



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Adición del aserrín y cenizas de madera tornillo para mejorar
las propiedades mecánicas en adoquines de concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023**

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

AUTORA:

Silva Chavez, Ariana Ruth (orcid.org/0000-0002-8023-9884)

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a Dios quien me ha dado fortaleza durante todo el proceso. A mis padres, Dolores y Roberto, quienes me han brindado amor, trabajo y sacrificio a lo largo de estos años y pudiera cumplir uno de mis anhelos más profundos. A mis tíos Armando y Marcelina por darme su apoyo incondicional, por creer y confiar en mí. A mis hermanos por sus orientaciones y consejos. A Luis SC quien también es una persona muy importante en mi vida, donde estuvo en los momentos difíciles y quien me dio ánimos durante este proceso.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, por brindarme sabiduría para culminar con éxitos mis metas propuestas. Agradezco a mis padres, hermanos y tíos por su apoyo incondicional en todo este proceso. Agradezco al Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga por su experiencia, conocimiento y motivación, quien me orientó en la investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de residuos madereros corrientes.....	8
Tabla 2: Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra	9
Tabla 3: Tipos de cemento Portland	10
Tabla 4: Muestra de investigación con adición de aserrín y cenizas de madera 15	
Tabla 5: Validez mediante rango y magnitud.....	16
Tabla 6: Validez de expertos	16
Tabla 7: Análisis granulométrico de aserrín de madera tornillo	19
Tabla 8: Análisis granulometría de cenizas de madera tornillo.....	20
Tabla 9: Proporción de materiales para el diseño de mezcla por 1m ³ de concreto y de concreto con adición de 2%. 4% y 6% de aserrín de madera tornillo.	22
Tabla 10: Proporción de materiales para el diseño de mezcla por 1m ³ de concreto y de concreto con adición de 2%. 4% y 6% de cenizas de madera tornillo. 23	
Tabla 11: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de aserrín de madera tornillo a los 7 días	24
Tabla 12: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de aserrín de madera tornillo a los 14 días	25
Tabla 13: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de aserrín de madera tornillo a los 28 días	26
Tabla 14: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de aserrín de madera tornillo a los 7 días	28
Tabla 15: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de aserrín de madera tornillo a los 14 días	28
Tabla 16: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de aserrín de madera tornillo a los 28 días	29

Tabla 17: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de cenizas de madera tornillo a los 7 días	30
Tabla 18: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de cenizas de madera tornillo a los 14 días	31
Tabla 19: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de cenizas de madera tornillo a los 28 días	32
Tabla 20: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de cenizas de madera tornillo a los 7 días	34
Tabla 21: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de cenizas de madera tornillo a los 14 días	34
Tabla 22: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de cenizas de madera tornillo a los 28 días	35
Tabla 23: Resultado global de ensayo de resistencia a la compresión con adición de aserrín y cenizas de madera tornillo en adoquines de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días	36
Tabla 24: Resultado global de ensayo de resistencia a flexión con adición de aserrín y cenizas de madera tornillo en adoquines de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva Granulométrico de aserrín de madera tornillo.....	20
Figura 2: Curva Granulométrico de cenizas de madera tornillo.....	21
Figura 3: Grafico de cantidad de materiales empleados en el diseño de mezcla de concreto para 1m3.	22
Figura 4: Grafico de cantidad de materiales empleados en el diseño de mezcla de concreto para 1m3.	23
Figura 5: Resistencia de compresión de adoquines con aserrín de madera tornillo a los 7, 14 y 28 días.....	27
Figura 6: Resistencia de flexión de adoquines con aserrín de madera tornillo a los 7,14 y 28 días	29
Figura 7: Resistencia de compresión de adoquines con cenizas de madera tornillo a los 7, 14 y 28 días.....	33
Figura 9: Comparativo de resistencia de compresión de adoquines de aserrín y cenizas de madera tornillo a los 28 días.	37
Figura 10: Comparativo de resistencia a flexión de adoquines de aserrín y cenizas de madera tornillo a los 28 días.	38

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad analizar la adición de aserrín y cenizas de madera tornillo adicionando diferentes porcentajes, al adoquín de concreto convencional para el mejoramiento de las propiedades mecánicas. De tipo aplicada, caracteres cuantitativos y diseño experimental. Analizando por el objetivo la adición de aserrín y cenizas de madera tornillo al adoquín de concreto, el cual determinó el incremento de resistencias mecánicas. Se determina la resistencia a compresión y flexión de adoquín de concreto de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ al adicionar el aserrín y cenizas de madera tornillo en un 2%, 4% y 6%, para resultados cuales fueron ensayados a la resistencia de compresión y flexión, adicionando 2% de aserrín, dando como resultados los 28 días el ensayo a compresión de 249.50kg/cm^2 - 245.50kg/cm^2 y flexión 111.90kg/cm^2 y adicionando 6% de cenizas un resultados a los 28 días en ensayo a compresión de 232.90kg/cm^2 - 226.30kg/cm^2 , así al adicionar 4% de cenizas en el ensayo de flexión 109.70kg/cm^2 , en base a un adoquín de concreto convencional, a compresión 183.60kg/cm^2 - 161.70kg/cm^2 y en ensayo a flexión de 111.80kg/cm^2 , se concluye que al adicionar el 2% de aserrín, aumenta la resistencia a la compresión y flexión en 43.41% y 0.09% respectivamente con relación al adoquín convencional.

Palabras clave: Adoquín, compresión, flexión, aserrín, ceniza.

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the addition of sawdust and wood ash screw adding different percentages, to the conventional concrete paving stone for the improvement of mechanical properties. Applied type, quantitative characters and experimental design. Analyzing by the objective the addition of sawdust and wood ash screw to the concrete paver, which determined the increase of mechanical resistance. The compression and bending strength of concrete paving of $f'c = 210\text{kg / cm}^2$ is determined by adding sawdust and wood ash screw in 2%, 4% and 6%, for results which were tested to the compression and bending strength, adding 2% of sawdust, giving as results the 28 days the compression test of 249.50kg / cm^2 - 245.50kg / cm^2 and bending 111.90kg / cm^2 and adding 6% of ashes a results at 28 Days in compression test of 232.90kg / cm^2 - 226.30kg / cm^2 , so by adding 4% of ash in the bending test 109.70kg / cm^2 , based on a conventional concrete paver, compression 183.60kg / cm^2 - 161.70kg / cm^2 and in bending test of 111.80kg / cm^2 , it is concluded that by adding 2% of sawdust, increases the resistance to compression and bending in 43.41% and 0.09% respectively in relation to conventional cobblestone.

Keywords: Cobblestone, compression, bending, sawdust, ash.

I. INTRODUCCIÓN

En el entorno **internacional** los adoquines es un pavimento articulado debido a que es un elemento prefabricado, en ellas se puede encontrar diferentes geometrías, texturas y colores para el uso peatonal en beneficio del tránsito de las personas, en el pasar del tiempo este elemento tiende a deteriorarse o sufrir hundimientos por el tránsito de peatones, para Hernández (2018) define que es un elemento prefabricado elaborado con cemento, arena gruesa, piedra y agua, cuya superficie tiene la ventaja de un acabado, resistencia, durabilidad y vida útil; Asimismo, esta puede ser adecuado para el tránsito de vehículos (p. 5), por otro lado, Hernández (2020) indica que los adoquines es un sistema comprometedor de manera que su implementación o reparación es sencilla y económica, como también favorable para el medio ambiente (p. 12), el adoquín tiende a dañarse ya sea por rotura, debido al constante tránsito en el lugar. En el entorno **nacional** en el Perú los espacios o servicios para el tránsito peatonal se encuentran deficientes debido a que han sido identificadas con fisuras o en mal estado que generan incumplimiento de las especificaciones técnicas, en Huancavelica para Ledezma y Yauri (2018) menciona que hay diferentes tipos de pavimentación entre ellas asfálticas, de concreto, adoquines y más, cuya finalidad de tener seguridad, comodidad, así como proporcionar ventajas al tránsito peatonal y para el servicio de la comunidad (p. 28), por otro lado, Llaure (2016) define que los espacios para el tránsito de personas no pueden ser usados como acceso de transporte vehicular privados o públicos, ya que genera riesgo contra la población misma (p. 8). En el entorno **local** en la región de Huaral las veredas han generado un riesgo a los ciudadanos debido al mal estado y pésimas condiciones motivo a que es visible los pavimentos articulados (adoquines) salidos, generando que los transeúntes opten por transcurrir por los espacios de transporte vehicular, del mismo modo, generan molestias entre los peatones puesto que impide tránsito por las veredas, ante el estado en que se encuentra por presencia de baches y hundimientos en el lugar.

Por lo tanto, en este proyecto de investigación se plantea el siguiente **problema general**: ¿De qué manera influirá el aserrín y cenizas de madera tornillo para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023? Asimismo, los **problemas específicos** serían ¿Cómo la

incorporación del aserrín y cenizas de madera tornillo influirá en el comportamiento mecánico en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023?, ¿Cuál es el efecto que producirá la adición de aserrín de tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$?, ¿Cuál es el efecto que producirá la adición de cenizas de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$?

Desde un punto de vista de **justificación teórica**, esta investigación en resultados de medición ayudará a mejorar las propiedades mecánicas del adoquín de concreto mediante la adición de ceniza de madera y aserrín, lo que proporcionará nuevos conocimientos así como también una mayor durabilidad y flexibilidad de un pavimento articulado; Por otra parte, a nivel de **justificación metodológica**, los resultados obtenidos ayudarán a proponer nuevos métodos de investigación relacionados con el aserrín y la ceniza de madera en adoquines de concreto. También servirán como fuente para otros estudios similares. Desde un punto de la **justificación económica**, los adoquines son fáciles de instalar y colocar, y son una excelente alternativa al realizar mantenimiento de este tipo de pavimentos articulados, ya que genera un costo menor a comparación de otros pavimentos en relación a los procesos constructivos, teniendo características de resistencia, absorción y desgastes. Esta investigación tendrá finalidad de mejorar las propiedades mecánicas para aumentar la vida útil de los adoquines de concreto con aserrín y cenizas de madera para evitar deficiencias.

Por todo lo dicho el **objetivo general** sería en; Analizar si la incorporación de aserrín y cenizas de madera tornillo mejora las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023 y los **objetivos específicos** sería en Determinar si la incorporación del aserrín y cenizas de madera tornillo influye en el comportamiento mecánico en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023, Determinar el efecto que produce la adición de aserrín de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023, Determinar el efecto que produce la adición de cenizas de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023 .Así teniendo también como

hipótesis general La incorporación del aserrín y cenizas de madera tornillo en un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en adoquines influye en las propiedades mecánicas, Lima -2023; Asimismo, las **hipótesis específicas** serían; La incorporación del aserrín y cenizas de madera tornillo influye en el comportamiento mecánico para adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023, La adición de aserrín de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen produce un efecto en las propiedades mecánicas para adoquines, concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima – 2023, La adición de cenizas de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen produce un efecto en las propiedades mecánicas para adoquines, concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima – 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** según **Guido y Juan (2020)** Tuvieron como **objetivo** evaluar el aserrín modificado en un concreto hidráulico mediante sus propiedades mecánicas y validar la incorporación en las construcciones civiles. Su **metodología** fue tipo mixta, cuantitativa-experimental mediante la comparación de muestras modificadas con aserrín. Los **resultados** fueron que a los 28 días el ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo en la muestra 0%-34.16Mpa, aserrín sin modificado-24.73Mpa, con Cal-35.95Mpa, NaOH-23.48Mpa y agua hirviendo-37.07Mpa. Para los ensayos a la flexión se obtuvieron 0%-2.92Mpa, aserrín sin modificar-3.68Mpa, Cal-4.33Mpa, NaOH-3.43Mpa y agua hirviendo-4.33Mpa. **Concluyendo** que al agregar aserrín con Cal y agua hirviendo los ensayos realizados fueron superiores que, a las demás muestras, en cambio con NaOH se obtuvieron menor resistencia mecánica a los 28 días. Para **Pinto y Caicedo (2022)**, tuvieron el **objetivo** de evaluar el comportamiento físico y mecánico al sustituir el cemento por la ceniza volante de la cascara de arroz en bloques de mortero. Su **metodología** que se realizó de manera descriptiva, en bloques de concreto en porcentaje de 5% de material sustituyente. En los **resultados** en los ensayos de resistencia a los 28 días con sustitución de ceniza 3.13Mpa teniendo una desviación estándar 0.32 y un coeficiente de variación en 10.26%, para un bloque tradicional 4.37Mpa, desviación estándar 0.40 y coeficiente de variación 9.26%. **Concluyendo**, que los resultados obtenidos al comparar la resistencia a la compresión de un bloque tradicional y con sustitución de ceniza disminuyen sus propiedades. Para **Pacheco (2021)** Tuvo como objetivo evaluar las propiedades de concretos ternarios mediante pruebas de RC, VPU y RE adicionando CV, CBC sin tratar. Su **metodología** de investigación fue de tipo experimental desarrollando cuatro mezclas distintas para cada una de las edades. Los **resultados** obtenidos fueron a los 365 días que la resistencia a la compresión es de 34.1208Mpa, velocidad de pulso ultrasónico– 5336.15m/s y Resistencia eléctrica 49.1969KΩ.m. **Concluyendo** que la resistencia eléctrica del concreto con una combinación de 15% CV y 15% CBC es similar las del concretos que contiene 15% de CV o 15% de CBC. La velocidad de pulso ultrasónico y la resistencia eléctrica están correlacionados de forma lineal positiva con respecto a la resistencia a la

compresión, y las correlaciones son mayores cuando se evalúan por el tipo de mezcla.

Como **antecedentes nacionales** según **Vasquez y Vilchez (2020)** Tuvo como **objetivo** en elaborar adoquines con cascara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión. Su **metodología** que ha empleado ha sido experimental y el estudio fue el adoquín convencional de concreto donde se aplicó escorias de la cascara de arroz en proporciones para 36 muestras de adoquines de concreto. Los **resultados** fueron que la resistencia a la compresión se obtuvo que a los 28 días con un patrón dio 379.58kg/cm², para 5%-341.84kg/cm², para 10%-269.52kg/cm² y en una proporción de 15%-174.66kg/cm²; así como en costo económico en un millar de adoquines en un patrón de S/.776.54, para 5%-S/.748.29, para 10%-S/.720.14 y para 15%-S/.692.03. **Concluyendo** que para un buen desempeño al sustituir el cemento por el uso de escorias de cascara de arroz en un porcentaje para un tránsito pesado es un 5%, mas no cumple en un 10% y 15% ante las normas. Para **Paucar (2022)**, tuvo como **objetivo** en identificar el comportamiento de los adoquines con el uso de aserrín melamínico para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas para uso peatonal. Su **metodología** fue aplicada y un diseño casi experimental, donde la población estuvo determinada por la producción de adoquines para una muestra de 48 adoquines. Los **resultados** fueron que los 28 días para el ensayo de absorción se obtuvo en promedio para adoquines convencionales 5.53%, y en proporción de 5%-12.17%, 10%-14.08 y 15%-19.19%; y para el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días obtuvieron en un promedio para el patrón 575.4kg/cm², en un 5% con aserrín melamínico 460.8kg/cm², 10%-266.7kg/cm² y 15%-202.9kg/cm². **Concluyendo** que la propiedad física en capacidad de absorción en las proporciones de 5%, 10% y 15%, superan lo mencionando a la NTP 399.611, de manera que al adicionar el aserrín no influye negativamente a las dimensiones de los adoquines; y para la resistencia a la compresión los adoquines no han sido afectados con las proporciones de 5%, 10% y 15% ya que no incrementa a los adoquines al modelo del patrón, de manera que a más porcentaje a la mezcla baja la resistencia. Para **Mariluz y Ulloa (2018)**, tuvieron como **objetivo** en determinar las propiedades de un concreto con cenizas volante de carbón con ensayos de resistencia a la compresión, manejabilidad,

absorción y temperatura. Su **metodología** es experimental donde su población fueron el concreto en proporción de 0%, 5%, 10% y 20% con adición de cenizas volante de carbón. Los **resultados** que obtuvieron fue que el ensayo de consistencia en 5%- 2.4pulg, 10%-1.40pulg, 20%-0.76pulg. Ensayos de temperatura en patrón-21.2°C, 5%-20.9°C, 10%-21.75°C y 20%-22.6°C; ensayos de compresión a los 28 días 0%-215kg/cm², 5%-222kg/cm², 10%-229kg/cm² y 20%-220kg/cm² y para los ensayos de absorción a los 28 días en 0%-7.215gr/cm², 5%-6.791gr/cm², 10%-6.154gr/cm² y 20%-5.517gr/cm². **Concluyendo**, que la temperatura es aceptable para la norma ASTM C1064, la manejabilidad con un 5% se tiene una mejor trabajabilidad, sin embargo, con un 10% se obtuvieron un mejor desempeño de resistencia a los 28 días, por otra parte, la absorción tiende a disminuir con el aumento de las proporciones al concreto.

