

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE
INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL
LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA
DE AGUAJE, 2024**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Br. Prada Perdomo Kirk Petter
<https://orcid.org/0000-0002-8670-170X>

ASESOR

Mg. Gómez Macedo Claudia Roxana
<https://orcid.org/0009-0005-8583-3021>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ciencia de los Materiales

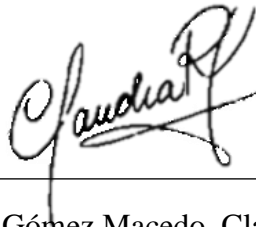
TRUJILLO - PERÚ

2024

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Yo, Mg. Ing. Claudia Roxana Gómez Macedo con DNI N° 71994247, como asesor del trabajo de investigación titulado: **“INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024”**. desarrollado por el bachiller Prada Perdomo Kirk Petter con D.N.I. N° 48282208, del Programa de Estudios de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo reúne las condiciones tanto técnicas como científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de graduación de la Facultad Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Mg. Ing. Gómez Macedo, Claudia Roxana
DNI: 71994247

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO.MONS. HECTOR MIGUEL CABREJOS VIDARTE, OFM

Arzobispo Metropolitano de Trujillo
Fundador y Gran Canciller
Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. MARIANA GERALDINE SILVA BALAREZO

Rectora de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. ROMY ÁNGELICA DÍAZ FERNÁNDEZ

Vicerrectora académica

DRA. ENA CECILIA OBANDO PERALTA

Vicerrectora de Investigación

MG. ING. BREITNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARIN

Secretaria General

DEDICATORIA

A mi familia

Mi madre, padre, hermanos y a mi pareja, cuyo apoyo incondicional ha sido esencial para culminar con éxito mi carrera profesional.

Prada Perdomo Kirk Petter

Autor

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios

Por darme la fortaleza, la perseverancia y la salud necesarias para superar las adversidades que surgieron a lo largo de mi formación, permitiéndome concluir con éxito mi carrera profesional.

A la universidad, docentes y asesor

Por habernos abierto sus puertas y ofrecernos la oportunidad de convertirnos en profesionales exitosos; a los docentes, por compartir con dedicación y vocación sus conocimientos a lo largo de nuestra formación; y al asesor Mg. Ing. Wilder Alexander Calixtro Calixtro, cuyo valioso aporte fue fundamental para la culminación de esta tesis.

Prada Perdomo Kirk Petter

Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Kirk Petter Prada Perdomo con DNI N° 48282208, egresado del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“Influencia en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto adicionando ceniza de semilla de aguaje, 2024”**, el cual consta de un total de 121 páginas, en las que se incluye 50 tablas y 40 figuras, incluye un total de 38 páginas en anexos.

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de mi entera responsabilidad.

El autor



Br. Prada Perdomo Kirk Petter

DNI: 48282208

INDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
II. METODOLOGÍA	40
2.1. Enfoque, tipo.....	40
2.2. Diseño de investigación	40
2.3. Población, muestra y muestreo	40
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos / equipos de laboratorio / informe de laboratorio especializado, de ser utilizados.	41
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	41
2.6. Aspectos éticos	45
III. RESULTADOS	46
IV. DISCUSIÓN.....	73
V. CONCLUSIONES	77
VI. RECOMENDACIONES	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS.....	82
Anexo 1: Instrumentos de recolección de la información	83
Anexo 2: Ficha técnica	85
Anexo 3: Operacionalización de variables	110
Anexo 4: Carta de presentación	111
Anexo 5: Carta de autorización emitida por la entidad que faculta el recojo de datos..	112
Anexo 8: Matriz de consistencia.....	113
Anexo 9: Registro fotográfico	114

