

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



*Una Institución Adventista*

**Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un adoquín  
adicionando cenizas de ladrilleras artesanales - Juliaca 2021**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Por:**

Luz Delia Lipa Soncco  
Vilma Lizbeth Turpo Turpo

**Asesor:**

Mg. Jose Pacori Pacori

**Juliaca, octubre de 2022**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Jose Pacori Pacori, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UN ADOQUÍN ADICIONANDO CENIZAS DE LADRILLERAS ARTESANALES - JULIACA 2021”** constituye la memoria que presentan las Bachilleres **Luz Delia Lipa Soncco** y **Vilma Lizbeth Turpo Turpo** para obtener el título de Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad de los autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 28 días del mes de octubre del año 2022.



---

Mg. Jose Pacori Pacori

Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 25 día(s) del mes de octubre del año 2022, siendo las 16:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Ing. Heron Duberly Pavi Lusa, el secretario: Ing. Juana Beatriz Aguirre Pavi y los demás miembros: Ing. Moisés Araca Chile y el asesor Mg. José Pacori Pacori

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un adoquín adicionando cenizas de ladrilleras artesanales - Juliaca 2021

de el(los)/a(las) bachiller(es): a) Luz Delia Lipa Soncco  
 b) Vilma Lizbeth Zurpo Zurpo  
 conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil  
 (Nombre del Título Profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/a(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Luz Delia Lipa Soncco

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>14</u>	<u>C</u>	<u>decente</u>	<u>Bueno</u>

Candidato (b): Vilma Lizbeth Zurpo Zurpo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>14</u>	<u>C</u>	<u>decente</u>	<u>Bueno</u>

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]  
 Presidente  
[Firma]  
 Asesor  
[Firma]  
 Candidato/a (a)

[Firma]  
 Miembro

[Firma]  
 Secretario  
[Firma]  
 Miembro  
[Firma]  
 Candidato/a (b)

# **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un adoquín adicionando cenizas de ladrilleras artesanales - Juliaca 2021**

Evaluation of the physical-mechanical properties of a paving stone adding ashes from artisanal brick kilns - Juliaca 2021

Luz Delia Lipa Soncco <sup>a1</sup>, Vilma Lizbeth Turpo Turpo <sup>a2</sup>

**Correspondencia:** Jose Pacori Pacori

<http://orcid.org/0000-0001-6714-9393>: [josepacori@upeu.edu.pe](mailto:josepacori@upeu.edu.pe)

*<sup>a</sup> EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión*

Recibido 12 de Febrero 2022 | Aceptado 22 de Junio 2022 | Publicado 02 de Agosto de 2022

---

## **RESUMEN**

Este artículo evaluó las propiedades físico-mecánicas de un adoquín adicionando cenizas de ladrilleras artesanales de la ciudad de Juliaca, para ello se elaboró el diseño de mezcla para una resistencia a compresión de 340 kg/cm<sup>2</sup> para pavimentos de tipo II, adicionando cenizas de ladrilleras artesanales de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% como reemplazo parcial del cemento, se utilizó como materia prima agregados, cemento Portland Tipo I y cenizas de ladrilleras artesanales para el diseño de mezcla. Con los resultados obtenidos se concluye que la adición de 5 % de cenizas de ladrilleras artesanales a los 28 días de curado mejora la resistencia a compresión en un 4.23% respecto a un adoquín convencional, también cabe mencionar que conforme se aumenta el porcentaje de adición de cenizas de ladrilleras artesanales después del 10% la resistencia disminuye. Finalmente, la tolerancia dimensional y la absorción de los adoquines convencionales y los adicionados de 5% de cenizas de ladrilleras artesanales cumple los criterios establecidos de la NTP 399.611, de tal modo en esta investigación se analizó el costo por m<sup>3</sup> donde se tiene un costo menor de 3.84% respecto a un adoquín convencional.

**Palabras clave:** Cenizas de ladrilleras artesanales, resistencia a compresión, absorción.

## ABSTRACT

This article evaluated the physical-mechanical properties of a paver by adding ashes from artisanal brickyards in the city of Juliaca, for which the mixture design was developed for a compressive strength of 340 kg/cm<sup>2</sup> for type II pavements, adding ashes from brickyards. artisanal mixtures of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% as a partial replacement for cement, aggregates, Portland cement Type I and ashes from artisanal brickworks were used as raw materials for the mix design. With the results obtained, it is concluded that the addition of 5% of artisanal brick ash after 28 days of curing improves the compressive strength by 4.23% compared to a conventional paver, it is also worth mentioning that as the percentage of addition of ashes from artisanal brickyards after 10% the resistance decreases. Finally, the dimensional tolerance and absorption of conventional pavers and those added with 5% ash from artisanal brickworks meets the established criteria of NTP 339.611, so in this investigation the cost per m<sup>3</sup> was analyzed where there is a lower cost. of 3.84% compared to a conventional paver.

**Keywords:** Ash from artisanal brick kilns, compressive strength, absorption, dimensioning.

## 1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la resistencia a la compresión y absorción de los adoquines son de vital importancia porque permite el control de carga admisible y calidad de los adoquines para un desempeño efectivo en pavimentos, y así cumplir con los requerimientos de la norma técnica peruana NTP 399.611.

Los problemas que se observa comúnmente en los pavimentos son la erosión, desgaste superficial, y otros, esto debido a muchos factores; así como el no cumplimiento de las recomendaciones de resistencia a la compresión mínima y absorción máxima dada por la normativa, como también por escasez estructural, deficiencia en el proceso constructivo, por fatiga, por falta de mantenimiento o un deficiente diseño de concreto; además según (Lopez & Pinedo, 2015) el sistema de pavimentación con adoquines tradicionales no llega a satisfacer los requerimientos de la NTP 399.611 y NTP 399.604. Es por ello esta investigación adiciona otra materia ceniza de ladrilleras artesanales para mejorar las propiedades mecánicas del adoquín y a la vez reducir costos en la elaboración de adoquines.

La contaminación de los suelos por las ladrilleras artesanales que se genera durante la eliminación de cenizas son altas, puesto que, el combustible más usado son llantas y diversos tipos de plásticos (S. Condori, 2016), dichos contaminantes no son eliminadas de la forma correcta por lo que están expuestas a la intemperie de las ciudades y pueblos de la región de Puno, asimismo según el Programa Regional Aire Limpio, la actividad ladrillera artesanal se caracteriza por alta generación de contaminantes, economía precaria, e inseguridad en el trabajo (M. Condori, 2013).

Esta investigación se desarrolla para solucionar los problemas que anteriormente se ha mencionado de los pavimentos mejorando las propiedades físico-mecánicas de un adoquín adicionando cenizas de ladrilleras artesanales por cemento, de esta manera se considera el porcentaje (%) de dosificación apropiado que resista las cargas vehiculares ligeros cumpliendo los requisitos de la Norma Técnica Peruana 399.611 posteriormente implementar al sistema de pavimentación. Por otro lado, se reduce la contaminación de los suelos causadas por las cenizas de las ladrilleras artesanales además se contribuye en la reducción de los costos de insumos de los adoquines.

Los adoquines de concreto son una opción de reemplazo al concreto tradicional, ya que transfieren sus cargas distribuidas hacia las unidades vecinas. También se señala que los adoquines de concreto sirven como sistema de avenamiento de aguas superficiales, que es utilizado en Europa (Palacios, 2016).