Como **artículos científicos** según, **Siti [et al] (2021)**, Their **objective** was to determine their maximum strength in concrete with different proportions by adding durian sawdust substituting fine aggregate. Its **methodology** was experimental design, through alignment of the standards established by BS 882:1992, where 4 samples were made in proportions of 0%, 5%, 10% and 15% sawdust. The **results** that emerged were that at 28 days of compressive strength for the standard sample 0% gave 38.6Mpa, for 5%-21.41Mpa, 10%-3.14Mpa and 20% of sawdust substituting the fine aggregate it was 0.94Mpa. **Concluding** that the resistance for a concrete and achieve its maximum strength is incorporating 5% of sawdust. Therefore, by adding more percentage to the mixture, it tends to decrease its resistance. For **Karolina y Muhammad (2018)** Their **objective** was to know the mechanical properties with the replacement of bottom ash and fly ash by cement and fine aggregate for a lightweight concrete. Its **methodology** used is experimental design in proportion of 10%, 20% and 20% of bottom ash and fly ash. The **results** obtained were for the 28 days in the CFCV10%-4.60% absorption test. CFCV20%-3.92% and CFCV30%-5.17%. compression test CFCV10%-9.095Mpa, CFCV20%-9.594Mpa, CFCV30%-9.003Mpa. Tensile strength CFCV10%-1.125Mpa, CFCV20%-1.313Mpa, CFCV30%-1.006Mpa. **Concluding** that the highest absorption for a light concrete sterilized in an autoclave, which is 5.66%, on the other hand, the highest resistance to

compression in the substitution of fly ash of 30%, which is 12.687 MPa and finally the highest resistance Tensile strength has been found in 30% of the fly ash mixture, which is 1540 MPa. For **James (2018)**, had the **objective** of evaluating the resistance benefit of the use of sawdust/wood ash for an expansive soil used in combination with cement. Its **methodology** was experimental using 38mmx76mm samples, in cement adaptability percentages of 2% and 6% and configurations of 5%, 10% and 20%. Their **results** after 28 days increased by adding 5% sawdust ash, obtaining 5423.25 kPa to 6489.23 kPa. On the other hand, when incorporating 10% of sawdust ashes, it had an increase in resistance up to 14 days. Similarly, comparing pavement thickness to vehicular density for a substrate that has 2% cement modified with 5% sawdust ash. For more than 4,500 vehicles per day, the thickness of the pavement was reduced by 12 mm from 145 mm to 133 mm due to the 5% reduction, while for other cases the thickness was reduced by 7 mm, 9 mm and 11 mm, respectively, from the original thicknesses of 92mm, 111mm and 122mm. **Concluding** that the use of sawdust ash to stabilize cement leads to early and slow strength gain, they suggested that the use of sawdust ash to stabilize the cement base could result in significant savings in pavement thickness in the range of 7.6 8.3% for moderate to heavy traffic in arid regions with little vehicular traffic. Para **Huaquisto y Belizario (2018)** tuvieron como **objetivo** determinar los porcentajes para el uso de cenizas volante en una mezcla de concreto para disminuir la resistencia y permitir mitigar el medio ambiente. Su **metodología** fue experimental en el enfoque cuantitativo donde el estudio es el concreto convencional con la elaboración de 60 muestras. Los **resultados** para el ensayo de compresión en 90 días para distintos porcentajes, siendo para la muestra de patrón 226kg/cm², para 2.5%-231kg/cm², 5%-235kg/cm², 10% adicionando ceniza volante 211kg/cm² y 15%-204kg/cm² **Concluyendo** que las en un diseño de mezcla con adición de ceniza volante entre el 0% y 7.5% se mantiene la resistencia, sin embargo, al porcentaje 10% esta tiende a disminuir considerablemente. Para **Vila, Pereyra y Gutiérrez (2017)** Tuvieron como **objetivo** validar el control de calidad para un ensayo de resistencia de medio adoquín. Su **metodología** fue experimental en donde se tuvieron 24 muestras entre adoquines enteros y medios. Los **resultados** que se obtuvieron que los adoquines completos fueron de un valor máximo de 42,6MPa en la muestra 1 y un valor mínimo de 27,5MPa

en la muestra 12, siendo son más altos que los resultados de los adoquines medios que fue de un valor máximo de 35,3MPa en la muestra 2 y un valor mínimo 19,2MPa en la muestra 12, lo que se puede atribuir al factor de forma. **Concluyendo** que al aplicar un factor de forma permite normalizar los ensayos a un tamaño estándar, por lo tanto, que la principal causa es la longitud de los adoquines. Para **Saraguro [et al] (2021)** Tuvieron como **objetivo** relacionar ensayos y valores de desgastes analizando estadísticamente las propiedades mecánicas de adoquines de concreto. de relación entre los ensayos. Su **metodología** fue aplicada teniendo un muestreo de 35 fábricas para la obtención de 20 muestras de cada una para los respectivos ensayos. Los **resultados** que obtuvieron para mediante un porcentaje para verificar el cumplimiento de los valores máximos 13180mm³ de resistencia al desgaste fue que del 100% de las 35 fábricas el 34% equivalente a 12 fábricas no cumplen y el 66% equivalente a 23 fábricas si cumplen con el desgaste por abrasión. **Concluyendo** que no existe relación de la resistencia a la compresión con el desgaste por abrasión, dado que es muy bajo la cuantificación de relación.

Como **bases teóricas** tenemos lo siguiente:

La **ceniza de madera** (variable independiente) es el resultado de la quema de madera, la cual contiene minerales y beneficios, el uso de la ceniza puede sustituir al cemento, porque cambia el endurecimiento del concreto y es capaz de absorber la humedad del concreto, mejorando así el desempeño de las propiedades mecánicas (Quispe, 2019, p. 1).

El **aserrín** (Variable independiente), es un residuo del corte de la madera que se encuentra en los talleres de carpintería y en la industria maderera, que tiene propiedades adhesivas y permite el endurecimiento del cemento (Huirma, 2021, p.13). son excelentes en términos de resistencia, flexibilidad, dureza, densidad y, en última instancia, conductividad térmica, actuando como material de recubrimiento y evitando la deformación de la mezcla. (Huirma, 2021, p.22). El aserrín de madera funciona en el concreto para crear productos estructurales y ayudar a reducir el agrietamiento, lo que da como resultado una superficie más dura y resistente a los impactos (Cigueñas, 2020, p. 22).

Tabla 1: *Características de residuos madereros corrientes*

Residuos	Tamaño (mm)	Contenido de humedad (%)	Contenido de cenizas (%)
Lijaduras	<1	2-10	0.1-0.5
Viruta	1-12	10-20	0.1-1.0
Aserrín	1-10	25-40	0.5-2.0
Corteza (desmenuzada)	1-100	25-75	1.0-2.0
Limpieza de apiladeros de trozas	Hasta 100	40-60	5.0-50
Residuos forestales de agujas a tacones		30-60	3.0-20

Fuente: FAO-Organizaciones de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Las **propiedades mecánicas** (variable dependiente) es una propiedad relacionada con la capacidad de un material para resistir una fuerza. De acuerdo con Antezana y Mendoza (2021), se demuestra que la **resistencia a la flexión** es la prueba encargada de encontrar los defectos que se presentan al realizar fuerza cuando se comprime la muestra. Además, la **resistencia a la tracción** es el resultado de la deformación y fractura de la probeta, y este ensayo es importante para evitar fisuras en el concreto. Por otro lado, la **resistencia a la compresión** es un ensayo encargado de aplicar una fuerza que provoca la rotura para calcular la resistencia y capacidad que contiene al ser sometido a una carga axial de compresión expresada en kg/cm² F'c (p. 21).

Tabla 2: Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8,5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1,1 f'c + 5,0$

Fuente: Norma Técnica de Edificación E.60 Concreto Armado

Los **adoquines**, es un elemento de concreto con propiedades y patrones prefabricados, que crean una estructura de pavimento, entre ellos, separados por una capa de arena (Seminario et al., 2018, p. 35). Asimismo, estos tienen beneficio debido a la resistencia al tráfico ligero y pesado. El uso de estos materiales hace que las habitaciones sean más cómodas. Fácil de cuidar y tiene una superficie antideslizante, lo que reduce la posibilidad de accidentes. Teniendo en cuenta a los accidentes, es muy resistente a losa gents atmosféricos y contaminantes (Cruz, 2019, p. 25).

El **concreto** es una mezcla constituida por cemento, agregado grueso, agregado fino y agua, así como la incorporación de algún aditivo opcional. El **cemento** es un material obtenido de la piedra caliza usado en la construcción.

Según la Dirección de Normalidad (2020) nos menciona que en el Perú existen Normas Técnicas como NTP334.009, NTP334.090 y NTP334.082 donde los tipos de cemento se encuentran en la normativa ASTM

Tabla 3: *Tipos de cemento Portland*

Cementos Hidráulicas	Tipo	Denominación
Cemento Portland	Tipo I	Cemento Portland de uso general
	Tipo II	Cemento Portland de uso general de moderada resistencia a los sulfatos
	Tipo III	Cemento Portland de alta resistencia inicial
	Tipo IV	Cemento Portland de bajo calor de hidratación
	Tipo V	Cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos
Cementos Portland adicionados (compuestos)	Tipo IS	Cemento Portland adicionado con escoria de alto horno
	Tipo IP	Cemento Portland adicionado puzolánico
	Tipo I (PM)	Cemento Portland adicionado con puzolánico modificado
	Tipo IL	Cemento Portland adicionado con caliza
	Tipo IT	Cemento Portland adicionado ternario
	Tipo ICo	Cemento Portland adicionado compuesto
Cementos hidráulicos especificado por desempeño	Tipo GU	Cemento Hidráulico de uso general
	Tipo HE	Cemento Hidráulico de alta resistencia inicial
	Tipo MS	Cemento Hidráulico de moderada resistencia a los sulfatos
	Tipo HS	Cemento Hidráulico de alta resistencia a los sulfatos
	Tipo MH	Cemento Hidráulico de moderado calor de hidratación
	Tipo LH	Cemento Hidráulico de bajo calor de hidratación

Fuente: Sociedad Americana para Ensayos y Materiales-ASTM

Elaborado: Dirección de Normatividad -Produce

Los **Agregados** es un material de procedencia natural o artificial que son mezclados con el cemento para crear concreto o mortero, en la que representa entre el 70% y 85% de su peso en el concreto (Ayuque, 2019, p. 24). Su **clasificación** según la procedencia se da de manera natural que está dispuesto en la norma NTP 400.010 y ASTM D-75 y el agregado artificial se obtiene de

procesos industriales como piedra chancada, triturada de rocas, Clinker, limaduras de hierro entre otros (Ayuque, 2019, p.25). **Módulo de finura** es un factor que permite diferencias entre fino o grueso mediante porcentajes retenidos acumulados en los tamices ASTM (Ayuque, 2019, pp. 25 y 26).

El **agua** según nos indica la NTP 339.088 hace referencia a la calidad de agua que debe ser empleado en el concreto, teniendo que ser examinada ya sea el uso aguas recicladas, hielos, aguas combinadas para que no cause alguna variación en la resistencia, tiempo de fraguado o ante un aditivo químico (Ayuque, 2019, p27).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada se presenta mediante la realización de investigación básica, pura o fundamental con desarrollo de formulación de problemas o hipótesis. Este tipo de investigación se encarga de mejorar el funcionamiento de sistemas, los procedimientos, normas, reglas para que se presenten no como verdaderos, falsos o posiblemente calificados, sino como efectivos, ineficaces o eficaces (Nicomedes, 2018, p.3). La presente investigación es tipo aplicada por lo que se busca resolver cierta realidad en los adoquines de concreto para el propósito de aplicar teorías científicas con la finalidad de afirmar las hipótesis para la investigación con el uso del aserrín y cenizas de madera, donde se analizará los resultados mediante las propiedades mecánicas.

Diseño de investigación

Se expone que el diseño experimental se caracteriza mediante grupos experimental y control, donde contará con dos a más niveles de manejo de variable independiente y mediciones antes y después de la variable dependiente (Ramos, 2021, p.5). La presente investigación tiene como diseño experimental, donde se realizará muestras y pruebas de los adoquines de concreto con el uso de aserrín y adoquines de concreto con cenizas de madera en proporciones de 2%, 4% y 6%.

3.2. Variables y operacionalización

Las variables de medida se deben clasificar de manera metodológica. Donde existen cuatro tipos de variables de las cuales son dependientes, independientes, mixtas y universales. No obstante, no todos los estudios o diseños de investigación sujetan todas (Villasís y Miranda, 2016, p.306).

- **Variable independiente: Aserrín**

Definición conceptual

El aserrín es un residuo del corte de la madera que se encuentra en los talleres de carpintería y en la industria maderera, que tiene propiedades adhesivas y permite el endurecimiento del cemento (Huirma, 2021, p.13).

Definición operacional

El aserrín se operacionalizará mediante los adoquines de concreto en porcentaje del 2%, 4% y 6% con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas.

Dimensiones, indicadores y escala de medición

D1: Características del aserrín

I1: Granulometría (Intervalo)

D2: Porcentaje de Aserrín

I2: 2%, 4% y 6% (Razón)

- **Variable independiente: Cenizas de madera**

Definición conceptual

La ceniza es un polvo muy fino que contiene sílice, alúmina, óxidos y álcalis, siendo puzolánica que tiende una reacción con cal para producir elementos cementantes (Espino, 2021, p.26).

Definición operacional

Las cenizas de madera se operacionalizarán mediante los adoquines de concreto en porcentaje del 2%, 4% y 6% con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas.

Dimensiones, indicadores y escala de medición

D1: Características del aserrín

I1: Granulometría (Intervalo)

D2: Porcentaje de cenizas de madera

I2: 2%, 4% y 6% (Razón)

- **Variable dependiente: Propiedades mecánicas**

Definición conceptual

Las propiedades mecánicas es la capacidad que tiene un material o producto para soportar, resistir o deformarse. Estas propiedades pueden ser plasticidad, flexibilidad, elasticidad, dureza, rigidez y vulnerabilidad (Huamani y Solis, 2020, p.43).

Definición operacional

Las propiedades mecánicas serán evaluadas mediante la resistencia a la compresión y flexión.

Dimensiones, indicadores y escala de medición

D1: Propiedades mecánicas

I1: Resistencia a la compresión (Razón)

I2: Resistencia a la flexión (Razón)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población de investigación es un conjunto definido, limitado y accesible de casos que forman la base de la muestra y cumplan criterios predeterminados (Arias, Villasís y Miranda, 2016, p. 202).

La población está compuesta por adoquines de concreto con aserrín y adoquines con cenizas de madera tornillo con adición de 2% 4% y 6%, para determinar sus propiedades mecánicas.

Muestra

Es un subconjunto representado en población o universo, que es seleccionado aleatoriamente para obtener resultados validos dentro del margen de error y probabilístico (López y Fachelli, 2015, p.6).

La muestra está formada por adoquines de concreto con un diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de aserrín y cenizas de madera tornillo, siendo un total de 63 muestras de adoquines de concreto de 10cm x 20cm x 6cm donde se realizar los ensayos en los 7, 14 y 28 días.

Tabla 4: Muestra de investigación con adición de aserrín y cenizas de madera

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Rotura	Patrón	Aserrín de madera			Ceniza De Madera			Total
		0%	2%	4%	6%	2%	4%	6%	
	7 días	2	2	2	2	2	2	2	14
	14 días	2	2	2	2	2	2	2	14
	28 días	2	2	2	2	2	2	2	14
Total									42
RESISTENCIA A FLEXIÓN	Rotura	Patrón	Aserrín			Ceniza De Madera			Total
		0%	2%	4%	6%	2%	4%	6%	
	7 días	1	1	1	1	1	1	1	7
	14 días	1	1	1	1	1	1	1	7
	28 días	1	1	1	1	1	1	1	7
Total									21
TOTAL									63

Fuente: Elaboración Propia

Muestreo

El muestreo no probabilístico, no aleatorio, basada en la selección del criterio del investigador, de tal forma, que no conoce la probabilidad de selección de cada elemento de la población. No todos tienen las mismas probabilidades de ser seleccionados de la muestra (Vásquez, 2017, p. 9). Dado lo anterior, el tipo de muestreo será no probabilística debido a que la selección es intencional.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Las técnicas de investigación se estructuran en un proceso donde los investigadores se organizan sistemáticamente para profundizar en el conocimiento y los métodos de investigación (Maya, 2014, párr. 8).

La técnica de investigación que se realizará será de observación directa donde se visualiza la elaboración de los adoquines de concreto con la adición de aserrín y la ceniza de madera tornillo, con la finalidad del propósito de la investigación.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de medición y recolección de información, es la empleabilidad de acuerdo al tipo de investigación, al objetivo y técnica seleccionada (Cisneros et al., 2021, p. 1178).

La presente investigación se desarrollará mediante los instrumentos de recolección estarán basados ficha de resultados de laboratorio obtenidos de los ensayos de laboratorio.

Validez: La validez es el valor del instrumento que está midiendo con cuya finalidad es medir. Es válido si mide el grado de seguridad del instrumento, permitiendo lograr los resultados (Quiroz, s.f., p. 13).

Se elaborará fichas técnicas, sujeto a validación de expertos y evaluación de pertinencia donde darán su conformidad, y se utilizarán en esta investigación.

Tabla 5: *Validez mediante rango y magnitud*

Rango	Magnitud
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy válida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,0	Validez perfecta

Fuente: Oseda (2017)

Tabla 6: *Validez de expertos*

Nº	Grado académico	Apellido y Nombre	CIP	Dictamen
----	-----------------	-------------------	-----	----------

1	Ingeniero	Matías Saravia Miguel Ángel	281309	0.97
2	Ingeniero	Ramos Cespedes Gilmer Arturo	271682	0.98
3	Ingeniero	Dávila Valle Daniel	287968	0.97

Teniendo en promedio de los expertos 0.97, validando como: excelente validez.