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 <i>Tipos de bloques de hormigón más comunes</i>	22
Figura N° 02 <i>Representación esquemática del proceso de fabricación del cemento</i>	25
Figura N° 03 <i>Proporciones de una partícula de agregado: ancho A, largo B y espesor C</i>	32
Figura N° 04 <i>Muestra ensayo a compresión</i>	34
Figura N° 05 <i>Muestra ensayo a absorción</i>	34
Figura N° 06 <i>Fruto Mauritia Flexuosa “aguaje”</i>	35
Figura N° 07 <i>Área de influencia del estudio de diversidad de aguaje</i>	36
Figura N° 08 <i>Zonas de crecimiento del Aguaje</i>	36
Figura N° 09 <i>Semilla de aguaje</i>	38
Figura N° 10 <i>Etapas del fruto de aguaje</i>	38
Figura N° 11 <i>Clasificación de tamiz para determinación de granulometría de agregado grueso y fino</i>	42
Figura N° 12 <i>Determinación de agregados grueso</i>	42
Figura N° 13 <i>Relleno del molde con la mezcla diseñada</i>	43
Figura N° 14 <i>Determinación con el tamiz de la ceniza de semilla de aguaje</i>	43
Figura N° 15 <i>Relleno del molde con la mezcla diseñado con adición de ceniza de aguaje</i>	44
Figura N° 16 <i>Relleno del molde con la mezcla diseñado</i>	44
Figura N° 17 <i>Acabado de relleno para espera de los periodos de 7, 14 y 28 días</i>	45
Figura N° 18 <i>Ubicación y localización geográfica del distrito de Callería</i>	46
Figura N° 19 <i>Curva granulométrica de agregado grueso</i>	47
Figura N° 20 <i>Curva granulométrica de agregado fino</i>	48
Figura N° 21 <i>Clasificación de agregados grueso y finos</i>	49
Figura N° 22 <i>Muestras de moldes ladrillo de concreto</i>	55
Figura N° 23 <i>Ensayo de variación dimensional</i>	56
Figura N° 24 <i>Ensayo de variación dimensional</i>	57
Figura N° 25 <i>Ensayo de variación dimensional</i>	58
Figura N° 26 <i>Ensayo de variación dimensional</i>	59
Figura N° 27 <i>Ensayo de variación dimensional</i>	60
Figura N° 28 <i>Ensayo de variación dimensional</i>	61
Figura N° 29 <i>Ensayo de variación dimensional</i>	62

Figura N° 30	<i>Ensayo de variación dimensional</i>	63
Figura N° 31	<i>Ensayo de variación dimensional</i>	64
Figura N° 32	<i>Ensayo de variación dimensional</i>	65
Figura N° 33	<i>Ensayo de variación dimensional</i>	66
Figura N° 34	<i>Ensayo de variación dimensional</i>	67
Figura N° 35	<i>Ensayo de absorción</i>	68
Figura N° 36	<i>Ensayo de absorción</i>	68
Figura N° 37	<i>Ensayo de absorción</i>	69
Figura N° 38	<i>Ensayo de resistencia a compresión</i>	70
Figura N° 39	<i>Ensayo de resistencia a compresión</i>	71
Figura N° 40	<i>Ensayo de resistencia a compresión</i>	72

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01	<i>Clase de unidad de albañilería para fines estructurales</i>	23
Tabla N° 02	<i>Requisitos de resistencia y absorción</i>	24
Tabla N° 03	<i>Componentes principales del Clinker</i>	25
Tabla N° 04	<i>Composición química de Clinker</i>	25
Tabla N° 05	<i>Clasificación general de las puzolanas</i>	26
Tabla N° 06	<i>Normas europeas de especificación de agregados</i>	30
Tabla N° 07	<i>Requerimientos de granulometría para agregado fino</i>	31
Tabla N° 08	<i>Resistencia mecánicas de los agregados gruesos</i>	31
Tabla N° 09	<i>Definición de agregados por tamaño</i>	31
Tabla N° 10	<i>Método de prueba para agregados</i>	32
Tabla N° 11	<i>Limites permisibles para el agua de mezcla y curado</i>	33
Tabla N° 12	<i>Contenido nutracéutico de la semilla por tipo de aguaje</i>	36
Tabla N° 13	<i>Proporción de ácidos grasos en frutos de Maurtia flexuosa y otros aceites</i>	39
Tabla N° 14	<i>Composición química de la ceniza de semilla de aguaje</i>	39
Tabla N° 15	<i>Detalle de muestra</i>	40
Tabla N° 16	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso</i>	47
Tabla N° 17	<i>Análisis de granulometría del agregado fino</i>	48
Tabla N° 18	<i>Peso unitario suelto de agregado fino</i>	49
Tabla N° 19	<i>Peso unitario compacto de agregado fino</i>	50
Tabla N° 20	<i>Peso unitario compacto de agregado grueso</i>	50
Tabla N° 21	<i>Peso unitario suelto de agregado grueso</i>	50
Tabla N° 22	<i>Densidad y absorción de árido grueso</i>	51
Tabla N° 23	<i>Densidad y absorción de árido fino</i>	51
Tabla N° 24	<i>Propiedades físicas de áridos</i>	52
Tabla N° 25	<i>Elementos de dosificación para el diseño de concreto patrón por m³</i>	52
Tabla N° 26	<i>Elementos de dosificación para el diseño de concreto patrón por saco</i>	53
Tabla N° 27	<i>Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 3% por m³</i>	53
Tabla N° 28	<i>Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 3% por saco</i>	53
Tabla N° 29	<i>Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 5% por m³</i>	54