Las cenizas aplicadas en el concreto son capaces de desarrollar propiedades aglomerantes cuando entran en contacto con el agua y el cemento portland (Arbelaez, 2020). Según la investigación “influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto – Trujillo 2019” da como resultado que el uso de cenizas de ladrilleras artesanales es viable (Cruz, 2019). Para efecto de disponibilidad la Provincia de San Román cuenta con más de 300 ladrilleras artesanales (Mamani, 2017).

Antecedentes como el estudio de las propiedades del mortero adicionado ceniza volante (CV), con elevado volumen de carbón de 19%, concluye que los morteros con 10% de CV mostraron aumento en su resistencia a la compresión en un 35% después de curar 28 días, además este mortero se destaca por su cumplimiento frente al deterioro del material estructural (Burgos et al., 2012). La influencia de la adición de cenizas de ladrillo artesanal como suplencia del cemento en adoquines, logra un incremento en la resistencia a la compresión superando las especificaciones de la NTP 399.611. con una sustitución de 10% de cenizas para un periodo de 28 días de curado (Cruz, 2019). También la adición de 12% de ceniza de caña de azúcar en adoquines de tipo II para tránsito liviano, incrementa la resistencia a la compresión y después de mayor o igual de 15% inicia a bajar incluso inferior al patrón, en cuanto a la absorción, el agua que absorbe es mayor si la porción de ceniza utilizada es menor (Correa & Polo, 2019).

En Brasil y otros países el adoquinado es utilizado por la estética, por su permeabilidad para época de lluvias y por su resistencia a la compresión (Montiel, 2017). En nuestro país los adoquines se utilizan por su ventaja de resistencia a la compresión, estética, durabilidad y por su fácil fabricación (Barrantes & Holguin, 2015)

El objetivo de la investigación es evaluar las propiedades físico-mecánicas de un adoquín según NTP 399.611, adicionando diferentes dosificaciones de cenizas de ladrilleras artesanales para mejorar la resistencia a la compresión y absorción de los adoquines de concreto de tipo II para carga de tránsito vehicular ligero.

Para conceptos fundamentales los adoquines son elementos macizos prefabricados de dimensiones nominales o adoptadas por el fabricante, siempre con el mismo espesor, ya que en una superficie encajan perfectamente en el armado, por lo que permite una fácil y rápida instalación y en un futuro con costos bajos de mantenimiento. El cemento portland Tipo I es elaborado con Clinker de alta calidad y yeso molido industrialmente hasta llegar a un alto grado de finura. La ceniza es un subproducto que se obtiene de la calcinación de ladrillos artesanales a una temperatura no controlada por los elaboradores (S. Condori, 2016). El agregado es una mezcla de gruesos y finos que constituyen el cuerpo del concreto, por lo tanto, la textura, su tamaño y forma del agregado son muy influyentes para una resistencia adecuada. El agua es un componente esencial para el diseño de mezcla, elaboración, fraguado y curado de los adoquines de concreto.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Materiales**

#### **2.1.1. Cemento, ceniza de ladrilleras, agua y agregados.**

El cemento usado en esta investigación es de Tipo I con un peso específico de 3.14 gr/cm<sup>3</sup>, dicho material cumple con la NTP 334.009. La ceniza utilizada de las ladrilleras artesanales de la ciudad de Juliaca se adopta de la siguiente manera 0%, 5%, 10%, 15% y 20% con respecto al peso del cemento; la selección de los diferentes porcentajes de ceniza se da con referencia a los antecedentes para elegir el óptimo porcentaje; También mencionar según la NTP 399.611 para otros constituyentes en la elaboración de adoquines de concreto se deberán verificar que no son perjudiciales mediante ensayos o por experiencia de campo; en esta investigación se hace énfasis a los ensayos químicos de la ceniza de ladrilleras como se muestra en la tabla N° 2. El agua empleada es potable para el mezclado y curado y cumple con la NTP 339.088. Los agregados finos y gruesos proceden de la cantera Cabanillas y cumplen con la NTP 400.037 presentando un tamaño máximo de 3/4", tamaño máximo nominal de 1/2" y un módulo de fineza de 2.76 y para su respectiva caracterización los ensayos ejecutados son contenido de humedad, pesos unitarios suelto y compacto, peso específico, absorción, abrasión los ángeles, durabilidad al sulfato de magnesio, equivalente de arena, granulometría y ensayos químicos, los resultados obtenidos de cada ensayo se muestran en la tabla N° 1, N° 3 y N° 4 y sus respectivas figuras.

**Tabla 1.***Características físicas y químicas del agregado grueso y fino.*

Normativas y Características Físicas - Químicas		Agregado Grueso (Grava)	Agregado Fino (Arena)	Requisito
NTP. 400.021 y NTP. 400.022	P.e. SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.51	2.53	-
NTP.400.017	P.U. Varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1434	1657	-
	P.U. Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1240	1524	-
NTP. 400.021 y NTP. 400.022	Absorción (%)	2.08	2.46	-
NTP. 339.185	Humedad Natural (%)	1.84	4.68	-
-	Módulo de Fineza	-	2.76	2.3 - 3.1
NTP.400.019 y NTP.400.020	Resistencia al desgaste (Abrasión los ángeles) (%)	24.00	-	≤ 40
MTC. E-209 y ASTM-C-88	Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	2.04	-	≤ 18
MTC E-114	Equivalente de arena (%)	-	90.00	≥ 75
NTP. 400.042	Contenido de Sulfatos Solubles (%)	-	0.013	≤ 1.2
NTP. 400.042	Contenido de Cloruros Solubles (%)	-	0.009	≤ 0.1

**Fuente:** Elaboración propia en base a ensayos de laboratorio, 2022**Tabla 2.***Características químicas de ceniza de ladrilleras.***Características químicas de la ceniza de ladrilleras**

Unidad	(ppm)	(%)
Cloruros (ppm)	245.00	0.025
Sulfatos (ppm)	2420.00	0.242
Sales solubles (ppm)	140.00	0.014
Materia orgánica (ppm)	85.00	0.009
PH	7.80	-

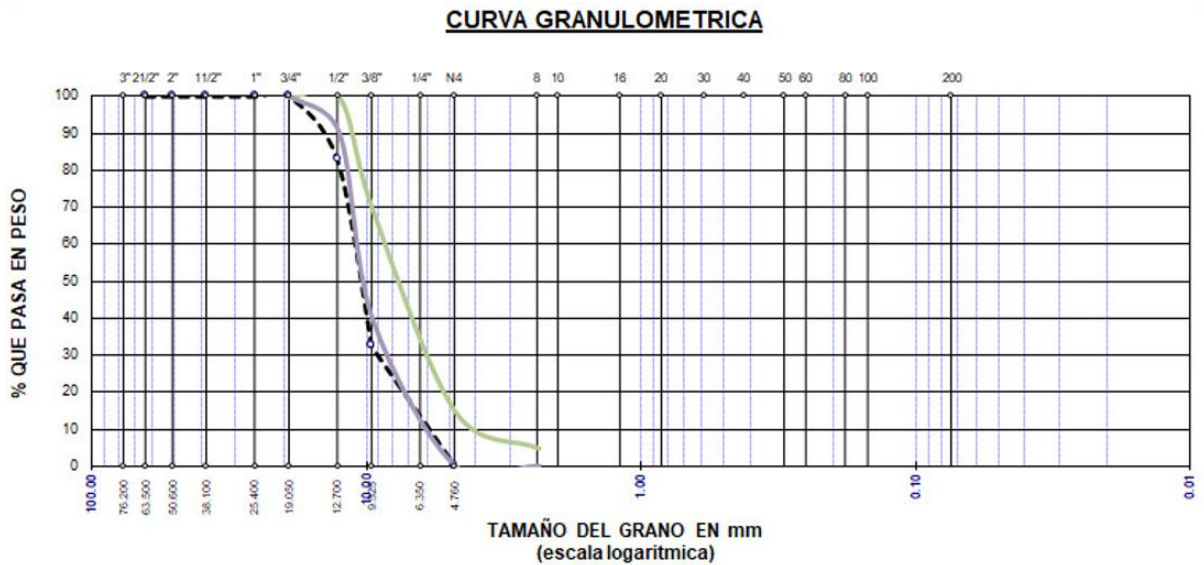
**Fuente:** Elaborado en base a ensayos de laboratorio, 2022