Anexo 3

Confiabilidad: La confiabilidad es un requisito previo para la validez, lo que significa que, si una herramienta no brinda suficiente evidencia confiable, no será valiosa para recopilar información (Martínez y March, 2016, p.117).

En esta investigación, se realizará el certificado de calibración de los equipos para este proyecto.

3.5. Procedimientos

El procedimiento de la actual investigación para el análisis de datos se estableció en lo siguiente:

1º: Recolección de los insumos (aserrín y cenizas de madera), así como también de los materiales para fabricación de los adoquines de concreto.

2º: Seguidamente análisis de granulometrías de aserrín y el procesamiento para la extracción de cenizas de madera, aptas para la elaboración de los adoquines.

3º: Compra de materiales (cemento, agregado fino y grueso) para la fabricación de adoquines.

4º: Fabricación de moldes para adoquines de concreto de 10cm x 20cm x 6cm.

5º: Realización del diseño de adoquines de concreto convencional, el diseño de adoquines con aserrín en 2%, 4% y 6%, y diseño de adoquines con cenizas de madera en 2%, 4% y 6%.

6º: Elaboración de la mezcla correspondiente, vaciado, vibrado y desmoldado de adoquines de los moldes.

7º: Secado y curado de las muestras

8º: Diseño de adoquines de concreto con las normativas para ensayos

9º: Se realizó ensayos para verificar sus propiedades mecánicas de los adoquines de concreto mediante 7, 14 y 28 días en ensayos de compresión y flexión

10º: Finalmente después de los ensayos correspondientes, se analizaron los resultados obtenidos para cada uno de las muestreas con diferentes dosificaciones.

3.6. Método de análisis de datos

En el presente proyecto de investigación se empleará estadística descriptiva, puesto que después de cada resultado, se realizarán según los porcentajes incorporados de aserrín y cenizas de madera para ser capaz de determinar las principales características de los datos que son expresados en tablas y explicará de manera objetiva los resultados y el planteamiento de las conclusiones.

La forma de saber cómo el estudio interpretará los datos de cada prueba que realice el investigador de una manera que sea comprensible, lo cual el método se realizará de acuerdo con los requisitos de NTP y ASTM.

3.7. Aspectos éticos

Al desarrollar la investigación se respetaron los derechos de los autores de las diferentes fuentes y normas a utilizar. Cabe señalar que la información está referenciada bajo el sistema APA, así como también como parte de la verificación y validación bajo el programa Turnitin. Dentro de ellas las normas las que se basa son:

- NTP 399.611 Adoquines de concreto para pavimentos.
- NTP 334.009 Cemento Portland.
- NTP 400.037 Agregados.
- NTP 334.127 Adiciones minerales del cemento y concreto: puzolana natural cruda o calcinada y ceniza
- NTP 399.604 Muestreo y ensayo de albañilería.
- NTP 400.012 - ASTM C136 Análisis granulométrico

IV. RESULTADOS

4.1. Incorporación del aserrín y cenizas de madera tornillo influye en el comportamiento mecánico en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023.

Se tomaron 871.40 gramos de *aserrín* de madera tornillo, las muestras fueron tamizadas y los resultados se observan en la Tabla 7.

Tabla 7: Análisis granulométrico de aserrín de madera tornillo

Nº	Tamiz		Peso retenido (gr.)	Porcentaje de peso retenido (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
	Pulgadas	mm				
1	1/2"	12.70	0	0	0	100
2	3/8"	9.50	6.0	0.69	0.69	99.31
3	Nº4	4.75	43.90	5.04	5.73	94.27
4	Nº8	2.36	138.10	15.87	21.60	78.40
5	Nº16	1.18	171.40	19.69	41.29	58.71
6	Nº30	0.60	177.20	20.36	62.65	38.35
7	Nº50	0.30	190.10	21.84	83.49	16.51
8	Nº100	0.15	107.90	12.40	95.89	4.11
9	FONDO	-	35.80	4.11	100	0
TOTAL			871.40	100	-	-

Fuente: Laboratorio y control de calidad en obra VICAT – Lima.

Interpretación:

Como se puede ver en la Tabla 7, el porcentaje acumulado en las diferentes aberturas de malla (mm) se puede obtener para el tamaño máximo de 1/2" y el tamaño máximo nominal de malla Nº100, y el módulo de finura se puede obtener mediante esta prueba, siendo 3.10, obtenido mediante lo especificado en la norma ASTM C 136.

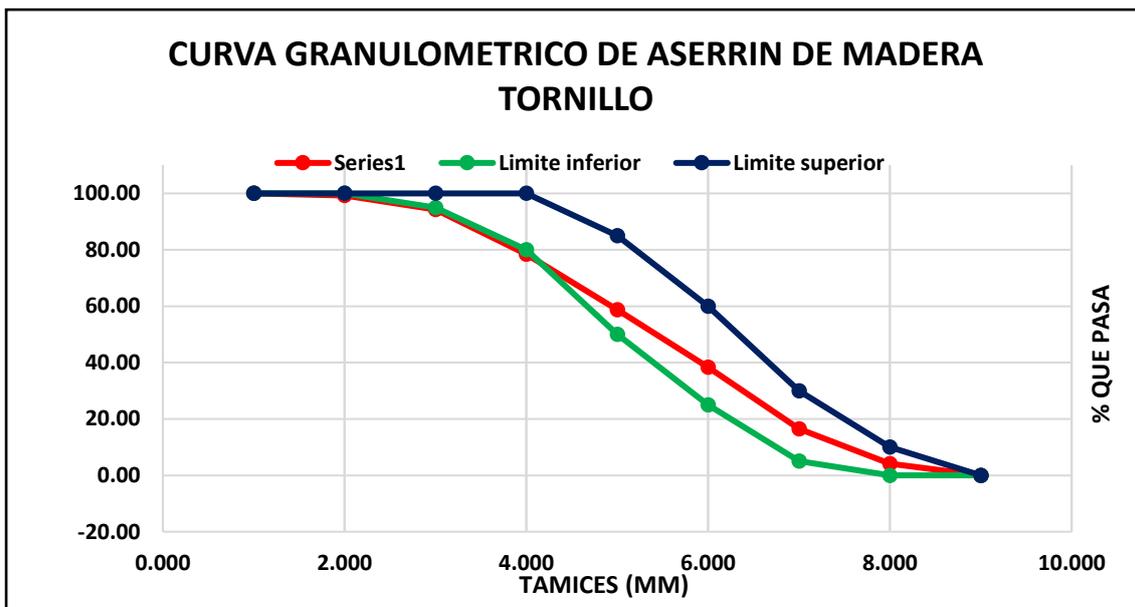


Figura 1: Curva Granulométrica de aserrín de madera tornillo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura 1, muestra la curva granulométrica de aserrín de madera tornillo para el porcentaje que pasa por las distintas mallas dentro de los límites especificados a ASTM C33.

Se utilizaron 304.50 gramos de cenizas de madera tornillo, las muestras fueron tamizadas y los resultados se observan en la Tabla 8.

Tabla 8: Análisis granulométrica de cenizas de madera tornillo

Nº	Tamices		Peso Retenido ((Gr.)	Porcentaje De Peso Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje Que Pasa (%)
	Pulg.	mm				
1	3/4"	19.00	0	0	0	100
2	1/2"	12.70	1.9	0.62	0.62	99.38
3	3/8"	9.525	14.6	4.79	5.42	94.58
4	Nº4	4.750	64.6	21.22	26.63	73.37
5	Nº8	2.360	41.10	13.50	40.13	59.87
6	Nº16	1.180	40.20	13.20	53.33	46.67
7	Nº30	0.600	45.80	15.04	68.37	31.63
8	Nº50	0.300	46.80	15.37	83.74	16.26
9	Nº100	0.150	23.90	7.85	91.59	8.41
10	FONDO	-	25.60	8.41	100	0
TOTAL			304.50	100	-	-

Fuente: Laboratorio y control de calidad en obra VICAT – Lima.

Interpretación:

Como se puede ver en la Tabla 8, el porcentaje acumulado en las diferentes aberturas de malla (mm) se puede obtener para el tamaño máximo 3/4" y el tamaño máximo nominal de malla N°100, y el módulo de finura se puede obtener mediante esta prueba, siendo 3.70, obtenido mediante lo especificado en la norma ASTM C 136.

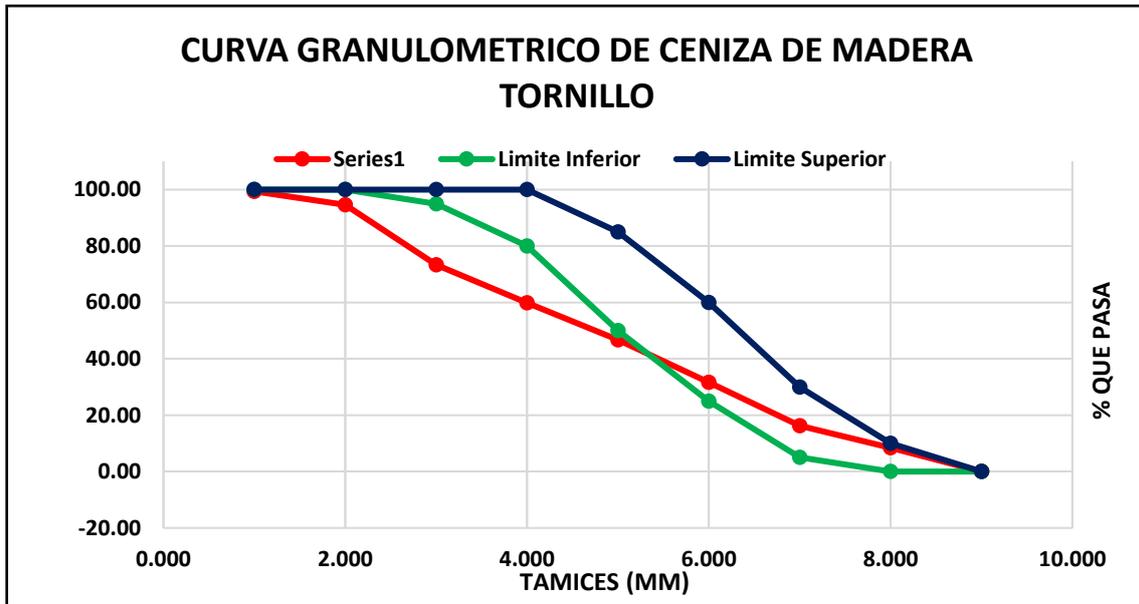


Figura 2: Curva Granulométrica de cenizas de madera tornillo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura 2, muestra la curva granulométrica de cenizas de madera tornillo para el porcentaje que pasa por las distintas mallas de los límites especificados en la ASTM C33.

Asimismo, para este fin se desarrolló diferentes diseños de mezcla, con:

Denominación: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Cemento Portland Tipo I

Asentamiento: 3" – 4"

Proporción de diseño: 1.0: 2.87

Tabla 9: Proporción de materiales para el diseño de mezcla por 1m3 de concreto y de concreto con adición de 2%, 4% y 6% de aserrín de madera tornillo.

Material	Unidad	Patrón 0% (f'c= 210kg/cm2)	2% de aserrín de madera tornillo	4% de aserrín de madera tornillo	6% de aserrín de madera tornillo
Cemento	KG	483.00	483.00	483.00	483.00
Aserrín de madera tornillo	KG	0	9.66	19.32	28.98
Agua	LT	274.00	274.00	274.00	274.00
Agregado fino	KG	1427.00	1427.00	1427.00	1427.00

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

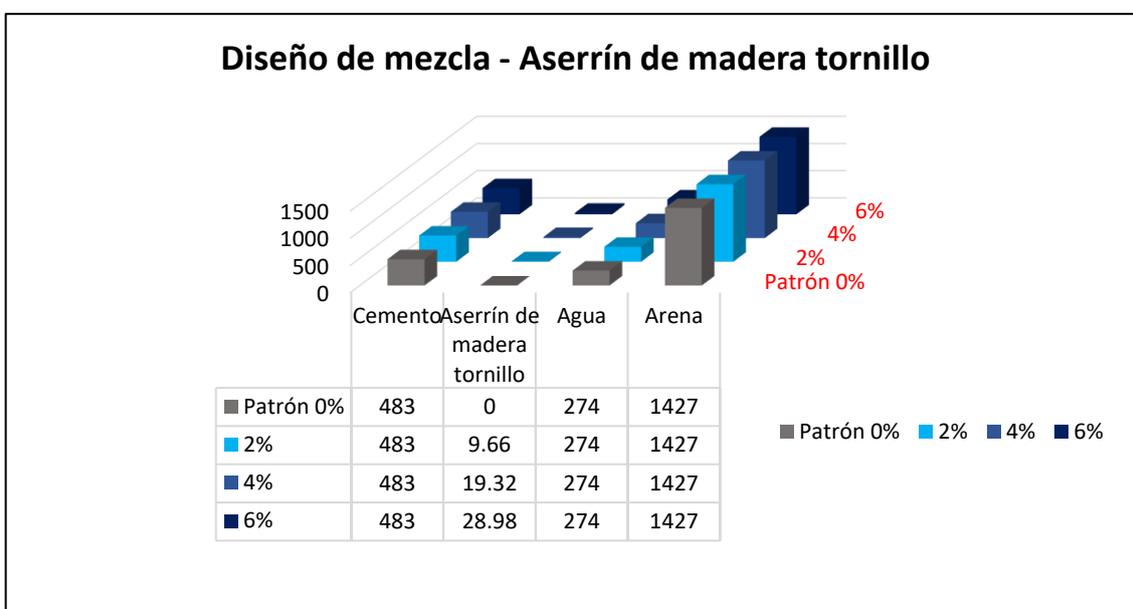


Figura 3: Grafico de cantidad de materiales empleados en el diseño de mezcla de concreto para 1m3.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 9 y figura 3, el diseño de mezcla de concreto para adoquines presenta la adición de 0%, 2%, 4% y 6% de aserrín de madera tornillo, que según Cemento Sol Tipo I es suficiente porque cumplen con el código que define sus dimensiones y su capacidad. para su resistencia a la compresión y la flexión.

Tabla 10: Proporción de materiales para el diseño de mezcla por 1m3 de concreto y de concreto con adición de 2%, 4% y 6% de cenizas de madera tornillo.

Material	Unidad	Patrón 0% (f'c= 210kg/cm2)	2% de cenizas de madera tornillo	4% de cenizas de madera tornillo	6% de cenizas de madera tornillo
Cemento	KG	483.00	483.00	483.00	483.00
Cenizas de madera tornillo	KG	0	9.66	19.32	28.98
Agua	LT	274.00	274.00	274.00	274.00
Agregado fino	KG	1427.00	1427.00	1427.00	1427.00

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

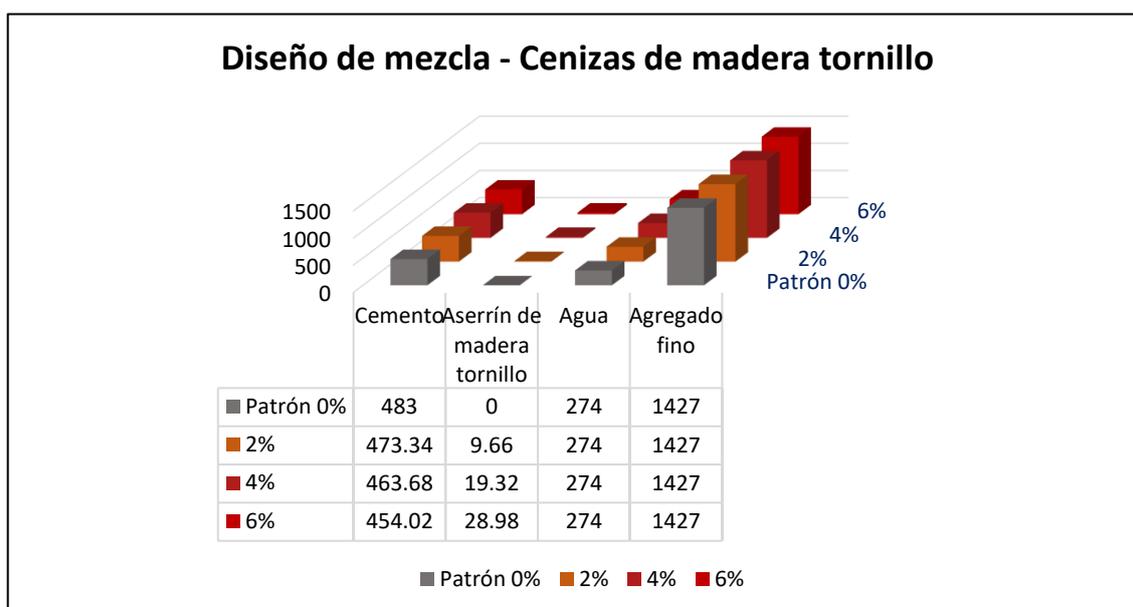


Figura 4: Grafico de cantidad de materiales empleados en el diseño de mezcla de concreto para 1m3.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 10 y figura 4, el diseño de mezcla de concreto para adoquines presenta la adición de 0%, 2%, 4% y 6% de cenizas de madera tornillo, que según Cemento Sol es suficiente porque cumplen con el código que define sus dimensiones y su capacidad. para su resistencia a la compresión y la flexión.

