | 227,4 | 234,0 | 221,5 | 222,2 | 251,9 | 292,6 | 295,3 | 252,1 | 279,1 | 249,8 | 73,8 |
| 10 14h 53m | 300 | 223,4 | 228,0 | 233,7 | 221,2 | 222,3 | 254,9 | 302,1 | 304,1 | 254,0 | 285,3 | 252,9 | 82,8 |
| 10 14h 55m | 300 | 222,6 | 227,3 | 233,9 | 221,3 | 222,3 | 251,0 | 293,6 | 295,5 | 252,2 | 279,2 | 249,9 | 74,2 |
| 10 14h 57m | 300 | 223,2 | 227,2 | 234,1 | 221,7 | 222,5 | 253,4 | 299,4 | 299,6 | 254,6 | 283,8 | 252,0 | 77,9 |
| 10 14h 59m | 300 | 222,7 | 227,0 | 233,6 | 221,1 | 222,7 | 252,5 | 297,2 | 297,3 | 252,8 | 281,2 | 250,8 | 76,2 |
| 10 15h 01m | 300 | 223,6 | 227,8 | 233,5 | 221,3 | 222,9 | 253,1 | 293,8 | 293,1 | 253,4 | 281,4 | 250,4 | 72,5 |
| 10 15h 03m | 300 | 222,6 | 227,1 | 234,0 | 221,6 | 222,3 | 252,8 | 299,6 | 301,2 | 253,8 | 281,7 | 251,7 | 79,6 |
| 10 15h 05m | 300 | 223,6 | 227,9 | 233,6 | 221,3 | 223,1 | 253,5 | 293,6 | 292,7 | 251,9 | 279,9 | 250,1 | 72,3 |
| T. PROM. | 300 | 222,9 | 227,3 | 233,2 | 221,1 | 222,2 | 252,9 | 296,9 | 298,3 | 252,7 | 281,7 | Temperatura promedio general | |
| T. MAX | 300 | 223,8 | 228,0 | 234,4 | 221,7 | 223,1 | 254,9 | 302,9 | 306,5 | 254,8 | 285,9 | | |
| T. MÍN | 300 | 222,2 | 226,3 | 231,8 | 219,9 | 221,6 | 251,0 | 292,5 | 292,4 | 250,6 | 278,8 | | |
| DTT | 0 | 1,6 | 1,7 | 2,6 | 1,8 | 1,5 | 3,9 | 10,3 | 14,0 | 4,2 | 7,0 | 250,9 | |

CONCLUSION

EL RESULTADO ES NO CONFORME



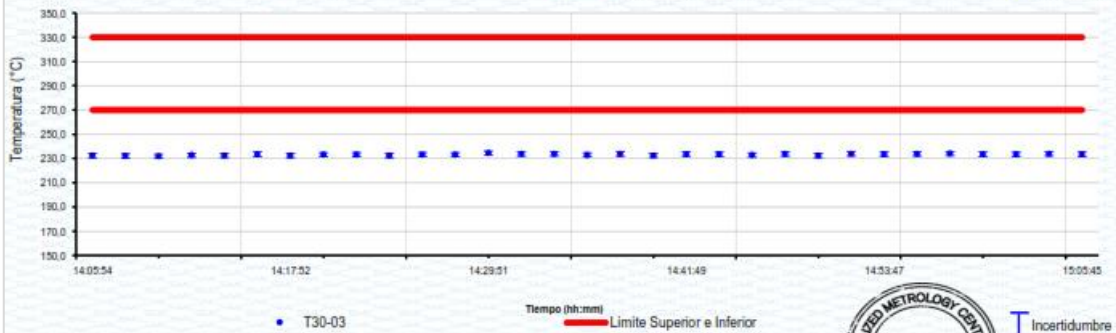
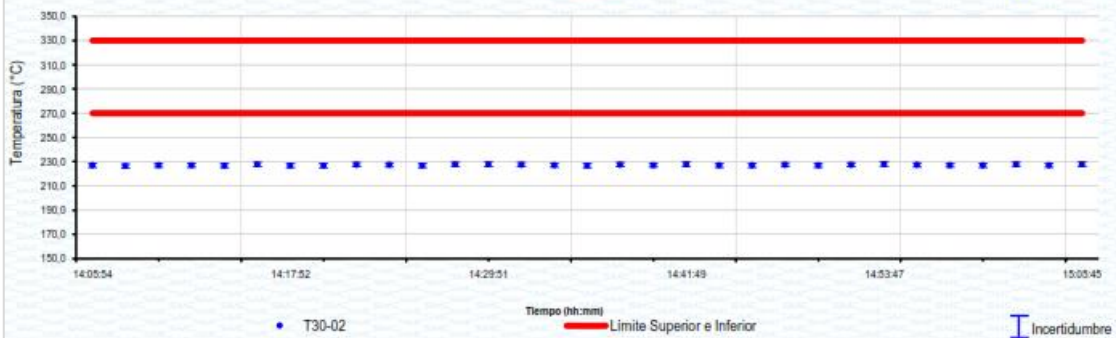
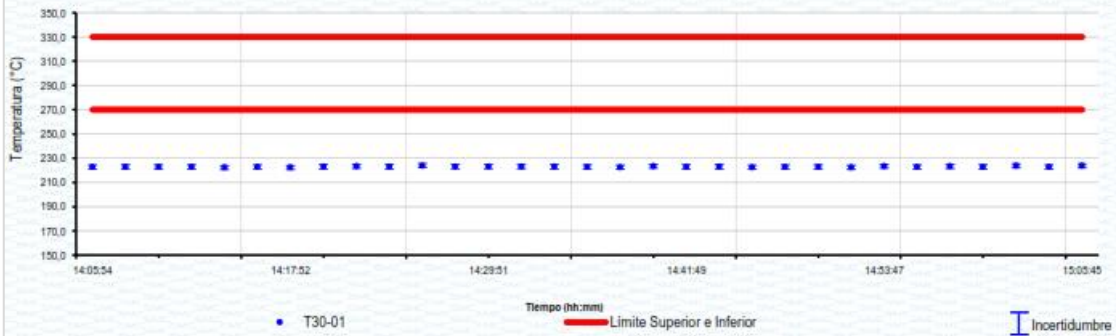
Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 270,0 °C a 330,0 °C
NIVEL SUPERIOR