**Tabla 3.**

*Análisis granulométrico promedio del agregado grueso.*

PORCENTAJE QUE PASA (%)		
TAMICES		GRAVA
#	mm	
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	100
2"	50.600	100
1 1/2"	38.100	100
1"	25.400	100
3/4"	19.050	100
1/2"	12.700	82.86
3/8"	9.525	32.48
1/4"	6.350	32.48
# 4	4.760	0.44
FONDO		

**Fuente:** Elaboración propia en base a ensayos de laboratorio, 2022



**Figura 1.** Gráfico de la curva granulométrica del agregado grueso

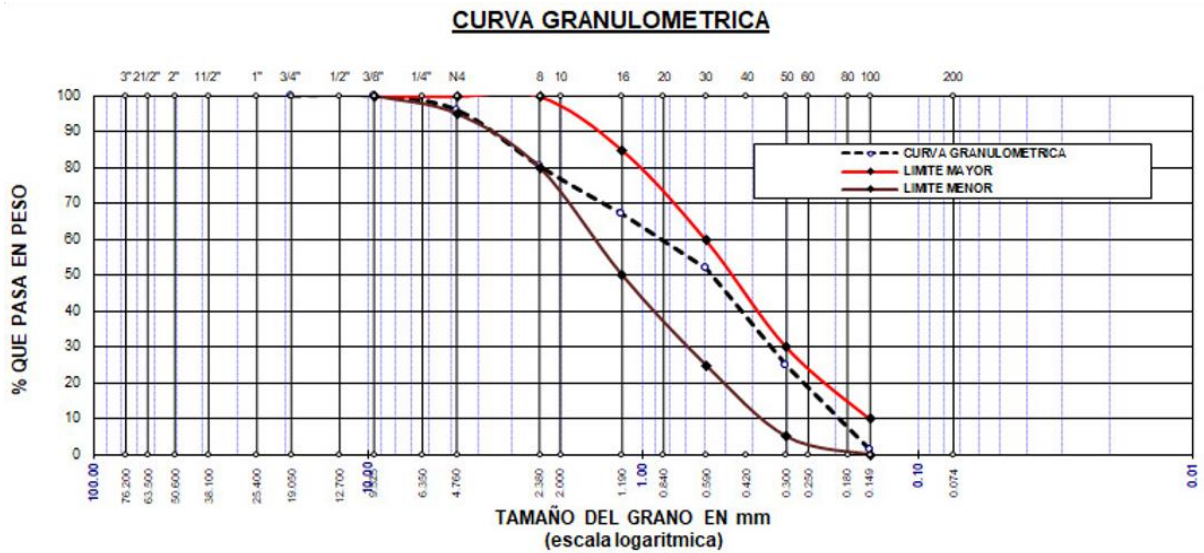
**Fuente:** Elaborado en base a ensayos de laboratorio, 2022

**Tabla 4.**

*Análisis granulométrico promedio del agregado fino.*

PORCENTAJE QUE PASA (%)		
TAMICES		ARENA
#	mm	
3/4"	19.050	100.00
3/8"	9.525	100.00
# 4	4.760	95.95
# 8	2.380	80.31
# 16	1.190	67.00
# 30	0.590	51.89
# 50	0.300	24.73
# 100	0.149	4.50
# 200	0.074	1.35
FONDO		

Fuente: Elaboración propia en base a ensayos de laboratorio, 2022



**Figura 2.** Gráfico de la curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaborado en base a ensayos de laboratorio, 2022

## 2.2. Metodología

La investigación pertenece al enfoque tipo cuantitativo de carácter experimental, tiene como variable independiente la ceniza de ladrilleras artesanales y como variable dependiente la resistencia a compresión y absorción del concreto. Y como población todos los especímenes de adoquín evaluadas en metro cubico (m<sup>3</sup>) de concreto cuyas dimensiones son longitud (l) 20 cm, ancho (a) 10 cm, espesor (h) 8 cm; los cuales son curados en un tiempo de 7, 14 y 28 días, obtenidas de una dosificación con adición de ceniza de ladrilleras artesanales de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, como criterio para pavimentos de tipo II, se cumplió la Norma Técnica Peruana 399.611, el cual recomienda los ensayos de resistencia a compresión y absorción.

Para la elaboración de los adoquines se trabajó con el método A.C.I. 211 para el diseño de mezcla por su trabajabilidad esto debido a que la proporción del agregado grueso se calcula con el tamaño máximo nominal (TMN) y módulo de finura. Este método se basa en calcular los materiales como grava, arena, cemento y agua en volumen y peso; se diseñó para una resistencia a la compresión de 340 kg/cm<sup>2</sup> y una consistencia seca de 1" a 2" para pavimentos, donde se obtuvo las dosificaciones del adoquín convencional y próximamente se tuvo las dosificaciones con adición de cenizas de ladrilleras artesanales como sustituto al cemento en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%.

En la evaluación de las propiedades mecánicas del adoquín de concreto con reemplazos parciales del cemento portland se hizo ensayos de resistencia a la compresión, con el propósito de evaluar el producto de las adiciones de cenizas de ladrilleras artesanales sobre las propiedades del adoquín de concreto, para ello la descripción y la cantidad de ensayos se muestra en la tabla N° 5.

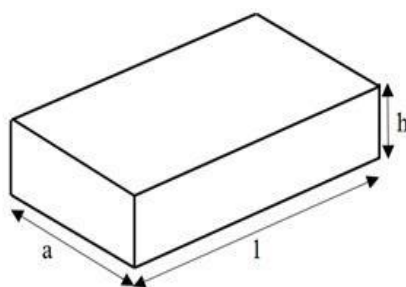
Las denominaciones MP, CP y C.L son Muestra patrón, Cemento Portland y Ceniza de Ladrilleras Artesanales respectivamente para una fácil identificación.