4.2. Adición de aserrín de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023.

Los resultados en ensayos del laboratorio de resistencia a la compresión de adoquines de concreto con la adición de aserrín de madera tornillo, para el diseño, según el anexo.

Tabla 11: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de aserrín de madera tornillo a los 7 días

Muestras	Peso Seco (gr)	Carga Máxima		Resistencia (kgcm ²)	Resistencia promedio (kgcm ²)
		(KN)	(Kg)		
Patrón 0%	5161.00	260.40	26546	128.20	120.55
Patrón 0%	5064.00	230.40	23487	112.90	
Aserrín 2%	5288.00	393.50	40112	195.60	187.35
Aserrín 2%	5280.00	363.70	37074	179.10	
Aserrín 4%	5220.00	263.80	26886	129.50	126.30
Aserrín 4%	5236.00	250.70	25555	123.10	
Aserrín 6%	5215.00	261.10	26619	129.80	123.30
Aserrín 6%	5220.00	237.20	24181	116.80	

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 11, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de compresión de 128.20Kg/cm²–112.90Kg/cm², aserrín 2% a 195.60Kg/cm²–179.10Kg/cm², aserrín 4% a 129.50Kg/cm²–123.10Kg/cm² y en la muestra de aserrín 6% alcanzando 129.80Kg/cm²–116.80Kg/cm² a los 7 días. Y como promedio de las muestras obtenido una resistencia en el patrón 0% de 120.55Kg/cm², aserrín 2% de 187.35Kg/cm², aserrín 4% de 126.30Kg/cm² y aserrín 6% de 123.30Kg/cm².

Tabla 12: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de aserrín de madera tornillo a los 14 días

Muestras	Peso Seco (gr)	Carga Máxima		Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)
		(KN)	(Kg)		
Patrón	5155.00	297.70	30348	148.40	139.20
Patrón	5088.00	263.40	26850	130.00	
Aserrín 2%	5198.00	397.10	40479	197.90	199.60
Aserrín 2%	5222.00	404.80	41264	201.30	
Aserrín 4%	5202.00	301.50	30735	149.50	145.80
Aserrín 4%	5211.00	286.60	29216	142.10	
Aserrín 6%	5155.00	298.50	30432	116.50	124.85
Aserrín 6%	5198.00	271.20	27646	133.20	

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 12, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de compresión de 148.40Kg/cm²–130.00Kg/cm², aserrín 2% a 197.90Kg/cm²–201.30Kg/cm², aserrín 4% a 149.50Kg/cm²–142.10Kg/cm² y en la muestra de aserrín 6% alcanzando 116.50Kg/cm²–133.20Kg/cm² a los 14 días. Y como promedio de las muestras obtenido una resistencia en el patrón 0% de 139.20Kg/cm², aserrín 2% de 199.60Kg/cm², aserrín 4% de 145.80Kg/cm² y aserrín 6% de 124.85Kg/cm².

Tabla 13: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de aserrín de madera tornillo a los 28 días

Muestras	Peso Seco (gr)	Carga Máxima		Resistencia (kgcm ²)	Resistencia promedio (kgcm ²)
		(KN)	(Kg)		
Patrón	5052.00	370.20	37742	183.60	172.65
Patrón	5062.00	327.60	33391	161.70	
Aserrín 2%	5160.00	493.80	50341	245.50	247.60
Aserrín 2%	5182.00	503.40	51317	249.70	
Aserrín 4%	5211.00	375.00	38223	186.00	181.60
Aserrín 4%	5190.00	356.40	36334	177.20	
Aserrín 6%	5136.00	371.30	37847	155.50	161.60
Aserrín 6%	5144.00	337.30	34381	167.70	

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 13, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de compresión de 183.60Kg/cm²–161.70Kg/cm², aserrín 2% a 245.50Kg/cm² – 249.70Kg/cm², aserrín 4% a 186.00Kg/cm²–177.20Kg/cm² y en la muestra de aserrín 6% alcanzando 155.50Kg/cm²–167.70Kg/cm² a los 28 días. Y como promedio de las muestras obtenido una resistencia en el patrón 0% de 172.65Kg/cm², aserrín 2% de 247.60Kg/cm², aserrín 4% de 181.60Kg/cm² y aserrín 6% de 161.60 Kg/cm².

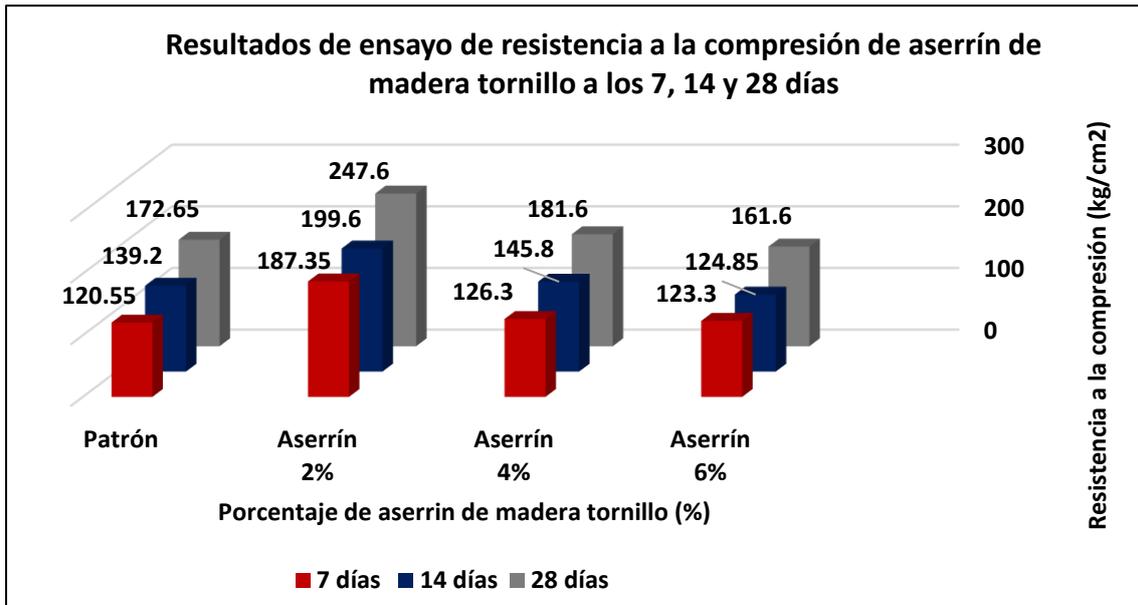


Figura 5: Resistencia de compresión de adoquines con aserrín de madera tornillo a los 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura 5, muestra los resultados promedio obtenidos para adoquines (patrón) con 0% de adición y para adoquines con 2%, 4% y 6% de aserrín de madera tornillo sometidos por 7, 14 y 28 días. Se concluyó que el diseño de pavimento que arrojó mayores resultados en el ensayo de compresión fue la muestra de pavimento que contenía 2% de aserrín, alcanzando 247.60kg/cm², 43.41% más que el patrón, un 36.34% que el adoquín de 4% de aserrín de madera tornillo, un 53.22 % más alto que los adoquines con un 6 % de aserrín.

Los resultados en ensayos del laboratorio de resistencia a flexión de adoquines de concreto con la adición de aserrín de madera tornillo, para el diseño, según el anexo

Tabla 14: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de aserrín de madera tornillo a los 7 días

Muestras	Carga Máxima		Resistencia	
	(KN)	(Kg)	(MPa)	(kg/cm ²)
Patrón	10.57	1077	8.09	82.40
Aserrín 2%	11.56	1178	8.84	90.10
Aserrín 4%	9.84	1003	7.53	76.70
Aserrín 6%	10.35	1055	7.84	79.90

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 14, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de flexión de 82.40Kg/cm², aserrín 2% a 90.10Kg/cm², aserrín 4% a 76.70Kg/cm² y en la muestra de aserrín 6% alcanzando 79.90Kg/cm² a los 7 días.

Tabla 15: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de aserrín de madera tornillo a los 14 días

Muestras	Carga Máxima		Resistencia	
	(KN)	(Kg)	(MPa)	(kgcm ²)
Patrón	12.55	1279	9.82	100.10
Aserrín 2%	13.26	1352	10.05	102.10
Aserrín 4%	11.95	1218	9.23	94.10
Aserrín 6%	12.38	1262	9.47	96.60

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 15, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de flexión de 100.10Kg/cm², aserrín 2% a

102.10Kg/cm², aserrín 4% a 94.10Kg/cm² y en la muestra de aserrín 6% alcanzando 96.60Kg/cm² a los 14 días.

Tabla 16: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de aserrín de madera tornillo a los 28 días

Muestras	Carga Máxima		Resistencia	
	(KN)	(Kg)	(MPa)	(kg/cm ²)
Patrón	13.88	1415	10.97	111.80
Aserrín 2%	14.35	1463	10.98	111.90
Aserrín 4%	13.15	1340	10.39	105.90
Aserrín 6%	13.36	1362	9.90	100.90

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 16, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de flexión de 111.80Kg/cm², aserrín 2% a 111.90Kg/cm², aserrín 4% a 105.90Kg/cm² y en la muestra de aserrín 6% alcanzando 100.90Kg/cm² a los 28 días.

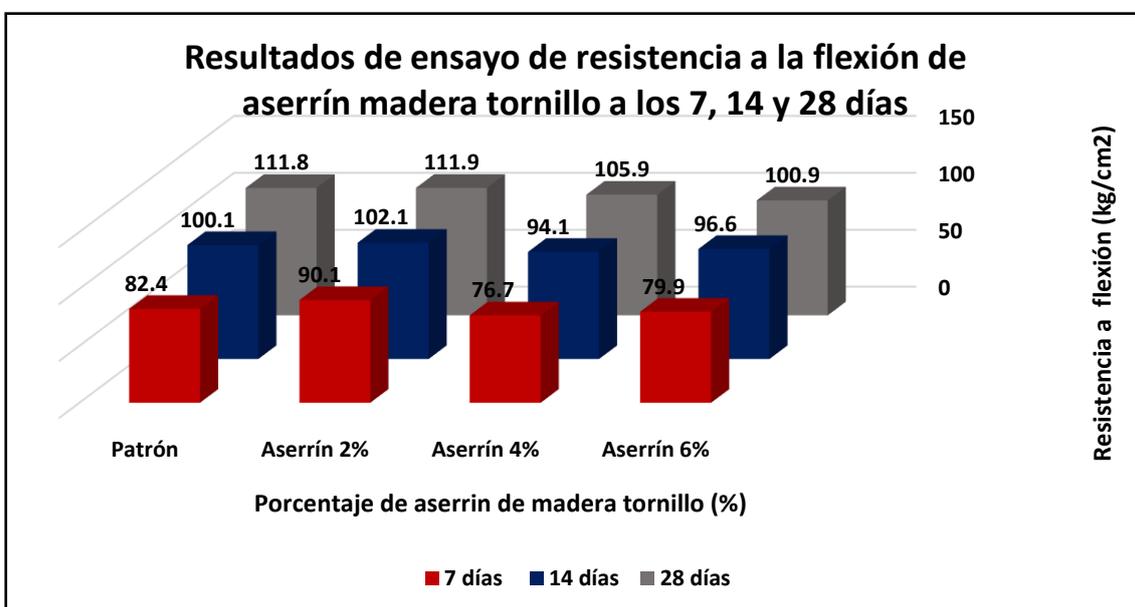


Figura 6: Resistencia de flexión de adoquines con aserrín de madera tornillo a los 7,14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura 6, muestra los resultados promedio obtenidos para adoquines (patrón) con 0% de adición y para adoquines con 2%, 4% y 6% de aserrín de madera tornillo sometidos por 7, 14 y 28 días. Se concluyó que el diseño de pavimento que arrojó mayores resultados en el ensayo de flexión fue la muestra de pavimento que contenía 2% de aserrín, alcanzando 111.90kg/cm², 0.09% más que el patrón, un 5.67% que el adoquín de 4% de aserrín de madera tornillo, un 10.90 % que los adoquines con un 6 % de aserrín.

4.3. Adición de cenizas de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto f'c=210kg/cm², Lima 2023

Los resultados en ensayos del laboratorio de resistencia a la compresión de adoquines de concreto con la adición de cenizas de madera tornillo, para el diseño, según el anexo.

Tabla 17: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de cenizas de madera tornillo a los 7 días

Muestras	Peso Seco (gr)	Carga Máxima		Resistencia (kgcm ²)	Resistencia promedio (kgcm ²)
		(KN)	(Kg)		
Patrón	5161.00	260.40	26546	128.20	120.55
Patrón	5064.00	230.40	23487	112.90	
Cenizas 2%	5042.00	245.20	24997	121.60	116.75
Cenizas 2%	5085.00	227.80	23219	111.90	
Cenizas 4%	5241.00	250.40	25521	124.80	122.50
Cenizas 4%	5148.00	242.20	24693	120.20	
Cenizas 6%	5101.00	329.40	33583	160.60	160.25
Cenizas 6%	5204.00	324.00	33031	159.90	

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 17, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de compresión de 128.20Kg/cm²–112.90Kg/cm², cenizas 2% a 121.60Kg/cm²–111.90Kg/cm², cenizas 4% a 124.80Kg/cm²–120.20Kg/cm² y en la muestra de cenizas 6% alcanzando 160.60Kg/cm²–159.90Kg/cm² a los 7 días. Y como promedio de las muestras obtenido una resistencia en el patrón 0% de 120.55Kg/cm², cenizas 2% de 116.75Kg/cm², cenizas 4% de 122.50Kg/cm² y cenizas 6% de 160.25Kg/cm².

Tabla 18: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de cenizas de madera tornillo a los 14 días

Muestras	Peso Seco (gr)	Carga Máxima		Resistencia (kgcm ²)	Resistencia promedio (kgcm ²)
		(KN)	(Kg)		
Patrón	5155.00	297.70	30348	148.40	139.20
Patrón	5088.00	263.40	26850	130.00	
Cenizas 2%	5066.00	280.30	28576	138.40	134.40
Cenizas 2%	5069.00	260.40	26547	130.40	
Cenizas 4%	5135.00	286.20	29176	140.60	142.55
Cenizas 4%	5142.00	289.30	29490	144.50	
Cenizas 6%	5132.00	376.60	38393	185.00	184.60
Cenizas 6%	5199.00	370.40	37760	184.20	

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 18, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de 148.40Kg/cm²–130.00Kg/cm², cenizas 2% a 138.40Kg/cm²–130.40Kg/cm², cenizas 4% a 140.60Kg/cm²–144.50Kg/cm² y en la muestra de cenizas 6% alcanzando 185.00Kg/cm²–184.20Kg/cm² a los 14 días. Y como promedio de las muestras obtenido una resistencia en el patrón 0% de 139.20Kg/cm², cenizas 2% de 134.40Kg/cm², cenizas 4% de 142.55Kg/cm² y cenizas 6% de 184.60Kg/cm².

Tabla 19: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de cenizas de madera tornillo a los 28 días

Muestras	Peso Seco (gr)	Carga Máxima		Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)
		(KN)	(Kg)		
Patrón	5052.00	370.20	37742	183.60	172.65
Patrón	5062.00	327.60	33391	161.70	
Cenizas 2%	5063.00	348.60	35539	172.90	167.35
Cenizas 2%	5069.00	323.90	33015	161.80	
Cenizas 4%	5102.00	356.00	36285	177.40	177.25
Cenizas 4%	5111.00	359.80	36675	177.10	
Cenizas 6%	5123.00	468.40	47748	232.90	229.60
Cenizas 6%	5146.00	460.70	46960	226.30	

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 19, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de 183.60Kg/cm²–161.70Kg/cm², cenizas 2% a 172.9Kg/cm²–161.80Kg/cm², cenizas 4% a 177.40Kg/cm²–177.10Kg/cm² y en la muestra de cenizas 6% alcanzando 232.90Kg/cm²–226.30Kg/cm² a los 14 días. Y como promedio de las muestras obtenido una resistencia en el patrón 0% de 172.65Kg/cm², cenizas 2% de 167.35Kg/cm², cenizas 4% de 177.25Kg/cm² y cenizas 6% de 229.60Kg/cm².