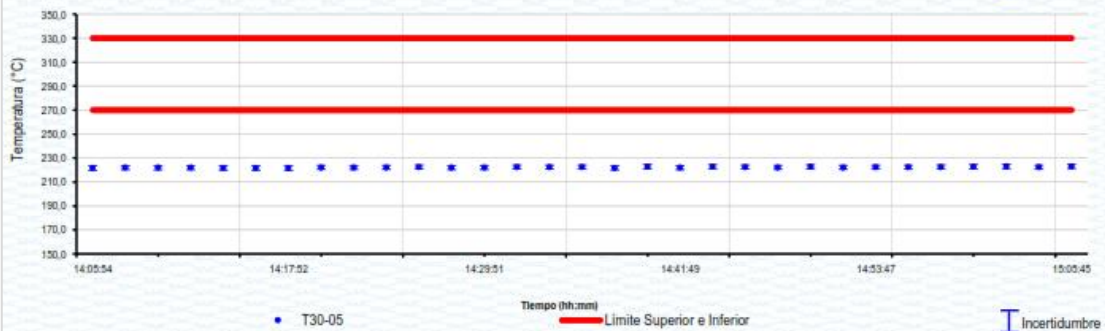
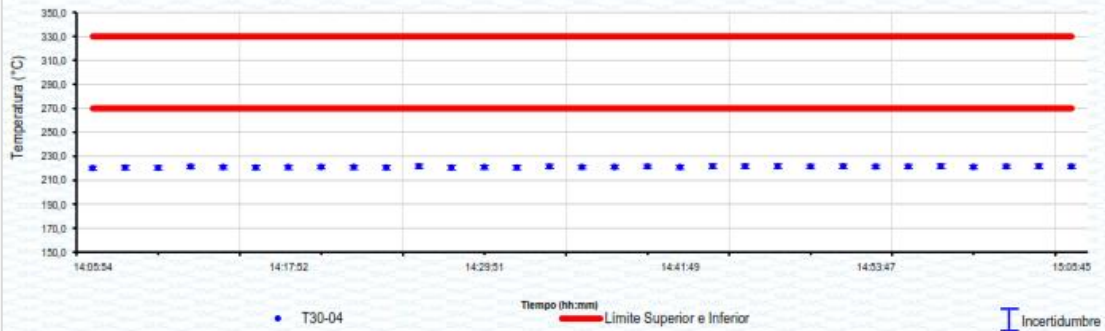
Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 270,0 °C a 330,0 °C
NIVEL SUPERIOR