**Tabla 5.***Cantidad de ensayos a evaluar.*

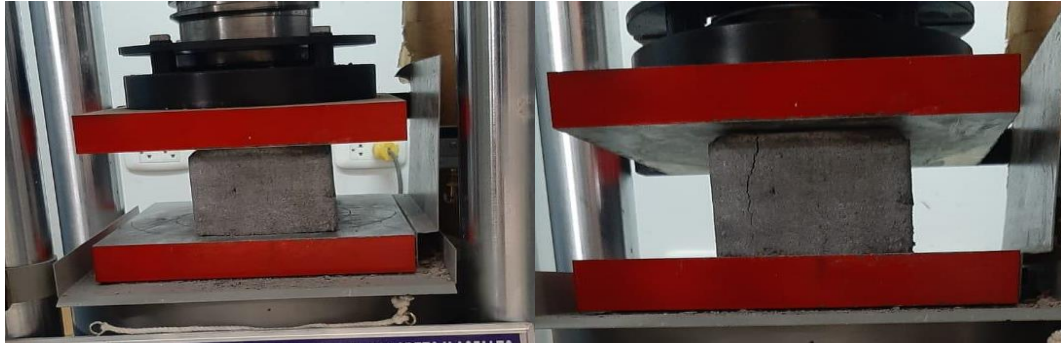
Descripción de la muestra	Ensayo Resistencia a Compresión			Ensayo Absorción
	7 días	14 días	28 días	
MP+0%CL	6	6	6	6
MP+5%CL	6	6	6	6
MP+10%CL	6	6	6	6
MP+15%CL	6	6	6	6
MP+20%CL	6	6	6	6
Sub total de especímenes	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Total, de especímenes	<b>120 unidades</b>			

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

Las propiedades físicas se evaluaron de acuerdo a la NTP.339.611 donde la absorción de adoquines de tipo II se evaluó la unidad individual con una absorción máxima de 7.5% y en promedio de 6%. Y las dimensiones con una tolerancia dimensional máxima en longitud es  $\pm 1.6$  mm equivalente a 0.8%, el ancho es  $\pm 1.6$  mm equivalente a 1.6% y el espesor es  $\pm 3.2$  mm equivalente a 4% para adoquines de tipo II (20x10x8).

**Figura 3.** Longitud, Ancho y Espesor de los adoquines Tipo II**Fuente:** Elaboración propia, 2022

Los ensayos de la resistencia a compresión y absorción de los adoquines de concreto se evaluaron mediante especímenes de forma prisma rectangular de dimensiones nominales de 20x10x8 cm establecida por la NTP. 399.611 a edades de 7, 14 y 28 días de curado, cumpliendo la NTP.399.604. La carga aplicada en la prensa hidráulica fue automatizada con una velocidad de 0.25 MPa/s.



**Figura 4.** Ensayo de resistencia a compresión y su falla

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

### **3. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

#### **3.1. Propiedades físicas**

##### **3.1.1. Dimensionamiento y variación longitudinal de los adoquines.**

Para la calidad de los adoquines ensayos como el control de dimensiones se realiza para evitar esfuerzos que causan deformaciones en su vida útil. Por tanto, en la tabla 6 se puede apreciar las dimensiones nominales y efectivas de los adoquines como longitud, ancho y espesor; con la precisión de 0.1 mm de cada prisma rectangular, donde se obtuvo promedio de 2 medidas en el borde y al medio en cada cara. Las medidas fueron aceptables y cumplieron con la normativa NTP. 399.611.

La variación de la longitud y ancho que tiene cada adoquín de la investigación es menor a 1.6 mm ya que en general varían hasta un porcentaje de 0.41% y 0.77% como máximo respectivamente y las variaciones de las dimensiones efectivas del espesor del adoquín son menores a 3.2 mm llegando a una variación máxima en porcentajes de 0.87% como se muestra en la tabla N° 6.

**Tabla 6.**

*Dimensionamiento y variación longitudinal de los adoquines.*

Variacion de:	Longitud max. ± 1.6 mm (± 0.8%)					Ancho max. ± 1.6 mm (± 1.6%)					Espesor max. ± 3.2 mm (± 4%)				
Descripcion de la muestra	Dimension nominal (cm)	Dimension Real (cm)	Variacion (mm)	Variacion (%)	Promedio (%)	Dimension nominal (cm)	Dimension Real (cm)	Variacion (mm)	Variacion (%)	Promedio (%)	Dimension nominal (cm)	Dimension Real (cm)	Variacion (mm)	Variacion (%)	Promedio (%)
MP+0%CL	20.00	20.11	1.10	0.55	0.32	10.00	10.02	0.20	0.20	0.35	8.00	8.04	0.40	0.50	0.40
	20.00	20.07	0.70	0.35		10.00	10.03	0.30	0.30		8.00	8.06	0.60	0.75	
	20.00	20.03	0.30	0.15		10.00	10.03	0.30	0.30		8.00	8.06	0.60	0.75	
	20.00	20.02	0.20	0.10		10.00	10.08	0.80	0.80		8.00	7.96	-0.40	-0.50	
	20.00	20.04	0.40	0.20		10.00	10.02	0.20	0.20		8.00	8.08	0.80	1.00	
	20.00	20.11	1.10	0.55		10.00	10.03	0.30	0.30		8.00	7.99	-0.10	-0.12	
MP+5%CL	20.00	20.07	0.70	0.35	0.41	10.00	10.01	0.10	0.10	0.77	8.00	7.99	-0.10	-0.12	0.67
	20.00	20.16	1.60	0.80		10.00	10.10	1.00	1.00		8.00	8.06	0.60	0.75	
	20.00	20.09	0.90	0.45		10.00	10.10	1.00	1.00		8.00	8.01	0.10	0.12	
	20.00	20.03	0.30	0.15		10.00	10.08	0.80	0.80		8.00	8.07	0.70	0.88	
	20.00	20.09	0.90	0.45		10.00	10.13	1.30	1.30		8.00	8.13	1.30	1.63	
	20.00	20.05	0.50	0.25		10.00	10.04	0.40	0.40		8.00	8.06	0.60	0.75	
MP+10%CL	20.00	20.06	0.60	0.30	0.37	10.00	10.09	0.90	0.90	0.73	8.00	8.08	0.80	1.00	0.56
	20.00	20.05	0.50	0.25		10.00	10.05	0.50	0.50		8.00	8.02	0.20	0.25	
	20.00	20.07	0.70	0.35		10.00	10.11	1.10	1.10		8.00	8.06	0.60	0.75	
	20.00	20.12	1.20	0.60		10.00	10.08	0.80	0.80		8.00	8.08	0.80	1.00	
	20.00	20.08	0.80	0.40		10.00	10.06	0.60	0.60		8.00	8.02	0.20	0.25	
	20.00	20.06	0.60	0.30		10.00	10.05	0.50	0.50		8.00	8.01	0.10	0.12	
MP+15%CL	20.00	20.09	0.90	0.45	0.37	10.00	10.03	0.30	0.30	0.33	8.00	8.08	0.80	1.00	0.87
	20.00	20.01	0.10	0.05		10.00	10.05	0.50	0.50		8.00	8.08	0.80	1.00	
	20.00	20.09	0.90	0.45		10.00	10.00	0.00	0.00		8.00	8.02	0.20	0.25	
	20.00	20.12	1.20	0.60		10.00	10.03	0.30	0.30		8.00	8.09	0.90	1.13	
	20.00	20.04	0.40	0.20		10.00	10.08	0.80	0.80		8.00	8.12	1.20	1.50	
	20.00	20.09	0.90	0.45		10.00	10.01	0.10	0.10		8.00	8.03	0.30	0.37	
MP+20%CL	20.00	20.02	0.20	0.10	0.11	10.00	10.07	0.70	0.70	0.40	8.00	8.02	0.20	0.25	0.75
	20.00	20.06	0.60	0.30		10.00	10.02	0.20	0.20		8.00	8.08	0.80	1.00	
	20.00	20.03	0.30	0.15		10.00	10.01	0.10	0.10		8.00	8.05	0.50	0.63	
	20.00	20.01	0.10	0.05		10.00	10.03	0.30	0.30		8.00	8.08	0.80	1.00	
	20.00	20.01	0.10	0.05		10.00	10.02	0.20	0.20		8.00	8.09	0.90	1.13	
	20.00	20.00	0.00	0.00		10.00	10.09	0.90	0.90		8.00	8.04	0.40	0.50	

Fuente: Elaboración propia en base a ensayos de laboratorio, 2022

### 3.1.2. Absorción

En la tabla 7 se observa los resultados promedios de la absorción y su respectiva evaluación para diferentes dosificaciones de 0 %, 5 %, 10 %, 15 % y 20 % de cenizas de ladrilleras artesanales.