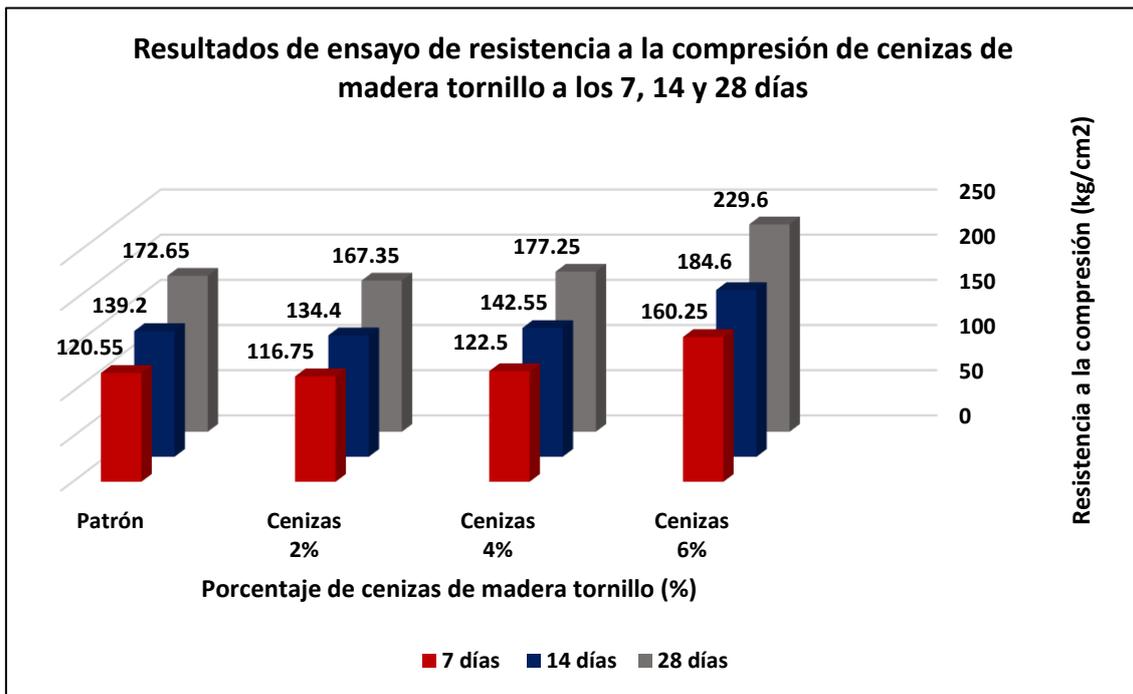


Figura 7: Resistencia de compresión de adoquines con cenizas de madera tornillo a los 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura 7, muestra los resultados promedio obtenidos para adoquines (patrón) con 0% de adición y para adoquines con 2%, 4% y 6% de cenizas de madera tornillo sometidos por 7, 14 y 28 días. Se concluyó que el diseño de pavimento que arrojó mayor resultado en el ensayo de compresión fue la muestra de pavimento que contenía 6% de cenizas, alcanzando 229.60kg/cm², 32.99% más que el patrón, un 37.20% que el adoquín de 2% de aserrín de madera tornillo, un 29.53 % más alto que los adoquines con un 4% de aserrín.

Los resultados en ensayos del laboratorio de resistencia a la flexión de adoquines de concreto con la adición de aserrín de madera tornillo, para el diseño, según el anexo

Tabla 20: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de cenizas de madera tornillo a los 7 días

Muestras	Carga Máxima		Resistencia	
	(KN)	(Kg)	(MPa)	(kgcm ²)
Patrón	10.57	1077	8.09	82.40
Cenizas 2%	10.09	1029	7.90	80.50
Cenizas 4%	10.19	1039	7.98	81.30
Cenizas 6%	10.28	1048	7.79	79.40

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 20, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de flexión de 82.40Kg/cm², cenizas 2% a 80.50Kg/cm², cenizas 4% a 81.30Kg/cm² y en la muestra de cenizas 6% alcanzando 79.40Kg/cm² a los 7 días.

Tabla 21: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de cenizas de madera tornillo a los 14 días

Muestras	Carga Máxima		Resistencia	
	(KN)	(Kg)	(MPa)	(kgcm ²)
Patrón	12.55	1279	9.82	100.10
Cenizas 2%	11.89	1212	9.10	92.70
Cenizas 4%	12.19	1243	9.33	95.10
Cenizas 6%	12.25	1249	8.99	91.70

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 21, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de flexión de 100.10Kg/cm², cenizas 2% a 92.70Kg/cm²,

cenizas 4% a 95.10Kg/cm² y en la muestra de cenizas 6% alcanzando 91.70Kg/cm² a los 14 días.

Tabla 22: Resultados de ensayo de resistencia a la flexión de cenizas de madera tornillo a los 28 días

Muestras	Carga Máxima		Resistencia	
	(KN)	(Kg)	(MPa)	(kgcm ²)
Patrón	13.88	1415	10.97	111.80
Cenizas 2%	13.15	1340	10.06	102.50
Cenizas 4%	13.75	1402	10.76	109.70
Cenizas 6%	13.45	1371	10.29	104.90

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

Interpretación:

De acuerdo a la Tabla 22, se observa que las muestras obtenidas del patrón 0% alcanzo una resistencia de flexión de 111.80Kg/cm², cenizas 2% a 102.50Kg/cm², cenizas 4% a 109.70Kg/cm² y en la muestra de cenizas 6% alcanzando 104.90Kg/cm² a los 28 días.

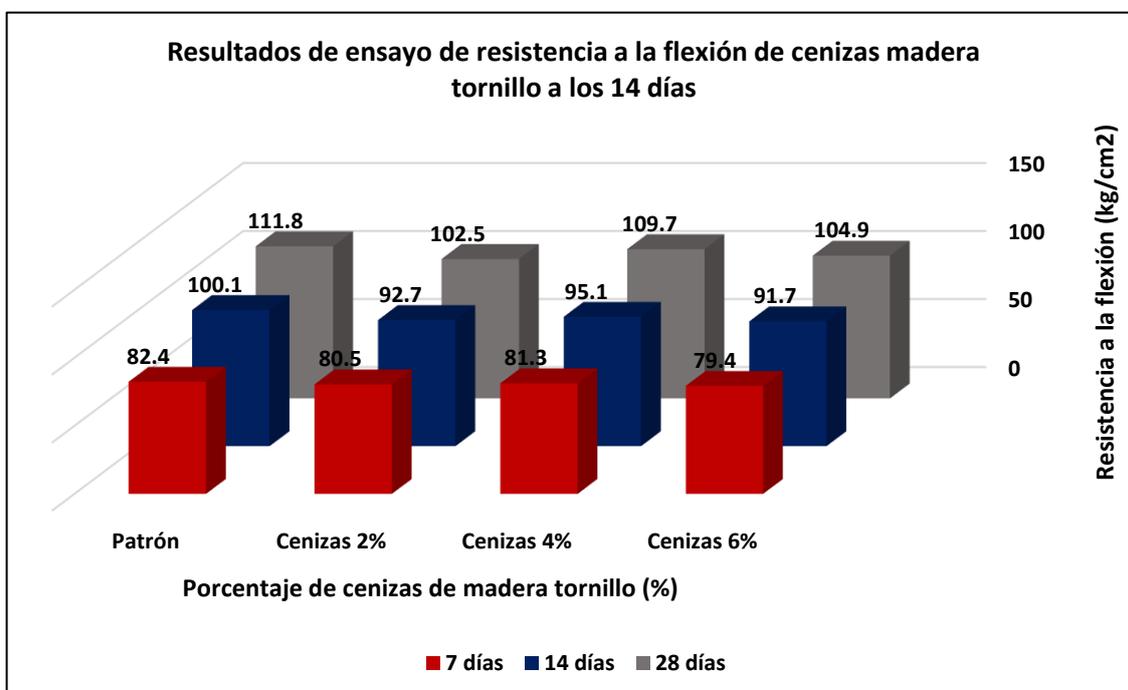


Figura 8: Resistencia de flexión de adoquines con cenizas de madera tornillo a los 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura 8, muestra los resultados promedio obtenidos para adoquines (patrón) con 0% de adición y para adoquines con 2%, 4% y 6% de aserrín de madera tornillo sometidos por 7, 14 y 28 días. Se concluyó que el diseño de pavimento que arrojó mayor resultado en el ensayo de flexión fue la muestra de adoquín de diseño convencional (patrón) siendo 111.80kg/cm², y una diferencia de 9.07% adicionando un 2% de cenizas, 1.91% con 4% de cenizas menos que el patrón y 6.58% que el adoquín de 6% de cenizas de madera tornillo, cumpliendo con el requisito NTP 399.611.

Teniendo todos los resultados se hace la comparación a los ensayos de compresión y flexión en la edad de los 28 días a los porcentajes adicionados de aserrín y cenizas de madera en los diseños de adoquines.

Tabla 23: Resultado global de ensayo de resistencia a la compresión con adición de aserrín y cenizas de madera tornillo en adoquines de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²) Promedio
Patrón 0%	183.60	172.65
Patrón 0%	161.70	
Cenizas 2%	172.90	167.35
Cenizas 2%	161.80	
Cenizas 4%	177.40	177.25
Cenizas 4%	177.10	
Cenizas 6%	232.90	229.60
Cenizas 6%	226.30	
Aserrín 2%	245.50	247.60
Aserrín 2%	249.70	
Aserrín 4%	186.00	181.60
Aserrín 4%	177.20	
Aserrín 6%	155.50	161.60
Aserrín 6%	167.70	

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

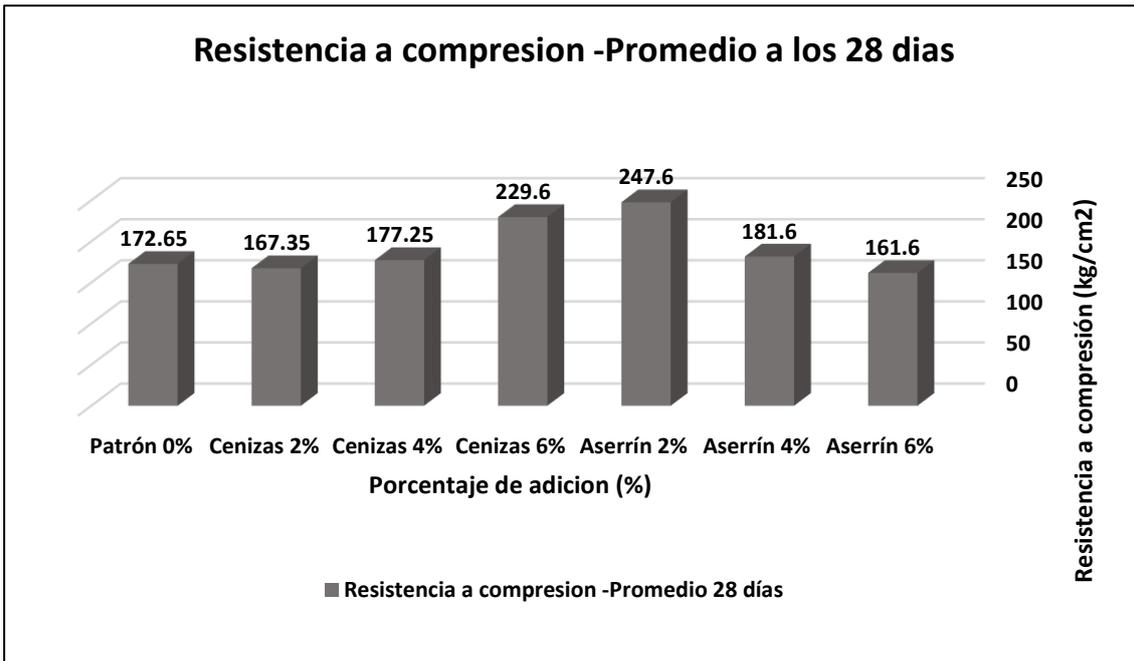


Figura 9: Comparativo de resistencia de compresión de adoquines de aserrín y cenizas de madera tornillo a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la Tabla 23 y figura 9, se muestra los resultados promedios obtenidos para lo adoquines con 0% y adición del 2%, 4% y 6% para los diseños de aserrín de madera tornillo y cenizas de madera tornillo estos sometidos a prueba 14 muestras a 7, 14 y 28 días cada uno, siendo un total de 42 muestras. Se concluye que el diseño de adoquín donde se obtuvo la mayor resistencia de compresión teniendo en cuenta la incorporación de aserrín y cenizas de madera tornillo fue en la muestra de 2% de aserrín llegando a una resistencia máxima a los 28 días de 247.60kg/cm², consiguiendo a ello, 43.41% más al patrón, 36.34% más al 4% aserrín, 53.22% más al 6% aserrín, 47.95% más al 2 % ceniza, 39.69% mas al 4% ceniza y 7.84% más al 6% ceniza.

Tabla 24: Resultado global de ensayo de resistencia a flexión con adición de aserrín y cenizas de madera tornillo en adoquines de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días

Muestra	Resistencia a Flexión (kg/cm ²)
Patrón 0%	111.80
Cenizas 2%	102.50
Cenizas 4%	109.70
Cenizas 6%	104.90
Aserrín 2%	111.90
Aserrín 4%	105.90
Aserrín 6%	100.90

Fuente: Laboratorio de suelos JCH S.A.C. – Lima.

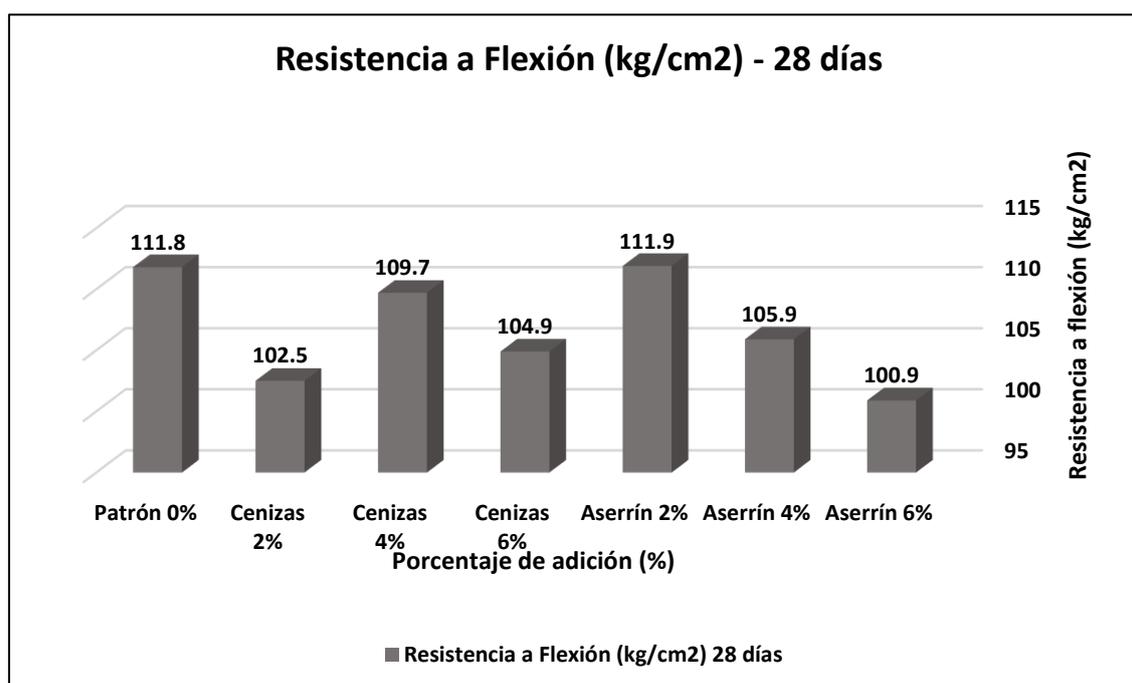


Figura 10: Comparativo de resistencia a flexión de adoquines de aserrín y cenizas de madera tornillo a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la Tabla 24 y figura 10, se muestra los resultados promedios obtenidos para los adoquines con 0% y adición del 2%, 4% y 6% para los diseños de aserrín de madera tornillo y cenizas de madera tornillo estos sometidos a prueba 7 muestras a 7, 14 y 28 días cada uno, siendo un total de 21 muestras. Se concluye que el diseño de adoquín donde se obtuvo la mayor resistencia a flexión teniendo en cuenta la incorporación de aserrín y cenizas de madera tornillo fue en la muestra de 2% de aserrín llegando a una resistencia máxima a los 28 días de 111.90kg/cm², consiguiendo a ello, 0.09% más al de patrón, 5.67% más al 4% aserrín, 10.90% más al 6% aserrín, 9.17% más al 2% ceniza, 2.01% más al 4% ceniza y 6.67% más al 6% de ceniza.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1:

Como antecedente, Pariona (2021) en su investigación usa aserrín de madera en la elaboración de bloques de concreto en cantidades de 0.24kg, 0.56kg y 0.92kg, de acuerdo al porcentaje de 5%, 10% y 20% y con un módulo de fineza de 2.10 requerido, de granulometría de 2mm, aceptable en la mezcla con el concreto.

Ante ello como resultado en la presente investigación se efectuó el análisis granulométrico del aserrín donde se caracteriza la relación con la norma ASTM C 136 el cual es tamizado por tamiz como agregado grueso. Entre los límites inferior y exterior, el módulo de finura es 3.10, el tamaño de partícula es inferior a 10.00mm. Después de la selección, está permitido mezclar con el concreto. En la preparación de los adoquines, según la cantidad de aserrín, se utilizan aserrín de madera en proporciones del 2%, 4% y 6%, respectivamente 0,22kg, 0,44kg y 0,66kg.

Ante la comparación, con el aserrín de madera se obtuvieron resultados ambas son aceptables en la mezcla de concreto.

Como antecedente, Garzón y Lugo, (2019) en su investigación realizaron 3 ensayos granulométricos de ceniza volante siendo el tamaño de partícula inferior a 0.425mm y un cálculo de módulo de finura 2,02, 2,28 y 2,4.

Para la presente investigación se realizó el análisis de granulometría de la ceniza de madera tornillo donde se caracteriza la relación con la norma ASTM C 136, el cual es tamizado por tamiz como agregado fino. Entre los límites inferior y exterior, el módulo de finura 3.70, el aserrín está seco, el tamaño de partícula es inferior a 13.00mm. Después de la selección, está permitido mezclar con el concreto. En la preparación de los adoquines, según la cantidad de aserrín, se utilizan ceniza de madera en proporciones del 2%, 4% y 6%, respectivamente 0,22kg, 0,44kg y 0,66kg.