Tabla N° 30 <i>Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 5% por saco</i>	54
Tabla N° 31 <i>Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 7% por m³</i>	54
Tabla N° 32 <i>Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 7% por saco</i>	55
Tabla N° 33 <i>Ensayo de variación dimensional patrón a 7 días</i>	56
Tabla N° 34 <i>Ensayo de variación dimensional patrón a 14 días</i>	57
Tabla N° 35 <i>Ensayo de variación dimensional patrón a 28 días</i>	58
Tabla N° 36 <i>Ensayo de variación dimensional con 3% de adición a 7 días</i>	59
Tabla N° 37 <i>Ensayo de variación dimensional con 3% de adición a 14 días</i>	60
Tabla N° 38 <i>Ensayo de variación dimensional con 3% de adición a 28 días</i>	61
Tabla N° 39 <i>Ensayo de variación dimensional con 5% de adición a 7 días</i>	62
Tabla N° 40 <i>Ensayo de variación dimensional con 5% de adición a 14 días</i>	62
Tabla N° 41 <i>Ensayo de variación dimensional con 5% de adición a 28 días</i>	63
Tabla N° 42 <i>Ensayo de variación dimensional con 7% de adición a 7 días</i>	64
Tabla N° 43 <i>Ensayo de variación dimensional con 7% de adición a 14 días</i>	65
Tabla N° 44 <i>Ensayo de variación dimensional con 7% de adición a 28 días</i>	66
Tabla N° 45 <i>Ensayo de absorción</i>	67
Tabla N° 46 <i>Ensayo de resistencia a compresión a 7 días</i>	69
Tabla N° 47 <i>Ensayo de resistencia a compresión a 14 días</i>	71
Tabla N° 48 <i>Ensayo de resistencia a compresión a 28 días</i>	72
Tabla N° 49 <i>Operacionalización de variables</i>	110
Tabla N° 50 <i>Matriz de consistencia</i>	113

RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la ceniza de semilla de aguaje en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto. Se empleó una metodología aplicada con un diseño experimental cuantitativo y un enfoque correlacional. La población incluyó 60 ladrillos, con proporciones de ceniza de 0%, 3%, 5% y 7% en relación al cemento. Los resultados mostraron que, a los 28 días, la resistencia a compresión disminuía a medida que se aumentaba la proporción de ceniza: 187.96 kg/cm² para el 3%, 157.56 kg/cm² para el 5%, y 144.61 kg/cm² para el 7%, comparado con 182.50 kg/cm² para el ladrillo sin ceniza. En el ensayo de absorción, los valores fueron de 10.70%, 9.57% y 10.66% para las proporciones del 3%, 5% y 7%, respectivamente, en comparación con 7.83% para el ladrillo sin ceniza. En el ensayo de variación dimensional, el 7% de ceniza mostró mejores resultados en promedio que el ladrillo sin ceniza. Se concluye que la adición de ceniza de semilla de aguaje mejora parcialmente las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto, cumpliendo con los requisitos mínimos de la NTP 399.601 y NTP 399.604.

Palabras claves: Ceniza, aguaje, ladrillo de concreto.