**Tabla 7.**

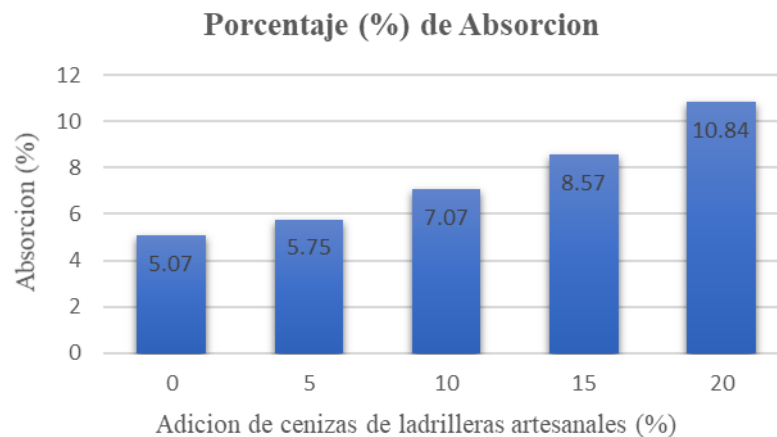
*Resultados de Absorción de los adoquines.*

Descripción de la muestra	Absorción (%)	Evaluación
Requisito	max. 6 %	
MP+0%CL	5.07	Si
MP+5%CL	5.75	Si
MP+10%CL	7.07	No
MP+15%CL	8.57	No
MP+20%CL	10.84	No

**Fuente:** Elaboración propia en base a ensayos de laboratorio, 2022

**Nota:** Si: La absorción está dentro del requisito, No: La absorción no está dentro del requisito

Respecto a la absorción de los adoquines se evalúa que la muestra patrón y el adicionado de 5% de cenizas de ladrilleras artesanales tiene como resultado de 5.07 y 5.75% respectivamente y se encuentra dentro de los requisitos de máxima absorción de la NTP.399.611. Mientras que, en los adicionados de 10% 15% y 20% de cenizas, la absorción va en aumento, superando los parámetros de máxima absorción.



**Figura 5.** Gráfico de absorción para diferentes dosificaciones de ceniza

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

Según Carcaño & Moreno, (2006) la alta absorción se debe a la alta porosidad, por lo tanto porosidad de los materiales influye directamente a la propiedad mecánica del adoquín; mientras más poroso el material la resistencia y durabilidad disminuye. Generalmente los problemas de durabilidad de concreto están relacionados con la porosidad y permeabilidad, los cuales determinan la capacidad para permitir el flujo de líquidos o gases (Soutsos, 2009). En esta investigación la absorción en todos los adicionados presenta incremento, pero excepcionalmente la adición de 5% de ceniza incrementa su resistencia a compresión, esto debido al grado de hidratación de las cenizas y también la porosidad que se encuentra en la estructura interna del adoquín endurecido depende de muchos factores como: la relación de agua y cemento (a/c), el grado de hidratación del cemento, el volumen de aire atrapado y las proporciones entre los agregados fino y grueso (Solís & Moreno, 2006)

### 3.2. Propiedades mecánicas

#### 3.2.1. Resistencia a compresión.

En la tabla 8 se muestran los resultados promedios de los ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado para las diferentes dosificaciones de porcentajes de cenizas de ladrilleras artesanales como sustitución al cemento, encontrándose una mayor resistencia para la muestra con sustitución del 5% equivalente en promedio 385.69 Kg/cm<sup>2</sup> con un incremento de 4.23% respecto al patrón. La resistencia de un adoquín dependiendo del porcentaje de ceniza de ladrilleras artesanales y el número de días de curado va en aumento y disminuye a medida que el contenido de cenizas aumenta, es decir las muestras con sustitución de mayor a 10% de adición de cenizas representan una disminución significativa de este parámetro con respecto a las muestras patrón y de la resistencia de diseño, por lo tanto, no es viable estos porcentajes de sustitución en el diseño de mezcla original.

**Tabla 8.**

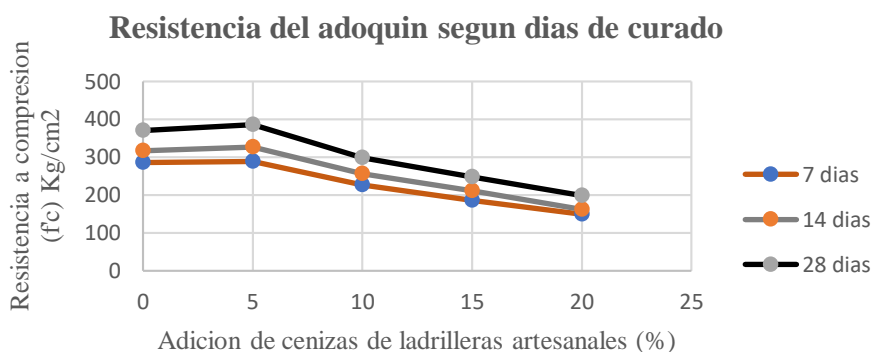
*Resultados de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días.*

Descripción de la muestra	Resistencia a Compresión			% Incremento / Disminución respecto a					
	Diseño = 340 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia de diseño 100%CP + 0%CL (Patrón)					
	Edad 7 Días	Edad 14 Días	Edad 28 Días	Resistencia de diseño			100%CP + 0%CL (Patrón)		
	a)	b)	c)	a)	b)	c)	a)	b)	c)
MP+0%CL	284.77	316.18	370.04	-16.24	-7.01	8.84	0.00	0.00	0.00
MP+5%CL	288.57	326.30	385.69	-15.13	-4.03	13.44	1.33	3.20	4.23

MP+10%CL	225.68	255.63	297.58	-33.62	-24.81	-12.48	-20.75	-19.15	-19.58
MP+15%CL	186.00	210.92	247.39	-45.29	-37.96	-27.24	-34.68	-33.29	-33.15
MP+20%CL	148.33	161.13	198.12	-56.37	-52.61	-41.73	-47.91	-49.04	-46.46