Teniendo en comparación con la ceniza se obtuvieron diferentes módulos de fineza.

Discusión 2: Según los datos obtenidos en el análisis de laboratorio y procesado en la base de datos, se acepta que la adición de aserrín y cenizas de madera tornillo influye en la resistencia de compresión de los adoquines.

En concordancia de la investigación de Alvares y Jiménez (2021) adicionaron aserrín a un concreto obteniendo como resistencia a compresión a los 28 días en porcentaje de 2% obtuvieron 208kg/cm²–201kg/cm², al 4% una resistencia de 96kg/cm²–91kg/cm² y al 6% una resistencia de 43kg/cm²–41kg/cm² respectivamente, teniendo mayor resistencia adicionando al 2% de aserrín a la mezcla de concreto.

Los resultados a los 28 días para el ensayo de resistencia a compresión fueron con adición de 2% de aserrín de madera tornillo, 245.50kg/cm²–249.70kg/cm², adicionando el 4% una resistencia de 186 kg/cm²–177.20 kg/cm² y al 6% una resistencia de 155.50kg/cm²–167.70kg/cm² respectivamente, se puede confirmar que el adoquín con mayor cantidad de agregado presentó menor resistencia, indicando que el material no se adhirió adecuadamente a la mezcla.

Teniendo en comparación al adicionar aserrín a mayor porcentaje tiende a disminuir su resistencia a compresión.

En concordancia de la investigación de Velásquez (2020) elaboro un concreto añadiendo aserrín al 5%, 10% y 15% según a la norma al ACI 211, donde al adicionar aserrín al 5% al concreto obtuvo una resistencia de flexión de 26.09kg/cm², al 10% una resistencia a 26.09kg/cm² y adicionando 15% una resistencia de 24kg/cm².

Por otro lado, los resultados de la presente investigación a los 28 días para el ensayo de resistencia a flexión fueron con adición de 2% de aserrín de madera tornillo, 111.90kg/cm², adicionando el 4% una resistencia de 105.90kg/cm² y al 6% una resistencia de 100.90kg/cm² respectivamente, se puede confirmar que el adoquín con mayor cantidad de agregado presentó menor resistencia, indicando que el material no se adhirió adecuadamente a la mezcla. Teniendo concordancia con la investigación

Teniendo en comparación al adicionar aserrín a mayor porcentaje tiende a disminuir su resistencia a flexión.

Discusión 3: Según los datos obtenidos en el análisis de laboratorio y procesado en la base de datos, se acepta que la adición de aserrín y cenizas de madera tornillo influye en la resistencia de compresión de los adoquines.

En concordancia al artículo de investigación de Huaquisto y Belizario (2018) que tuvieron como resultados a compresión en concreto en porcentaje de 2.5%, 5%, 10% y 15% de ceniza volante una resistencia de 231kg/cm², 235kg/cm², 211kg/cm² y 204kg/cm² respectivamente, teniendo una resistencia mayor adicionando el 5 % de ceniza volante a la mezcla de concreto.

Los resultados a los 28 días para el ensayo de resistencia a compresión fueron con adición de 2% de ceniza de madera tornillo, 172.90kg/cm²–161.80kg/cm², adicionando el 4% una resistencia de 177.40kg/cm²–177.10kg/cm² y al 6% una resistencia de 232.90kg/cm²–226.30kg/cm², respectivamente, se puede confirmar que el adoquín con mayor cantidad de agregado presentó menor resistencia, indicando que el material no se adhirió adecuadamente a la mezcla.

Teniendo en comparación al adicionar ceniza a mayor porcentaje tiende a disminuir su resistencia a compresión.

En concordancia de la investigación de Caururo y Cuenca (2021) elaboro 3 muestras de concreto añadiendo cenizas de cascara de arroz al 2%, 5% y 7%, donde su resistencia a flexión a la edad de 28 días tuvo al adicionar ceniza al 2% al concreto una resistencia de 55.16kg/cm²–53.12kg/cm²–53.53kg/cm², al 5% una resistencia de 55.16kg/cm²–55.77kg/cm²–53.84kg/cm² y adicionando 7% una resistencia de 56.08kg/cm²–54.04kg/cm²–54.76kg/cm².

Por otro lado, los resultados de la presente investigación a los 28 días para el ensayo de resistencia a flexión fueron con adición de 2% de ceniza de madera tornillo, 102.50kg/cm², adicionando el 4% una resistencia de 109.70kg/cm² y al 6% una resistencia de 104.9kg/cm² respectivamente, se puede confirmar que el adoquín con mayor cantidad de agregado presentó menor resistencia, indicando que el material no se adhirió adecuadamente a la mezcla. Teniendo concordancia con la investigación

Teniendo en comparación al adicionar ceniza a mayor porcentaje tiende a disminuir su resistencia a flexión.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: En la granulometría de aserrín de madera tornillo se favoreció de 10mm determinado con un módulo de fineza de 3.10. Por otro lado, en la granulometría de ceniza de madera de tornillo se priorizó de 13.00mm, determinado con un módulo de fineza de 3.70, han sido seleccionados como agregados gruesos y fino, cuya curva granulométrica excede de los límites, y por tal los resultados a la Norma Técnica E070 de albañilería.

Conclusión 2: Al ensayar la resistencia a compresión con 2%, 4% y 6% de aserrín se encontró que al adicionar 2%, la resistencia a compresión del concreto a los 28 días de vida útil fue de 245,50kg/cm² y 249,70kg/cm², se determina de la siguiente manera: óptimo a partir de la adición de aserrín, factible como pavimento articulado, los adoquines de concreto con adición de 4% y 6% de aserrín es desfavorable, no cumpliendo con las normas técnicas. A su vez, en los ensayos de resistencia a la flexión de aserrín al 2%, 4% y 6%, se encontró que con la adición del 2% se logró la resistencia a la flexión de los adoquines de concreto a los 28 días. la edad es de 111,9kg/cm², más favorable que al sumar 4% y 6%.

Conclusión 3: Al ensayar la resistencia a compresión con 2%, 4% y 6% de ceniza se encontró que al adicionar 6%, la resistencia a compresión del concreto a los 28 días de vida útil fue de 232.90kg/cm² y 226.30kg/cm² se determina de la siguiente manera: óptimo a partir de la adición de ceniza, factible como pavimento articulado, los adoquines de concreto con adición de 2% y 6% de ceniza es desfavorable, no cumpliendo con las normas técnicas. Sin embargo, en los ensayos de resistencia a la flexión de ceniza al 2%, 4% y 6%, se determinó que adicionando cenizas al diseño de adoquín no logra superar al adoquín convencional, obteniéndose una resistencia a los 28 días de edad 111.80kg/cm².

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda para el análisis granulométrico, utilizar agregados finos y gruesos que cumplan con los requisitos técnicos para la elaboración de mezclas de concreto indicado en la NTP 400.012 y la ASTM C 136 de análisis granulométrico, asimismo, utilizar este estudio para futuros análisis pertinentes, se recomienda considerar los resultados obtenidos, para poder realizar cambios en el diseño de mezcla en función de la proporción de agregados de concreto que contienen materiales orgánicos en función de su composición y propiedades, considerando su contribución a la resistencia a la compresión y a la flexión expresadas en la NTP 400:037 para estimar las propiedades de los agregados provenientes del concreto.

Recomendación 2: Para lograr una resistencia óptima de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ de acuerdo con la normativa, se recomienda utilizar con una mezcla de aserrín de madera no superior al 2% para llegar a una resistencia requerida como establece la norma y según el reglamento de edificaciones E 0.70 de albañilería y en un diseño de mezcla con adición de ceniza no mayor a 25% según el reglamento de edificaciones E.0.60 de concreto armado.

Recomendación 3: Se recomienda a futuras investigaciones a realizar comparativo con un diseño de mezcla en proporciones de 2%, 4% y 6% sustituyendo el agregado fino o grueso, teniendo en criterio las normas y reglamentos para la elaboración del concreto.

REFERENCIAS

1. ALVAREZ, Renzo y Jimenez, Brayan. Influencia de la adición de aserrín en un concreto convencional con respecto a su asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión, Trujillo – 2021. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2021. 81 pp. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30683/Alvarez%20Romer%20%e2%80%8bRenzo%20Gabriel%20-%20Jimenez%20Morales%20Bryan%20Rafael.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. ANTEZANA, Yoshihiro y Mendoza, Josué. Análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando ceniza de coronta de maíz para edificaciones, Ate Lima 2021. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2021. 132 pp. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81358#:~:text=Se%20concluy%C3%B3%20que%20la%20influencia,c%3D210%20kg%2Fcm2.>
3. AYUQUE, Eduardo. Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Huancavelica: Universidad Privada del Norte, 2019. 166 pp. Disponible en <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3178>
4. CAICEDO, Jhon y Pinto, César. Estudio de la resistencia de bloques de cemento con adictivo de ceniza volante (CCA) en el guamo-tomila. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Santo Tomás, 2022. 42 pp. Disponible en <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3674731>
5. CARACTERIZACIÓN de la validez y confiabilidad en el constructo metodológico de la investigación social [en línea]. Venezuela: Universidad de Carabobo, 2015. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6844563>
6. CAURURO, Omayra y Cuenca, Guido. Análisis de la Resistencia a Flexión de un Concreto $f'c=210$ kg/cm², con Adición de Ceniza de Cáscara de Papa, Huaraz 2021. Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 122 pp.

7. CHAVEZ, Jhonatan y Laban, Walter. Diseño de unidades de albañilería de concreto ligero a base de aserrín para uso en muros no portantes de una vivienda en el distrito de Piura. Piura. 2020. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 100 pp. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66713/Chavez_AJS-Laban_JWH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. CHIAVENATO, Idalberto. Administración de recursos humanos: El capital humano de las organizaciones [en línea]. 8.^a ed. Mexico: McGraw - Hill., 2007. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/550fe4eb12c34ed49b9b0b6760f5a289.pdf>
ISBN: 9701061047
9. CIGUEÑAS, Pablo. Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2020. 107 pp. Disponible en <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/6644>
10. Cruz, Hilder. Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, Trujillo 2019. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2019. 157 pp. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21165>
11. DEULOFEUTH, Cristian y Severiche, Juan. Incidencia de la adición del aserrín fino en las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Cartagena: Universidad de Cartagena, 2019. 75 pp. Disponible en https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/10179/CRIS_TIAN%20DAVID%20DEULOFEUTH%20CARRERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
12. DISEÑO de mezcla de concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica [en línea]. Vol 3., Huancavelica: UNH, 2023. Disponible en <https://doi.org/10.54943/ricci.v3i1.224>
ISSN: 2961-2357

13. EL protocolo de investigación III: la población de estudio por Arias-Gómez, Jesús [et al]. Revista Alergia México [en línea]. Abril – junio 2016, 63(2). Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
ISSN: 0002-5151
14. EL protocolo de investigación IV: las variables de estudio por Villasís-Keever, Miguel [et al]. Revista Alergia México [en línea]. Julio-septiembre 2016, 63(3). Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755025003>
ISSN: 0002-5151
15. ESPINO, Yhon. Adición de ceniza de madera de fondo en la estabilización de suelos arcillosos y su aplicación a subrasante. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2021. 122 pp. Disponible en https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3571/T037_4_8618077_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. FUERTE, Royman y Romero, Juan. Construcción y análisis de una pista de prueba en pavimento articulado implementando el ‘adoquín avanzado’ en la región del Alto Magdalena. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2020. 108 pp. Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9449/Proyecto%20de%20grado.%20Adoqu%C3%ADn%20Avanzado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. GARZÓN, Néstor y Lugo, Laura. Análisis geomecánico de un material granular estabilizado con ceniza vegetal y cal; para su uso en las vías terciarias del corregimiento de caño chiquito en Paz de Ariporo, Casanare. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad de La Salle, 2019. 105 pp.
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1524&context=ing_civil
18. GODOY, Juan y Quiroz, Guido. Evaluación del efecto que produce la incorporación del aserrín modificado en la matriz del concreto hidráulico. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Cartagena: Universidad de Cartagena, 2020. 97 pp. Disponible en <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/14995>

19. HERNÁNDEZ, Yomara. Pavimentos de adoquines de concreto una solución ambiental en la construcción de infraestructura vial Colombia. Tesis (Titulo en especialización en Planeación Ambiental Y Manejo Integral De Los Recursos Naturales). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2018. 19 pp. Disponible en <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17882/Hern%C3%A1ndezC%C3%A9pedaYomaraBeatriz2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
20. HUAMANI, Marco y Solis, Stephany. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de arcilla maciza adicionadas con diatomita del yacimiento de San Juan de Tarucani, Arequipa 2020. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Continental. 2020. 138pp. Disponible en <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8087>
21. HUAQUISTO, Samuel y Belizario, Germán. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Perú: Revista De Investigación Altoandinas, [en línea]. Mayo – Junio, 2018. 20(2) Disponible en <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>
22. LLAURE, Segundo. Propuesta de construcción de veredas y sardineles de las calles Santa Rosa, Las Ángeles y Ramón Castilla del Sector Central Barrio 5 -distrito la esperanza 2016. Tesis (Título en Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, 2016. 94 pp. Disponible en <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/44>
23. LÓPEZ, Pedro y Fachelli Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa [en línea]. España: Universitat Autònoma de Barcelona., 2015. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsoccua_a2016_cap1-2.pdf
24. MARILUZ Milagros y Ulloa Joel. Uso de las cenizas volantes de carbon excedentes de la central termoeléctrica ILO21-Moquegua como adición para mejorar las propiedades del concreto: resistencia a la compresión, absorción, manejabilidad y temperatura. Tesis (Título en Ingeniero Civil). Moquegua: Universidad Nacional Santa, 2018. Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3288>

25. MAYA, E. (2014). Métodos y técnicas de investigación Una propuesta ágil para la presentación de trabajos científicos en las áreas de arquitectura, urbanismo y disciplinas afines [en línea]. México: Universidad Nacional Autónoma de México., 2014. Disponible en http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2418/metodos_y_tecnicas.pdf?sequence=3&isAllowed=y
26. MINISTERIO de la Producción. Reglamento técnico de cemento hidráulico utilizado en edificaciones y construcciones de concreto en general. Lima: 10 de junio de 2020. 55 pp.
27. MIRANDA, Nancy. La gestión por procesos de las empresas de vallas publicitarias de la ciudad de Riobamba y su incidencia en la optimización de recursos en el área de producción, período 2014. Tesis (Título en ingeniería comercial Mención: gestión de la micro y pequeña empresa). Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo, 2016. Disponible en <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/2744>
28. NICOMEDES, Esteban. Tipos de Investigación. Universidad Santo Domingo de Guzmán, 2018. 4 pp. Disponible en <http://repositorio.usdq.edu.pe/handle/USDG/34>
29. Oseda, Dulio. Theory and practice of scientific investigation. Perú: Soluciones Graficas S:A.C, 2017.
30. PACHECO, Alejandra. Influencia de la CVmx y CBCst en algunas propiedades de concretos ternarios. Tesis (Magíster en Conservación y aprovechamiento de recursos naturales). México: Instituto Politécnico Nacional, 2021. 89 pp. Disponible en http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/509
31. PAUCAR, Jans. Evaluación de las propiedades físico - mecánicas de adoquines elaborados con aserrín de aglomerado melamínico para pavimento de uso peatonal, Chupaca – 2022. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2022. 127 pp. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96501>
32. PINTADO, Joel y Siesquen, Jaime. Caracterización física – mecánica de concreto adicionando aserrín de madera y ceniza de cascarilla de arroz en la ciudad de san Ignacio – Cajamarca. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil).

- Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 116 pp. Disponible en https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25110/Vel%c3%a1squez%20Sinche%20Ryan%20Halley_Total.pdf?sequence=3&isAllowed=y
33. PISCOYA, Luis. Investigación científica y educacional [en línea]. 2.^a ed. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 1995.
34. QUISPE, Renato. Estudio experimental y numérico del comportamiento mecánico de una arcilla mejorada con métodos tradicionales y ceniza de madera. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada, 2019. 101 pp. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626409>
35. R Karolina and F Muhamma. The analysis of mechanical properties of non autoclaved aerated concrete with the substitution of fly ash and bottom ash. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: Indonesia*, 2018. p. 8. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012133>
36. RAMOS, Carlos. Diseños de investigación experimental. *CienciaAmérica* [en línea]. Enero-agosto 2021. n.º 3. Disponible en <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
37. REVISTA arbitraria venezolana del núcleo Luz-costa oriental del lago. Ecuador, 16(2). Diciembre 2021.
ISSN: 2542-3207
38. ROBBINS, Stephen y Coulter, Mary. Administración [en línea]. 8.^a ed. Pearson Educación de México, 2005. 641 pp. Disponible en https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/15549/mod_resource/content/0/Robbins-Administracion.pdf
39. SEMINARIO, Rosaura [et al]. Diseño de una planta productora de adoquines con agregados de concha de abanico. (Trabajo de investigación). Piura: Universidad de Piura, 2018. 180 pp. Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3836>
40. SITI Noratikah [et al]. Effects of durian sawdust as a partial replacement of fine aggregate in concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: Malaysia*, 2021 p. 8. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1144/1/012027>

41. STRENGTH benefit of sawdust/wood ash amendment in cement stabilization of an expansive soil [en línea]. 28(50) Colombia: UPTC, enero – marzo, 2019. Disponible en <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n50.2019.8790>
42. TÉCNICAS e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia por Alicia Jacqueline Cisneros-Caicedo [et al]. Dominio de las ciencias [en línea]. Enero-marzo 2022, 8(1). Disponible en <https://doi.org/10.23857/dc.v8i1.2546>
ISSN: 2477-8818
43. UTILIZACIÓN de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento [en línea]. Puno: UNAP, abril-junio 2018, 20(2). Disponible en <https://doi.org/10.18271/ria.2018.366>
ISSN: 2313-2957
44. VÁSQUEZ, María. Muestreo probabilístico y no probabilístico. México: Universidad del Istmo, 2017. pp. 14. Disponible en <https://www.gestiopolis.com/wp-content/uploads/2017/02/muestreo-probabilistico-no-probabilistico-guadalupe.pdf>
45. VAZQUEZ, Maycol y Vilchez, Alfredo. Diseño de adoquines con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto 2020. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 104 pp.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66557>
46. VILA, Patricia, PEREYRA, María y GUTIÉRREZ, Álvaro. Compressive strength in concrete paving blocks. Results leading to validate the test in half-unit specimens, Uruguay: Revista ALCONPAT [en línea]. , 7(3), 247 - 261.
<https://doi.org/10.21041/ra.v7i3.186>
ISSN: 2007-6835
47. YAPUCHURA, Richard. Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2019. 103 pp.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Título: ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZAS DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'C=210KG/CM2, LIMA 2023					
Autor: Silva Chávez Ariana Ruth					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. 1. ASERRÍN	El aserrín es un residuo del corte de la madera que se encuentra en los talleres de carpintería y en la industria maderera, que tiene propiedades adhesivas y permite el endurecimiento del cemento (Huirma, 2021, p.13).	El aserrín se operacionalizará mediante los adoquines de concreto en porcentaje del 2%, 4% y 6% con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas	D1: Características del aserrín	I1: • Granulometría	Intervalo
			D2: Porcentaje de Aserrín	I2: • 2% • 4% • 6%	Razón
V.I. 2. CENIZAS DE MADERA	La ceniza es un polvo muy fino que contiene sílice, alúmina, óxidos y álcalis, siendo puzolánica que tiende una reacción con cal para producir elementos cementantes (Espino, 2021, p.26).	Las cenizas de madera se operacionalizarán mediante los adoquines de concreto en porcentaje del 2%, 4% y 6% con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas	D1: Características de las cenizas	I1: • Granulometría	Intervalo
			D2: Porcentaje de cenizas de madera	I2: • 2% • 4% • 6%	Razón
V.D. 1. PROPIEDADES MECÁNICAS	Las propiedades mecánicas es la capacidad que tiene un material o producto para soportar, resistir o deformarse. Estas propiedades pueden ser elasticidad, plasticidad, flexibilidad, elasticidad, dureza, rigidez y vulnerabilidad (Huamani y Solis, 2020, p.43)	Las propiedades mecánicas serán evaluadas mediante la resistencia a la compresión y flexión	D1: Propiedades mecánicas	I1: • Resistencia a la compresión	Razón
				I2: • Resistencia a la flexión	Razón

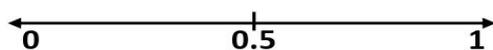
Anexo 2: Matriz de consistencia

Título: ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZAS DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'C=210KG/CM2, LIMA 2023							
Autor: Silva Chávez Ariana Ruth							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
General	General	General	Variable independiente: Aserrín	D1: Características del aserrín	I1: Granulometría	Ficha de Resultados de Laboratorio	Tipo de Investigación: Aplicada Diseño de investigación: Experimental Población: Adoquines de concreto con cenizas de madera con adición de 2% 4% y 6% Adoquines de concreto con cenizas de madera con adición de 2% 4% y 6% Muestra: 42 muestras de adoquines de concreto para ensayos a compresión 21 muestras e adoquines de concreto para ensayos a flexión Técnicas: Observación directa
¿De qué manera influirá el aserrín y cenizas de madera tornillo para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de concreto f'c=210kg/cm2, Lima 2023?	Analizar si la incorporación de aserrín y cenizas de madera tornillo mejora las propiedades mecánicas en adoquines de concreto f'c=210kg/cm2, Lima 2023	La incorporación del aserrín y cenizas de madera tornillo en un concreto f'c=210kg/cm2 en adoquines influye en las propiedades mecánicas, Lima 2023		D2: Porcentaje de Aserrín	I2: 2%, 4% y 6%	Ficha de recolección de datos	
Específicos	Específicos	Específicos	Variable independiente: Ceniza de madera	D1: Características del aserrín	I1: Granulometría	Ficha de Resultados de Laboratorio	Instrumentos de recolección de datos Ficha de recolección de datos Ficha de resultados de laboratorio
¿Cómo la incorporación del aserrín y cenizas de madera tornillo influirá en el comportamiento mecánico en adoquines de concreto f'c=210kg/cm2, Lima 2023?	Determinar si la incorporación del aserrín y cenizas de madera tornillo influye en el comportamiento mecánico en adoquines de concreto f'c=210kg/cm2, Lima 2023	La incorporación del aserrín y cenizas de madera tornillo influye en el comportamiento mecánico para adoquines de concreto f'c=210kg/cm2, Lima 2023		D2: Porcentaje de Aserrín	I2: 2%, 4% y 6%	Ficha de recolección de datos	
¿Cuál es el efecto que producirá la adición de aserrín de tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto f'c=210kg/cm2?	Determinar el efecto que produce la adición de aserrín de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto f'c=210kg/cm2, Lima 2023	La adición de aserrín de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen produce un efecto en las propiedades mecánicas para adoquines, concreto f'c=210kg/cm2, Lima – 2023	Variable dependiente: Propiedades Mecánicas	D1: Propiedades mecánicas	I1: Resistencia a la compresión	Ficha de Resultados de Laboratorio	
¿Cuál es el efecto que producirá la adición de cenizas de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto f'c=210kg/cm2?	Determinar el efecto que produce la adición de cenizas de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen a las propiedades mecánicas en adoquines de concreto f'c=210kg/cm2, Lima 2023	La adición de cenizas de madera tornillo en proporción al 2%, 4% y 6% en volumen produce un efecto en las propiedades mecánicas para adoquines, concreto f'c=210kg/cm2, Lima – 2023			I2: Resistencia a la flexión	Ficha de Resultados de Laboratorio	

Anexo 3: Instrumento de investigación validado
 Formato de validez de ficha de recopilación de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO	Adición del aserrín y cenizas de madera tornillo para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023					
AUTOR	Silva Chavez, Ariana Ruth					
INFORMACIÓN GENERAL						
UBICACIÓN	Distrito		Lima			EXPERTO
	Provincia		Lima			
	Departamento		Lima			
I	D1V1/D1V3: CARACTERÍSTICAS DE ASERRIN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Aserrín	mm				
II	D1V2/D2V3: CARACTERÍSTICAS DE CENIZA					
	Indicador 1	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Ceniza	mm				
III	D2V1/D2V3: PORCENTAJE DE ASERRIN DE MADERA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	2%	kg	4%	kg	6%	kg
IV	D2V2/D2V3: PORCENTAJE DE ASERRIN DE CENIZA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	2%	kg	4%	kg	6%	kg
V	D1V1/D1V3: PROPIEDADES MECANICAS DE ASERRÍN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Resis. Comp.	Kg/cm ²	Resis. Comp.	Kg/cm ²		
VI	D1V2/D1V3: PROPIEDADES MECANICAS DE CENIZA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Resis. Comp.	Kg/cm ²	Resis. Comp.	Kg/cm ²		
APELLIDOS Y NOMBRES						
DNI						
TELEFONO						
REGISTRO CIP Nro.						

Según Oseda (2017)



0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

0
0.00

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO	Adición del aserrín y cenizas de madera tornillo para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de concreto f'c=210kg/cm2, Lima 2023					
AUTOR	Silva Chavez, Ariana Ruth					
INFORMACIÓN GENERAL						
UBICACIÓN	Distrito		Lima			EXPERTO
	Provincia		Lima			
	Departamento		Lima			
I	D1V1/D1V3: CARACTERISTICAS DE ASERRIN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Aserrín	mm				
II	D1V2/D2V3: CARACTERISTICAS DE CENIZA					
	Indicador 1	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Ceniza	mm				
III	D2V1/D2V3: PORCENTAJE DE ASERRIN DE MADERA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	2%	kg	4%	kg	6%	kg
IV	D2V2/D2V3: PORCENTAJE DE ASERRIN DE CENIZA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	2%	kg	4%	kg	6%	kg
V	D1V1/D1V3: PROPIEDADES MECANICAS DE ASERRÍN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Resis. Comp.	Kg/cm2	Resis. Comp.	Kg/cm2		
VI	D1V2/D1V3: PROPIEDADES MECANICAS DE CENIZA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Resis. Comp.	Kg/cm2	Resis. Comp.	Kg/cm2		
APELLIDOS Y NOMBRES	Matías Saravia Miguel Ángel					
DNI	47626224					
TELEFONO	944976816					
REGISTRO CIP Nro.	281309					

Según Oseda (2017)

← 0 0.5 1 →	
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta


 MIGUEL ANGEL
 MATÍAS SARAVIA
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 281309

6
0.97

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO	Adición del aserrín y cenizas de madera tornillo para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023					
AUTOR	Silva Chavez, Ariana Ruth					
INFORMACIÓN GENERAL						
UBICACIÓN	Distrito		Lima			EXPERTO
	Provincia		Lima			
	Departamento		Lima			
I	D1V1/D1V3: CARACTERÍSTICAS DE ASERRIN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Aserrín	mm				
II	D1V2/D2V3: CARACTERÍSTICAS DE CENIZA					
	Indicador 1	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Ceniza	mm				
III	D2V1/D2V3: PORCENTAJE DE ASERRIN DE MADERA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	2%	kg	4%	kg	6%	kg
IV	D2V2/D2V3: PORCENTAJE DE ASERRIN DE CENIZA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	2%	kg	4%	kg	6%	kg
V	D1V1/D1V3: PROPIEDADES MECANICAS DE ASERRÍN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Resis. Comp.	Kg/cm2	Resis. Comp.	Kg/cm2		
VI	D1V2/D1V3: PROPIEDADES MECANICAS DE CENIZA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Resis. Comp.	Kg/cm2	Resis. Comp.	Kg/cm2		
APELLIDOS Y NOMBRES	Gilmer Arturo Ramos Cespedes					
DNI	43241710					
TELEFONO	920828741					
REGISTRO CIP Nro.	271682					

Según Oseda (2017)

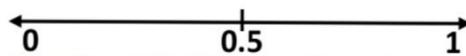
← 0 0.5 1 →	
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta


GILMER ARTURO RAMOS CESPEDES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 271682

6
0.98

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO	Adición del aserrín y cenizas de madera tornillo para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023					
AUTOR	Silva Chavez, Ariana Ruth					
INFORMACIÓN GENERAL						
UBICACIÓN	Distrito		Lima			EXPERTO
	Provincia		Lima			
	Departamento		Lima			
I	D1V1/D1V3: CARACTERÍSTICAS DE ASERRIN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Aserrín	mm				
II	D1V2/D2V3: CARACTERÍSTICAS DE CENIZA					
	Indicador 1	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Ceniza	mm				
III	D2V1/D2V3: PORCENTAJE DE ASERRIN DE MADERA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	2%	kg	4%	kg	6%	kg
IV	D2V2/D2V3: PORCENTAJE DE ASERRIN DE CENIZA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	2%	kg	4%	kg	6%	kg
V	D1V1/D1V3: PROPIEDADES MECANICAS DE ASERRÍN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Resis. Comp.	Kg/cm2	Resis. Comp.	Kg/cm2		
VI	D1V2/D1V3: PROPIEDADES MECANICAS DE CENIZA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Resis. Comp.	Kg/cm2	Resis. Comp.	Kg/cm2		
APELLIDOS Y NOMBRES	Dávila Valle Daniel					
DNI	60031167					
TELEFONO						
REGISTRO CIP Nro.	287968					

Según Oseda (2017)



0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

6
0.97

Daniel Davila Valle
DANIEL DAVILA VALLE
 Ingeniero Civil
 CIP287968

Anexo 4: Instrumento de confiabilidad



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022
Fecha de emisión : 2022-05-17

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

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

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

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 170251
Capacidad de Prensa : 2000 kN
Código de Identificación : SPE-007

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

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

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
16 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 108-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,8
Humedad %	63	63

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

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



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

Anexo 5: Resultados de laboratorio (Certificados)
Granulometría de aserrín de madera tornillo

 VICAT <small>LABORATORIO Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA</small>	Laboratorio de Ensayo de Materiales			
	CÓDIGO LAB: VC23-LEM-072-01	ÁREA: LAC	VERSIÓN: 1	PÁGINAS: 1 de 1

PROYECTO : ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZAS DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'c=210KG/CM2, LIMA 2023
UBICACIÓN : LIMA, PERÚ
SOLICITANTE : SILVA CHAVEZ ARIANA RUTH
ATENCIÓN : SILVA CHAVEZ ARIANA RUTH
FECHA EMISIÓN : 22/06/2023
FECHA ENSAYO : 21/06/2023
REALIZADO : Tec. Jorge Bolo
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

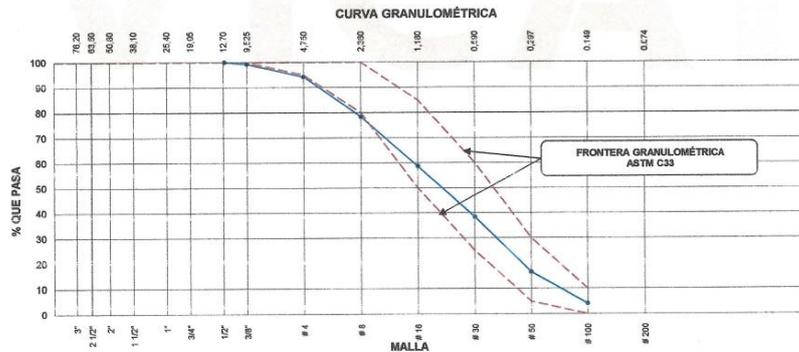
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C 136**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Aserrín
PROCEDENCIA : Elaboración Propia

PRESENTACIÓN : Bolsas 5 Kg
CANTIDAD : 3 Unidades

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	6.0	0.69	0.69	99.31	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	43.9	5.04	5.73	94.27	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	138.1	15.87	21.60	78.40	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	171.4	19.69	41.29	58.71	50.00	85.00
# 30	600 µm	177.2	20.36	61.65	38.35	25.00	60.00
# 50	300 µm	190.1	21.84	83.49	16.51	5.00	30.00
# 100	150 µm	107.9	12.40	95.89	4.11	0.00	10.00
Fondo	-	35.8	4.11	100.00	0.00	-	-
						MF	3.10
						TMN	---




YASHIN BOLO SALDANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. N° CV: 253773

Granulometría de cenizas de madera tornillo

 VICAT <small>LABORATORIO Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA</small>	Laboratorio de Ensayo de Materiales			
	CÓDIGO LAB: VC23-LEM-072-02	ÁREA: LAC	VERSIÓN: 1	PÁGINAS: 1 de 1

PROYECTO : ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZAS DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'c=210KG/CM2, LIMA 2023
UBICACIÓN : LIMA, PERÚ
SOLICITANTE : SILVA CHAVEZ ARIANA RUTH
FECHA ENSAYO : 21/06/2023
ATENCIÓN : SILVA CHAVEZ ARIANA RUTH
REALIZADO : Tec. Jorge Bolo
FECHA EMISIÓN : 22/06/2023
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

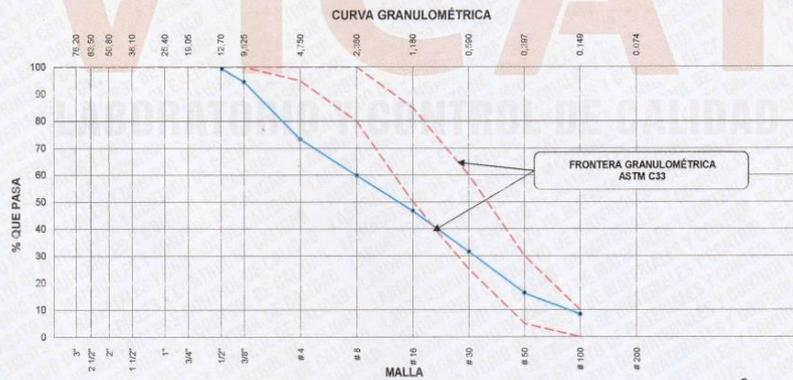
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C 136

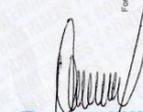
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Ceniza madera tornillo
PROCEDENCIA : Elaboración Propia

PRESENTACIÓN : Bolsas 5 Kg
CANTIDAD : 3 Unidades

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm	1.9	0.62	0.62	99.38	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	14.6	4.79	5.42	94.58	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	64.6	21.22	26.63	73.37	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	41.1	13.50	40.13	59.87	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	40.2	13.20	53.33	46.67	50.00	85.00
# 30	600 µm	45.8	15.04	68.37	31.63	25.00	60.00
# 50	300 µm	46.8	15.37	83.74	16.26	5.00	30.00
# 100	150 µm	23.9	7.85	91.59	8.41	0.00	10.00
Fondo	-	25.6	8.41	100.00	0.00	-	-
						MIF	3.69
						TMN	---