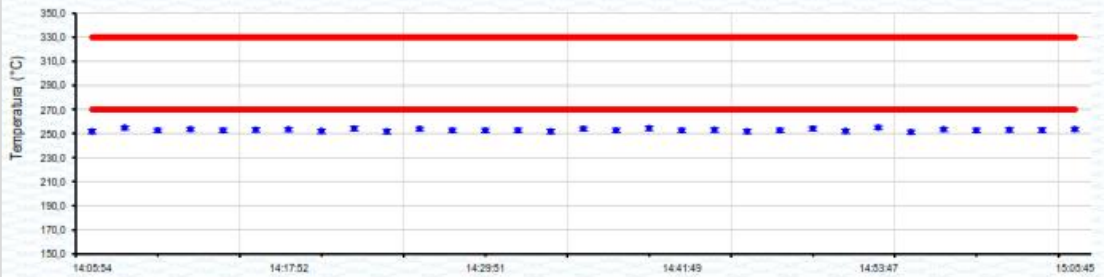
Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OI: 519-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 270,0 °C a 330,0 °C
NIVEL INFERIOR



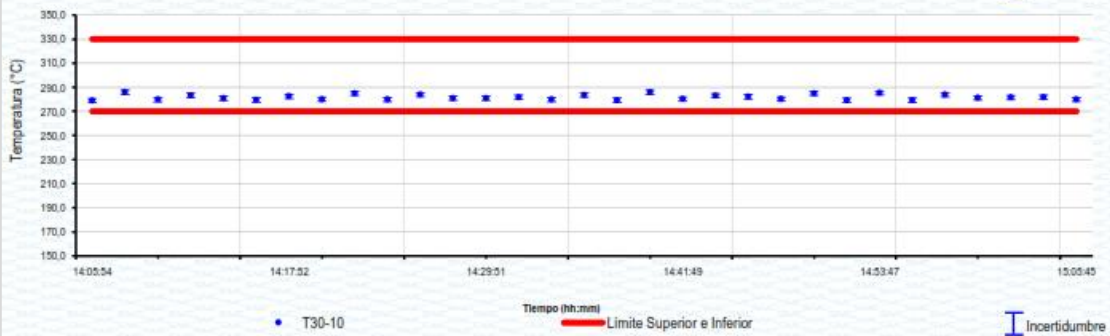
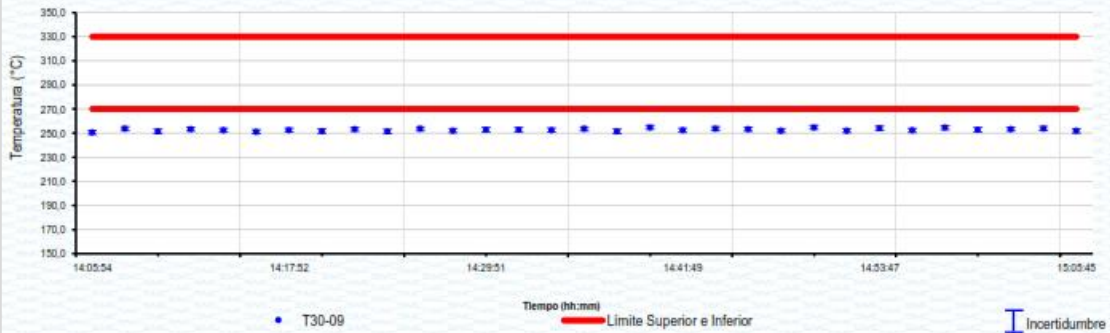
Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 270,0 °C a 330,0 °C
NIVEL INFERIOR



Anexo 9. Comprobantes de pago de laboratorio

| | | | |
|--|--|--|--|
| | JJ GEOTECNIA SAC SUELOS - CONCRETO - ASFALTO | Cel: 980703014 / 947280585 Fijo: 01 7261346 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos San Martín de Porres - Lima Informes@jjgeotecniasac.com www.jjgeotecniasac.com | RUC. 20605049568 RECIBO Nº 000380 |
| Recibí de: JIMMY PAUL SAAVEDRA SALCEDO | | | |
| La Suma de: 3 175.00 SOLES | | | |
| Por Concepto de: INFLUENCIA DE CENIZA DE LEÑA DE EUCALIPTO Y CAL EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ADQUINES REACTIVALES, ANCASH - 2022 | | | |
| Lima, 21 de 11 del 20 22 | | | |
| | | Firma JIMMY SAAVEDRA DNI: 46088734 | |



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ARRIOLA MOSCOSO CECILIA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022", cuyo autor es SAAVEDRA SALCEDO JIMMY PAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| ARRIOLA MOSCOSO CECILIA DNI: 43851809 ORCID: 0000-0003-2497-294X | Firmado electrónicamente por: CARRIOLAM el 01- 12-2022 19:58:32 |

Código documento Trilce: TRI - 0466322