**Fuente:** Elaboración propia en base a ensayos de laboratorio, 2022

Se observa claramente que las cenizas de ladrilleras artesanales como reemplazo en porcentaje de cemento influyen de manera significativa (positiva y negativa) en la resistencia a compresión, donde en la figura 6 se aprecia que la resistencia del adoquín conforme los días de curado va en aumento hasta una adición de 5% de cenizas de ladrilleras artesanales, la cual es una resistencia considerable a los 28 días de curado, esto debido al material ceniza como (Arbelaez, 2020) afirma las cenizas aplicadas en el concreto son capaces de desarrollar propiedades aglomerantes cuando entran en contacto con el agua y el cemento portland, cabe también mencionar según antecedentes se obtuvieron resultados satisfactorios en la resistencia con 10% de adición de cenizas de ladrilleras artesanales, a pesar de ello en esta investigación se demuestra que el 5 % de adición es el que influye de manera favorable aumentando la resistencia, incluso superando la recomendación de la NTP 399.611, además mencionar el uso de ceniza como reemplazo parcial del cemento en un adoquín da una mejor trabajabilidad en la elaboración del concreto y reduce los costos de producción (Huaquisto & Belizario, 2018) y (Cruz, 2019) afirma que la adición de ceniza 10% de ladrilleras artesanales mejora la resistencia a compresión del adoquín. El empleo de cenizas como una adición resulta como una alternativa económica y útil para mejorar las propiedades mecánicas del concreto ya sea en estado seco y endurecido (Cárdenas et al., 2016) de esta manera en la presente investigación, la utilización de cenizas esclarece una vez más su efecto benéfico en mejorar las propiedades mecánicas del adoquín de concreto.



**Figura 6.** Gráfico de resistencia a compresión del adoquín según días de curado

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

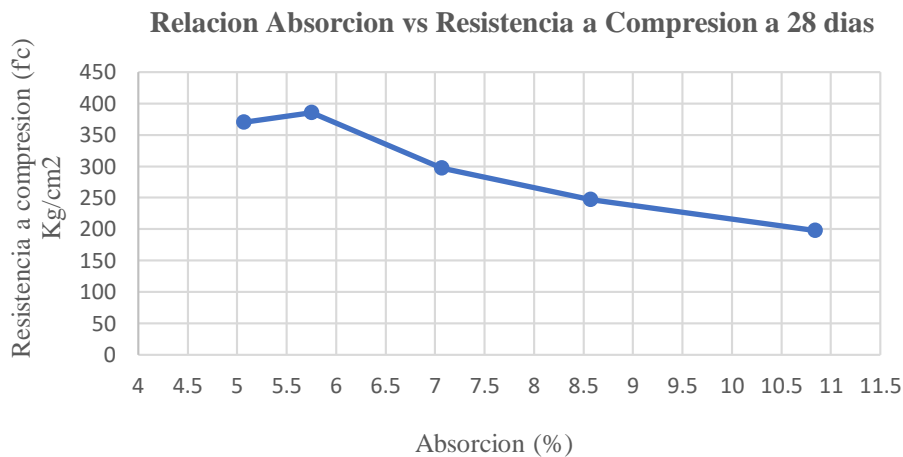
### 3.3. Relación Absorción – Resistencia a Compresión

**Tabla 9.**

*Relación absorción - Resistencia a compresión.*

Descripción de la muestra	Resistencia a Compresión	Absorción (%)
	Diseño = 340 kg/cm <sup>2</sup> Edad 28 Días	
MP+0%CL	370.04	5.07
MP+5%CL	385.69	5.75
MP+10%CL	297.58	7.07
MP+15%CL	247.39	8.57
MP+20%CL	198.12	10.84

**Fuente:** Elaboración propia, 2022



**Figura 7.** Gráfico de relación Absorción vs Resistencia a Compresión a 28 días de curado

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

De la relación de las propiedades absorción vs resistencia a compresión, de acuerdo al gráfico para una absorción de 5.75% se tiene una resistencia a compresión máxima (385.69 kg/cm<sup>2</sup>) que corresponde a una adición de 5% de ceniza; dando a entender que la absorción que supera las recomendaciones de la Normativa disminuye la resistencia a compresión de los adoquines. También se conoce el efecto que causa la reacción de las propiedades físicas así como el aumento excesivo del porcentaje de absorción del adoquín, debido a que un material que presenta una porosidad elevada influye en la resistencia y durabilidad del concreto (Solís et al., 2006).

### 3.4. Tratamiento estadístico y análisis de datos

Para evaluar la influencia de la ceniza de ladrilleras como adición en porcentajes al cemento en los adoquines, se planteó las siguientes hipótesis Ho: La adición de un porcentaje de ceniza de ladrilleras como sustituto del cemento no mejora la resistencia a compresión del adoquín ( $\mu_{XCL} \leq \mu_{XMP}$ ), H1: La adición de un porcentaje de ceniza de ladrilleras como sustituto del cemento mejora la resistencia a compresión del adoquín ( $\mu_{XCL} > \mu_{XMP}$ ); donde  $\mu_{XCL}$ : Representa a la media aritmética de la resistencia a compresión del adoquín con diferentes proporciones de ceniza de ladrilleras y  $\mu_{XMP}$ : Representa la media aritmética del concreto patrón (sin ceniza de ladrilleras). Para dicho tratamiento estadístico se comprobó la normalidad de las medias por Shapiro – Wilk Test y la homogeneidad de varianzas por F de Snedecor; como se muestra en la tabla 10, a partir de ello se seleccionó el test t de student para la prueba de hipótesis.

**Tabla 10.**

*Análisis estadístico de Normalidad y homogeneidad de varianzas por Shapiro-Wilk Test y F de Snedecor respectivamente.*

Descripción de la muestra	Media (X)	Varianza (S <sup>2</sup> )	Desv. Estándar	Normalidad por Shapiro-Wilk Test				Varianzas por F de Snedecor		
				W-stat	P-value	alpha	normal	Fcal.	Fcrit.	Eval.
<b>Análisis estadístico de la Resistencia a compresión; Edad 7 días</b>										
MP+0%CL	284.775	17.521	4.186	0.953	0.761	0.050	yes			
MP+5%CL	288.572	9.483	3.080	0.908	0.421	0.050	yes	1.848	5.050	Homogénea
MP+10%CL	225.680	19.118	4.372	0.945	0.700	0.050	yes	1.091	5.050	
MP+15%CL	186.005	29.866	5.465	0.942	0.672	0.050	yes	1.705	5.050	
MP+20%CL	148.330	15.425	3.927	0.932	0.595	0.050	yes	1.136	5.050	
<b>Análisis estadístico de la Resistencia a compresión; Edad 14 días</b>										
MP+0%CL	316.175	15.355	3.919	0.846	0.147	0.050	yes			
MP+5%CL	326.300	25.142	5.014	0.922	0.522	0.050	yes	1.637	5.050	Homogénea
MP+10%CL	255.630	11.427	3.380	0.955	0.777	0.050	yes	1.344	5.050	
MP+15%CL	210.920	25.351	5.035	0.948	0.727	0.050	yes	1.651	5.050	
MP+20%CL	171.132	42.151	6.492	0.705	0.007	0.050	no	2.745	5.050	
<b>Análisis estadístico de la Resistencia a compresión; Edad 28 días</b>										
MP+0%CL	370.040	21.188	4.603	0.929	0.571	0.050	yes			
MP+5%CL	385.690	11.511	3.393	0.942	0.674	0.050	yes	1.841	5.050	Homogénea
MP+10%CL	297.575	31.072	5.574	0.890	0.316	0.050	yes	1.466	5.050	

MP+15%CL	247.392	19.568	4.424	0.973	0.911	0.050	yes	1.083	5.050
MP+20%CL	198.120	5.495	2.344	0.891	0.323	0.050	yes	3.856	5.050

**Fuente:** Normalidad elaborado en Real Statistics y Homogeneidad de Varianza

La tabla N° 11 nos muestra los análisis estadísticos; donde se rechaza o no la hipótesis nula ( $H_0$ ) de la resistencia a compresión de adoquines para edades de 7, 14 y 28 días.