YASHIN PHARES BOLO SALDAÑA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. N.º CIP: 253773

Resistencia a compresión 7, 14 y 28 días

	FORMULARIO	Código : LB-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

**COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ADOQUINES DE CONCRETO
NTP 399.611**

N° INFORME : JCH 23-098
SOLICITANTE : ARIANA RUTH SILVA CHAVEZ
PROYECTO : "ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZA DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'c=210kg/cm2, LIMA 2023"
UBICACIÓN : LIMA

Edad : 7 días

Fecha de Recepción : 29/04/23
Fecha de Ejecución : 06/05/23
Fecha de Emisión : 10/05/23

Especímen N°	Largo (mm)		Lpromedio	Ancho (mm)		Apromedio	Espesor (mm)		Peso Seco (gr)	Carga Máxima		Área Bruta (cm2)	Resistencia (Kg/cm2)
	L1	L2		Lp	A1		A2	Ap		E1	E2		
Patron	201	201	201	104	102	103	63	63	5161.0	260.4	26546	207.0	128.2
Patron	202	202	202	103	103	103	62	62	5064.0	230.4	23487	208.1	112.9
Cenizas 2%	200	203	202	102	102	102	62	61	5042.0	245.2	24997	205.5	121.6
Cenizas 2%	201	202	202	103	103	103	63	62	5085.0	227.8	23219	207.5	111.9
Cenizas 4%	201	202	202	101	102	102	62	63	5241.0	250.4	25521	204.5	124.8
Cenizas 4%	200	201	201	102	103	103	61	63	5148.0	242.2	24693	205.5	120.2
Cenizas 6%	201	203	202	103	104	104	63	62	5101.0	329.4	33583	209.1	160.6
Cenizas 6%	202	201	202	104	101	103	64	63	5204.0	324.0	33031	206.5	159.9
Aserrín 2%	200	202	201	102	102	102	61	62	5288.0	393.5	40112	205.0	195.6
Aserrín 2%	201	201	201	103	103	103	63	62	5280.0	363.7	37074	207.0	179.1
Aserrín 4%	203	202	203	102	103	103	62	63	5220.0	263.8	26886	207.6	129.5
Aserrín 4%	202	203	203	103	102	103	62	63	5236.0	250.7	25555	207.6	123.1
Aserrín 6%	201	201	201	102	102	102	63	62	5215.0	261.1	26619	205.0	129.8
Aserrín 6%	203	203	203	102	102	102	63	63	5220.0	237.2	24181	207.1	116.8

Realizado por M. N.


Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Equipos Usados	Codigo
Maquina Compresión	SPE-007
Pie de Rey	EML-003

Observaciones : Muestra identificado por el solicitante

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2232 - S.J.L. - Lima - Peru
 Email: cotizaciones1@labjch.com Telf. 976331849 - (01)2966381 Web: www.labjch.com

	FORMULARIO	Código : LB-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

**COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ADOQUINES DE CONCRETO
NTP 399.611**

N° INFORME : JCH 23-098
SOLICITANTE : ARIANA RUTH SILVA CHAVEZ
PROYECTO : "ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZA DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'c=210kg/cm2, LIMA 2023"
UBICACIÓN : LIMA

Edad : 14 días

Fecha de Recepción : 29/04/23
Fecha de Ejecución : 13/05/23
Fecha de Emisión : 15/05/23

Especimen N°	Largo (mm)		Lpromedio	Ancho (mm)		Apromedio	Espesor (mm)		Peso Seco (gr)	Carga Máxima		Área Bruta (cm2)	Resistencia (Kg/cm2)
	L1	L2		A1	A2		E1	E2		(KN)	(Kg)		
Patron	202	203	203	101	101	101	61	61	5155.0	297.7	30348	204.5	148.4
Patron	203	202	203	102	102	102	62	61	5088.0	263.4	26850	206.6	130.0
Cenizas 2%	202	201	202	103	102	103	61	62	5066.0	280.3	28576	206.5	138.4
Cenizas 2%	201	202	202	101	101	101	62	62	5069.0	260.4	26547	203.5	130.4
Cenizas 4%	203	202	203	102	103	103	62	62	5135.0	286.2	29176	207.6	140.6
Cenizas 4%	201	201	201	102	101	102	61	63	5142.0	289.3	29490	204.0	144.5
Cenizas 6%	203	202	203	103	102	103	61	62	5132.0	376.6	38393	207.6	185.0
Cenizas 6%	201	201	201	102	102	102	62	60	5199.0	370.4	37760	205.0	184.2
Aserrin 2%	203	202	203	101	101	101	61	61	5198.0	397.1	40479	204.5	197.9
Aserrin 2%	201	201	201	103	101	102	62	61	5222.0	404.8	41264	205.0	201.3
Aserrin 4%	200	203	202	102	102	102	61	61	5202.0	301.5	30735	205.5	149.5
Aserrin 4%	200	203	202	102	102	102	61	62	5211.0	286.6	29216	205.5	142.1
Aserrin 6%	203	204	256	102	102	102	61	62	5155.0	298.5	30432	261.1	116.5
Aserrin 6%	202	203	203	103	102	103	61	62	5198.0	271.2	27646	207.6	133.2

Realizado por M. N.

chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Equipos Usados	Codigo
Maquina Compresión	SPE-007
Pie de Rey	EML-003

Observaciones : Muestra identificado por el solicitante

	FORMULARIO	Código : LB-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

**COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ADOQUINES DE CONCRETO
NTP 399.611**

N° INFORME : JCH 23-098
SOLICITANTE : ARIANA RUTH SILVA CHAVEZ
PROYECTO : "ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZA DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'C=210kg/cm2, LIMA 2023"
UBICACIÓN : LIMA

Edad : 28 días

Fecha de Recepción : 29/04/23
Fecha de Ejecución : 27/05/23
Fecha de Emisión : 27/05/23

Especimen N°	Largo (mm)		Lpromedio Lp	Ancho (mm)		Apromedio Ap	Espesor (mm)		Peso Seco (gr)	Carga Máxima		Área Bruta (cm2)	Resistencia (Kg/cm2)
	L1	L2		A1	A2		E1	E2		(KN)	(Kg)		
Patron	202	201	202	103	101	102	60	61	5052.0	370.2	37742	205.5	183.6
Patron	203	202	203	102	102	102	61	60	5062.0	327.6	33391	206.6	161.7
Cenizas 2%	201	202	202	103	101	102	60	60	5063.0	348.6	35539	205.5	172.9
Cenizas 2%	203	201	202	101	101	101	61	61	5069.0	323.9	33015	204.0	161.8
Cenizas 4%	202	201	202	101	102	102	61	61	5102.0	356.0	36285	204.5	177.4
Cenizas 4%	203	201	202	103	102	103	60	61	5111.0	359.8	36675	207.1	177.1
Cenizas 6%	202	202	202	102	101	102	61	61	5123.0	468.4	47748	205.0	232.9
Cenizas 6%	202	201	202	103	103	103	61	60	5146.0	460.7	46960	207.5	226.3
Aserrin 2%	203	201	202	101	102	102	62	61	5160.0	493.8	50341	205.0	245.5
Aserrin 2%	204	201	203	102	101	102	62	61	5182.0	503.4	51317	205.5	249.7
Aserrin 4%	202	201	202	103	101	102	61	61	5211.0	375.0	38223	205.5	186.0
Aserrin 4%	203	201	202	102	101	102	61	61	5190.0	356.4	36334	205.0	177.2
Aserrin 6%	202	201	241	101	101	101	61	60	5136.0	371.3	37847	243.4	155.5
Aserrin 6%	203	201	202	101	102	102	61	61	5144.0	337.3	34381	205.0	167.7

Realizado por M. N.

Chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Equipos Usados	Codigo
Maquina Compresión	SPE-007
Pie de Rey	EML-003

Observaciones : Muestra identificado por el solicitante

Resistencia a flexión 7, 14 y 28 días

 LABORATORIO GEOTÉCNICO	FORMULARIO	Código de formulario : ---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : 02/01/23
		Página : 1 de 1

FLEXIÓN DE ADOQUINES

N° INFORME : JCH 23-098
SOLICITANTE : ARIANA RUTH SILVA CHAVEZ
PROYECTO : "ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZA DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'c=210kg/cm², LIMA 2023"

UBICACIÓN : LIMA

Fecha Vaceado : 29/04/2023

Edad (días) : 7

Adoquín N°	b (mm)	d (mm)	L _o (mm)	Carga Máxima		R	
				(kN)	(kg)	(MPa)	(kg/cm ²)
0%	102	62	200	10.57	1077	8.09	82.4
Cenizas 2%	103	61	200	10.09	1029	7.90	80.5
Cenizas 4%	103	61	200	10.19	1039	7.98	81.3
Cenizas 6%	103	62	200	10.28	1048	7.79	79.4
Aserrín 2%	102	62	200	11.56	1178	8.84	90.1
Aserrín 4%	102	62	200	9.84	1003	7.53	76.7
Aserrín 6%	103	62	200	10.35	1055	7.84	79.9

Equipos	Código
Maq. Compresion	SPE-007
Pte de rey	EML-003

Realizado Por : R. TR

Observaciones :


Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2232 - S.J.L. - Lima - Peru
 Email: cotizaciones1@labjch.com Telf. 976331849 - (01)2966381 Web: www.labjch.com

	FORMULARIO	Código de formulario : ---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : 02/01/23
		Página : 1 de 1

FLEXIÓN DE ADOQUINES

N° INFORME : JCH 23-098
SOLICITANTE : ARIANA RUTH SILVA CHAVEZ
PROYECTO : "ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZA DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'c=210kg/cm², LIMA 2023"
UBICACIÓN : LIMA

Fecha Vaceado : 29/04/2023
Edad (días) : 14

Adoquín N°	b (mm)	d (mm)	L _o (mm)	Carga Máxima		R	
				(kN)	(kg)	(MPa)	(kg/cm ²)
0%	103	61	200	12.55	1279	9.82	100.1
Cenizas 2%	102	62	200	11.89	1212	9.10	92.7
Cenizas 4%	102	62	200	12.19	1243	9.33	95.1
Cenizas 6%	103	63	200	12.25	1249	8.99	91.7
Aserrín 2%	103	62	200	13.26	1352	10.05	102.4
Aserrín 4%	101	62	200	11.95	1218	9.23	94.1
Aserrín 6%	102	62	200	12.38	1262	9.47	96.6

Equipos	Codigo
Maq. Compresion	SPE-007
Pie de rey	EML-003

Realizado Por : R. TR
Observaciones :


Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2232 - S.J.L. - Lima - Peru
 Email: cotizaciones1@labjch.com Telf. 976331849 - (01)2966381 Web: www.labjch.com

	FORMULARIO	Código de formulario : ---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : 02/01/23
		Página : 1 de 1

FLEXIÓN DE ADOQUINES

N° INFORME : JCH 23-098
SOLICITANTE : ARIANA RUTH SILVA CHAVEZ
PROYECTO : "ADICIÓN DEL ASERRÍN Y CENIZA DE MADERA TORNILLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO F'C=210kg/cm², LIMA 2023"
UBICACIÓN : LIMA

Fecha Vaceado : 29/04/2023
Edad (días) : 28

Adoquín N°	b (mm)	d (mm)	L _o (mm)	Carga Máxima		R	
				(kN)	(kg)	(MPa)	(kg/cm ²)
0%	102	61	200	13.88	1415	10.97	111.8
Cenizas 2%	102	62	200	13.15	1340	10.06	102.5
Cenizas 4%	103	61	200	13.75	1402	10.76	109.7
Cenizas 6%	102	62	200	13.45	1371	10.29	104.9
Aserrín 2%	102	62	200	14.35	1463	10.98	111.9
Aserrín 4%	102	61	200	13.15	1340	10.39	105.9
Aserrín 6%	102	63	200	13.36	1362	9.90	100.9

Equipos	Codigo
Maq. Compresion	SPE-007
Pie de rey	EML-003

Realizado Por : R. TR
Observaciones :


Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Anexo 6: Diseño de mezcla

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1 Fecha : - Página : --

INFORME	JCH 23-098
SOLICITANTE	: Ariana Ruth Silva Chavez
PROYECTO	: Adición del aserrín y cenizas de madera tornillo para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de concreto, f'c=210kg/cm ² , Lima 2023
UBICACIÓN	: Lima
FECHA	: Mayo del 2023
ASUNTO	: Diseño de mezcla FINAL f'c = 210 Kg/cm ²

1.0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (f'c = 210 Kg/cm²) CEMENTO SOL tipo I																		
1.1	CARACTERISTICAS GENERALES																		
	<table> <tr> <td>Denominación</td> <td>.....</td> <td>f'c = 210 Kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Asentamiento</td> <td>.....</td> <td>3" - 4"</td> </tr> <tr> <td>Relación a / c de diseño</td> <td>.....</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>Relación a / c de obra</td> <td>.....</td> <td>0.57</td> </tr> <tr> <td>Proporciones de diseño</td> <td>.....</td> <td>1.0 : 2.87</td> </tr> <tr> <td>Proporciones de obra</td> <td>.....</td> <td>1.0 : 2.96</td> </tr> </table>	Denominación	f'c = 210 Kg/cm ²	Asentamiento	3" - 4"	Relación a / c de diseño	0.58	Relación a / c de obra	0.57	Proporciones de diseño	1.0 : 2.87	Proporciones de obra	1.0 : 2.96
Denominación	f'c = 210 Kg/cm ²																	
Asentamiento	3" - 4"																	
Relación a / c de diseño	0.58																	
Relación a / c de obra	0.57																	
Proporciones de diseño	1.0 : 2.87																	
Proporciones de obra	1.0 : 2.96																	
1.2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA																		
	<table> <tr> <td>Cemento</td> <td>.....</td> <td>483 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>.....</td> <td>1427 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>.....</td> <td>274 lt.</td> </tr> </table>	Cemento	483 Kg.	Arena	1427 Kg.	Agua	274 lt.									
Cemento	483 Kg.																	
Arena	1427 Kg.																	
Agua	274 lt.																	
1.3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA																		
	<table> <tr> <td>Cemento</td> <td>.....</td> <td>42.5 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>.....</td> <td>125.6 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>.....</td> <td>24.2 lt/bolsa</td> </tr> </table>	Cemento	42.5 Kg.	Arena	125.6 Kg.	Agua	24.2 lt/bolsa									
Cemento	42.5 Kg.																	
Arena	125.6 Kg.																	
Agua	24.2 lt/bolsa																	
1.4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN																		
	<table> <tr> <td>Proporciones</td> <td>.....</td> <td>1.0 : 3.21 :</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>.....</td> <td>24.2 lt/bolsa</td> </tr> </table>	Proporciones	1.0 : 3.21 :	Agua	24.2 lt/bolsa												
Proporciones	1.0 : 3.21 :																	
Agua	24.2 lt/bolsa																	

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las


Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

Anexo 7: Fotografías



Quemado de madera tornillo -
Ceniza



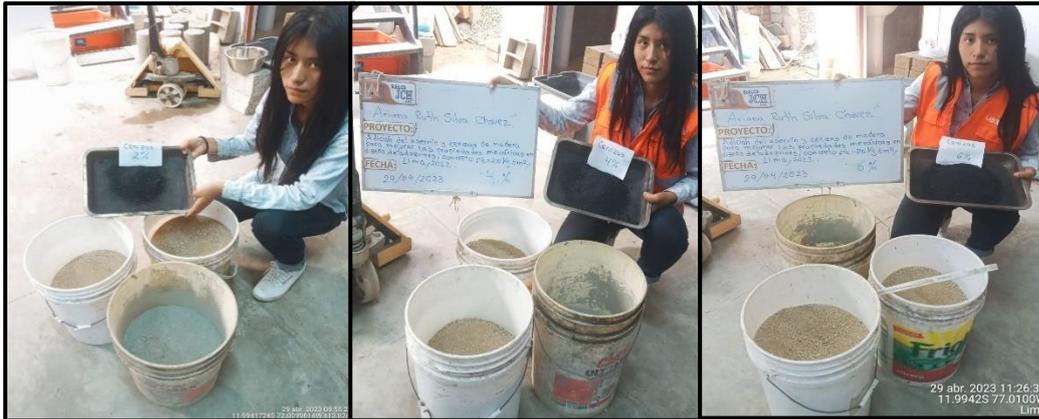
Aserrín de madera tornillo



Análisis granulométrico de cenizas de madera tornillo



Análisis granulométrico de aserrín de madera tornillo



Materiales para la elaboración de adoquines con cenizas de madera tornillo (2%,4% y 6%)



Materiales para la elaboración de adoquines con aserrín de madera tornillo (2%,4% y 6%)



Elaboración del adoquín convencional, aserrín y cenizas de madera tornillo



Rotura a compresión y flexión a los 7 días



Rotura de compresión y flexión a los 14 días y 28 días



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, 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: "Adición del aserrín y cenizas de madera tornillo para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023", cuyo autor es SILVA CHAVEZ ARIANA RUTH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, 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, 08 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 20-07-2023 18:38:31

Código documento Trilce: TRI - 0578757