Los resultados de la prueba de estadística de t student con el nivel de significancia de 5% lleva a concluir que para una edad de 7 días de curado las muestras MP+5%CL, MP+10%CL, MP+15%CL Y MP+20%CL la resistencia a compresión no llega a superar a la muestra MP+0%CL por lo que no se rechaza la  $H_0$ , para una edad de 14 y 28 días de curado en la muestra MP+5%CL se rechaza la  $H_0$  ( $t_p > t_{\text{tabla}}$ ), por lo tanto, la resistencia a compresión con adición de cenizas de ladrilleras es mayor a la muestra MP+0%CL. y para la muestra MP+10%CL, MP+15%CL Y MP+20%CL no se rechaza la  $H_0$  esto indica que la resistencia a compresión con adición de CL. es menor al MP+0%CL.

**Tabla 11.**

*Prueba de Hipótesis por t de student*

Descripción	MP+0%CL	MP+5%CL	MP+10%CL	MP+15%CL	MP+20%CL
$\alpha$	0.05	0.050	0.050	0.050	0.050
<b>n+m-2</b>	10	10	10	10	10
<b>Ttabla</b>	1.812	1.812	1.812	1.812	1.812
<b>tp</b> edad=7 días		1.790	-23.914	-35.146	-58.227
<b>Decisión</b> ( $T_p > T_{\text{tabla}}$ )		No se rechaza $H_0$	No se rechaza $H_0$	No se rechaza $H_0$	No se rechaza $H_0$
<b>tp</b> edad=14 días		3.897	-28.657	-40.410	-46.851
<b>Decisión</b> ( $T_p > T_{\text{tabla}}$ )		Se rechaza $H_0$	No se rechaza $H_0$	No se rechaza $H_0$	No se rechaza $H_0$
<b>tp</b> edad=28 días		6.704	-24.554	-47.059	-81.524
<b>Decisión</b> ( $T_p > T_{\text{tabla}}$ )		Se rechaza $H_0$	No se rechaza $H_0$	No se rechaza $H_0$	No se rechaza $H_0$

**Nota:**  $H_0$ : La adición de un porcentaje de ceniza de ladrilleras como sustituto del cemento no mejora la resistencia a compresión del adoquín

En efecto el análisis de la muestra MP+5%CL a los 14 y 28 días de curado rechaza la  $H_0$ ; es decir la adición de 5% de ceniza de ladrilleras como sustituto del cemento mejora la

resistencia a compresión del adoquín; de esta manera con la prueba de hipótesis se enfatiza y avala los resultados de la resistencia a compresión.

### 3.5. Análisis de costos

Como se muestra en la tabla 12, el costo de la muestra patrón MP + 0% CL es superior al costo de las muestras MP + 5% CL, MP +10% CL, MP + 15%, MP + 20% CL.

Par efecto de análisis el costo de la muestra patrón MP + 0% CL es S/ 381.126 que es superior al costo de la muestra de MP + 5%CL de S/ 366.494 equivalente en reducción de costos en 3.84%. Dicho análisis es verídico para el costo del adoquín adicionado de 5% de ceniza de ladrilleras, ya que las demás adiciones no mejoran las propiedades fisico-mecánicas del adoquín por tal razón se descarta el costo de los demás.

**Tabla 12.**

*Costos de adoquín para diferentes dosificaciones.*

<b>Material</b>	<b>MP + 0%CL</b>	<b>MP + 5%CL</b>	<b>MP + 10%CL</b>	<b>MP+ 15%CL</b>	<b>MP + 20%CL</b>	
<b>Cantidad usada</b>	<b>kg/m3</b>	<b>kg/m3</b>	<b>kg/m3</b>	<b>kg/m3</b>	<b>kg/m3</b>	
Cemento	523.684	497.500	471.316	445.132	418.947	
Agregado grueso	809.054	809.054	809.054	809.054	809.054	
Agregado fino	776.625	776.625	776.625	776.625	776.625	
Agua (lt/m3)	184.436	184.436	184.436	184.436	184.436	
Cenizas	0.000	26.184	52.368	78.553	104.737	
<b>Cantidad equivalente</b>	<b>m3</b>	<b>m3</b>	<b>m3</b>	<b>m3</b>	<b>m3</b>	
Cemento (bls)	12.322	11.706	11.090	10.474	9.858	
Agregado grueso	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317	
Agregado fino	0.293	0.293	0.293	0.293	0.293	
Agua	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	
Cenizas (kg)	0.000	26.184	52.368	78.553	104.737	
<b>Precio</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>
Cemento (bls)	28.000	345.015	327.765	310.514	293.263	276.012
Agregado grueso (m3)	60.000	19.008	19.008	19.008	19.008	19.008
Agregado fino (m3)	55.000	16.088	16.088	16.088	16.088	16.088
Agua (m3)	5.100	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
Cenizas (kg)	0.100	0.000	2.618	5.237	7.855	10.474

<b>Precio total S/.</b>	<b>381.126</b>	<b>366.494</b>	<b>351.861</b>	<b>337.229</b>	<b>322.596</b>
<b>% de reducción de costos</b>	<b>3.84</b>	<b>7.68</b>	<b>11.52</b>	<b>15.36</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2022

#### 4. CONCLUSIONES

La evaluación de adoquines de las propiedades mecánicas con adición de cenizas de ladrilleras artesanales en porcentajes de 0%, 5%, 10% 15% y 20% en esta investigación influyen en la resistencia del concreto, donde a los 28 días de curado para una adición de 5% de ceniza de ladrilleras artesanales alcanza una resistencia por encima de un adoquín convencional representando un aumento de 4.23%. Por otro lado, para una adición de mayor o igual de 10% la resistencia del adoquín disminuye considerablemente en mayor o igual al 19.58%.

En la evaluación de propiedades físicas como la absorción de los adoquines convencionales y adicionados de 5% de cenizas de ladrilleras artesanales cumplen con los criterios establecidos de la NTP 339.611, también mencionar los adoquines con adición de mayor o igual al 10% sobrepasan la absorción máxima que recomienda la Normativa, esto debido a su alta porosidad, en cuanto al dimensionamiento de los adoquines fueron aceptables y cumplieron con la NTP. 399.611.

Finalmente, se muestra un análisis económico por m<sup>3</sup> donde el uso del 5% de cenizas de ladrilleras artesanales se tiene un costo menor de 3.84% respecto a la elaboración de adoquines convencionales y esto ayudaría un ahorro económicamente en la ciudad de Juliaca.

Para próximos estudios se recomienda hacer evaluaciones de propiedades físico-mecánicas del adoquín para porcentajes en rangos menores de adición de cenizas de ladrilleras artesanales de Juliaca.

## 5. REFERENCIAS

- Arbelaez, G. (2020). *Importancia de las cenizas volantes en la producción de concreto*. 360 En Concreto. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto/importancia-de-las-cenizas-volantes-en-la-produccion-de-concreto>
- Barrantes, J., & Holguin, R. (2015). *Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a ala compresion y absorción en la fabricacion de adoquines de transito liviano*. (Vol. 1, Issue None). [https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2550/BARRANTES\\_VILLANUEVA%2C\\_Jorge\\_Alejandro%2C\\_HOLGUIN\\_ROMERO%2C\\_Rita.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2550/BARRANTES_VILLANUEVA%2C_Jorge_Alejandro%2C_HOLGUIN_ROMERO%2C_Rita.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Burgos, D., Angulo, D., & Mejia de Gutierrez, R. (2012). Durabilidad de morteros adicionales con cenizas volantes de alto contenido de carbon. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 35(2), 150. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0255-69522012000100008](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522012000100008)
- Carcaño, R., & Moreno, E. (2006). Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo. *Revista de La Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 20(4), 43–50. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652005000400010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652005000400010&lng=es&tlng=es)
- Cárdenas, J., Lizarazo, J., & Aperador, W. (2016). Comportamiento mecánico de sistemas cementantes binarios (cemento Portland - Ceniza volante - Escoria de alto horno. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 36(1), 78–98. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84964067264&partnerID=40&md5=a70d26c18abc727c7e31cf55f49fca36>
- Condori, M. (2013). Impactos socioambientales por la fabricación de ladrillos en Huancayo. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 03(02), 117–123. <https://doi.org/10.18259/acs.2013015>
- Condori, S. (2016). *Analisis comparativo de la calidad de los ladrillos artesanales en el sector Chincha, Distrito de Cabana Provincia de San Roman - Puno*. [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/328&ved=2ahUKEwi\\_uLPI69L5AhUxI7kGHQhSBqwQFnoECAYQAQ&usg=AOvVaw3Mj6li0uLXYHttJl gxMprq](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/328&ved=2ahUKEwi_uLPI69L5AhUxI7kGHQhSBqwQFnoECAYQAQ&usg=AOvVaw3Mj6li0uLXYHttJl gxMprq)
- Correa, L., & Polo, H. (2019). *Influencia de reemplazo de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas Y mecánicas de ddoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano, Trujillo 2019*. 161. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23400>
- Cruz, H. (2019). *Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21165#:~:text=La investigaci3n concluye que los,para uso de veh3culos ligeros.>

- Huaquisto, S., & Belizario, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Altoandinas, Revista De Investigaciones*, 20(2), 2–10. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>
- Lopez, M., & Pinedo, M. (2015). *Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines de cemento para pavimentación, adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación*. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2707>
- Mamani, D. H. (2017). *Análisis comparativo de costos de producción de ladrillos y la propuesta de cocción con energía solar en la provincia de San Román*. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1466>
- Montiel, J. (2017). *Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales*. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12875/tesis.pdf.pdf?sequence=1>
- Palacios, E. (2016). *Determinación de la tasa de infiltración de los pavimentos de adoquines en el casco urbano de la ciudad de Piura*. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2584/ICI\\_229.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2584/ICI_229.pdf?sequence=1)
- Solís, R., Carcaño, & Moreno, E. I. (2006). Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo. *Revista de La Facultad de Ingenieria*, 21(3), 57–68. <http://ve.scielo.org/pdf/rfiucv/v21n3/art04.pdf>
- Soutsos, M. (2009). Concrete durability: A practical guide to the design of durable concrete structures. *Cement and Concrete Composites*, 26(1), 3–4. [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(02\)00122-1](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(02)00122-1)

## 6. ANEXOS

### 6.1. Evidencia de sumisión del artículo “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un adoquín adicionando cenizas de ladrilleras artesanales- Juliaca 2021” a la REVISTA INGENIERIA DE CONSTRUCCION.

The screenshot shows the website of the Pontificia Universidad Católica de Chile, specifically the 'Escuela de Ingeniería' and 'Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción'. The page features a navigation menu with 'HOME', 'SOBRE', 'BÚSQUEDA', 'ACTUAL', 'ARCHIVO', and 'YA DISPONIBLE'. A search bar is present with the text 'Search Keywords' and a 'Búsqueda' button. Below the search bar, there are links for 'Enviar un manuscrito', 'Información útil del autor', 'Inicio del usuario', and 'Cerrar sesión'. The main content area displays a table with the following data:

IDENTIFICACIÓN	MM-DD ENVIAR	SEGUNDO	AUTORES	TÍTULO	ESTADO
1315	12-02	INV	Pacori, Turpo, Lipa	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN...	Vol. 37, núm. 2 (2022)

### 6.2. Evidencia de publicación del artículo “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un adoquín adicionando cenizas de ladrilleras artesanales” en la REVISTA INGENIERIA DE CONSTRUCCION.

The screenshot shows the 'Portal de Revistas Académicas Chilenas' website. The page features a navigation menu with 'REVISTAS', 'DISCIPLINAS', 'ÍNDICES', 'INSTITUCIONES', and 'ACERCA'. The main content area displays the article details for 'Revista Ingeniería de Construcción'. The article title is 'Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un adoquín adicionando cenizas de ladrilleras artesanales'. The authors listed are Pacori, J., Turpo, V., and Lipa, L. The article is available in Spanish and English. The English title is 'Evaluation of the physical and mechanical properties of a paving block with added ash from artisanal brick kilns'. The article is available in full text at <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/1315> with the DOI 10.4067/RIC.00032.21. The abstract (Resumen) states: 'This article evaluates the physical and mechanical properties of a paving block with added ash from artisanal brick kilns in the city of Juliaca to reduce the environmental pollution generated by the ash. For this purpose, data and test results were collected at the GEOCONTROL laboratory in Juliaca. It was designed for a compressive strength of  $f_c=340$  kg/cm<sup>2</sup> for type II pavements, adding ash from artisanal brick kilns of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% as a partial replacement of cement. Aggregates from the Cabanillas quarry, Portland cement type I and ash from artisanal brick kilns were used as raw materials for the mixture design. From the results obtained, it is concluded that the addition of 5% ash from artisanal brick kilns improves the compressive strength at 28 days of curing. It is important to mention that if the percentage of added ash from artisanal brick kilns increases above 10%, the resistance decreases. Finally, the dimensional tolerance and absorption of conventional paving blocks and additions of 5% ash from artisanal brick kilns meet the established criteria of NTP 339.611.'

### 6.3. Copia de Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo aprobado por el consejo de facultad correspondiente



“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

RESOLUCIÓN N° 0178/A-2021/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 13 de abril de 2021

**VISTO:**

El expediente de **Vilma Lizbeth Turpo Turpo**, identificado(a) con Código Universitario N° 201521913 y **Luz Delia Lipa Soncco**, identificado(a) con Código Universitario N° 201521883, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

**CONSIDERANDO**

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Vilma Lizbeth Turpo Turpo** y **Luz Delia Lipa Soncco**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado “Evaluación de la resistencia a compresión, abrasión y absorción de un adoquín convencional y con adición de cenizas de ladrillos artesanales- Juliaca” y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 13 de abril de 2021, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

**SE RESUELVE:**

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado “**Evaluación de la resistencia a compresión, abrasión y absorción de un adoquín convencional y con adición de cenizas de ladrillos artesanales- Juliaca**” y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar al **Ing. Jose Pacori Pacori** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Ing. Moises Araca Chile** y **Ing. Juana Beatriz Aquise Pari**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

  
Dra. María Vallejos Atalaya de Cornejo  
DECANA

  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:  
-Interesado  
Asesor  
Dirección General de Investigación  
Archivo