ABSTRACT

The research project aimed to determine the influence of aguaje seed ash on the physical and mechanical properties of concrete brick. A methodology was applied with a quantitative experimental design and a correlational approach. The population included 60 bricks, with ash proportions of 0%, 3%, 5% and 7% in relation to cement. The results showed that, at 28 days, the compressive strength decreased as the ash proportion increased: 187.96 kg/cm² for 3%, 157.56 kg/cm² for 5%, and 144.61 kg/cm² for 7%, compared to 182.50 kg/cm² for the brick without ash. In the absorption test, the values were 10.70%, 9.57% and 10.66% for the 3%, 5% and 7% proportions, respectively, compared to 7.83% for the ash-free brick. In the dimensional variation test, the 7% ash showed better results on average than the ash-free brick. It is concluded that the addition of aguaje seed ash partially improves the physical and mechanical properties of the concrete brick, complying with the minimum requirements of NTP 399.601 and NTP 399.604.

Keywords: Ash, aguaje, concrete brick.

I. INTRODUCCIÓN

Según Ijaz et al. (2023) a nivel mundial, el aumento significativo de los gases de efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono (CO₂), están generando el fenómeno del calentamiento global y gran parte de ello es causado en la fabricación del cemento, En este contexto, la industria del cemento se destaca al ser responsable del 40 % de las emisiones globales de CO₂, adicional a ello, existen investigaciones que afirman que este fenómeno se incrementara entre un diez y un quince por ciento en el futuro, dado que la industria de la construcción está creciendo cada día más y el concreto es un material indispensable para el sector por sus diferentes etapas que este conlleva, además de ser el segundo material más usado en el mundo, después del agua. De igual manera Revatta et al. (2023), indica que la industria de la construcción emplea grandes cantidades de recursos y energía. Además, este sector contribuye con un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente debido al elevado consumo de energía y materiales necesario para edificar estructuras como edificios, viviendas, casas y proyectos a gran escala.

Según Sánchez et al. (2023), el Perú, no es ajeno a los impactos que generan el fenómeno del calentamiento global, y como respuesta, se vienen explorando opciones de materiales y métodos de construcción alternativos, debido al crecimiento del sector de la construcción a nivel nacional, además, a medida que la población ha aumentado, el crecimiento de las ciudades ha generado una mayor necesidad de viviendas, esto ha llevado al empleo de ladrillos artesanales, elaborados tanto con arcilla como con concreto y en muchas ocasiones sin el debido control de calidad de los mismos. estos materiales que se vienen explorando buscan minimizar el uso del cemento sin afectar las propiedades del concreto.

Según Del Castillo et al. (2021), en la Amazonia, se produce un fruto denominado aguaje (*Mauritia Flexuosa*), proveniente de una palmera que crece en un promedio de 35 metros aproximadamente y 60 centímetros de diámetro, este árbol se ha identificado en países como Perú, Bolivia, Brasil, Venezuela, Colombia, crece a menos 900 metros de altura sobre el nivel del mar. La pulpa, constituye la parte comestible de la fruta, puede representar hasta el 27% del peso total del fruto. Otros componentes, como la cáscara, tienen un peso promedio del 19.8%, mientras que la semilla constituye el 52.7%. Se estima que el consumo diario de frutos de aguaje en la Amazonía peruana es de 50 toneladas (t). De esta cantidad, aproximadamente 13 toneladas de pulpa son aprovechadas, mientras que alrededor de 18

toneladas de semillas son desechadas; teniendo en cuenta el mal sistema de la recolección de residuos sólidos por parte de las municipalidades y la falta de cultura de limpieza de la población, estos son arrojados en las calles de manera irresponsable, ocasionando en épocas de lluvias, que estos desechos sean arrastrados hacia las alcantarillas, ocasionando la obstrucción de los drenajes fluviales y por ende generar inundaciones temporales en las calles de la ciudad.

El propósito de esta investigación se centró en el proceso de calcinación de semillas de aguaje para producir cenizas volantes. Según investigaciones previas, estas cenizas presentan propiedades puzolánicas significativas, lo que las hace adecuadas para ser adicionada en la producción de ladrillos de concreto.

Dado lo expuesto anteriormente, se requirió la urgencia de explorar y ver su viabilidad de la producción de ladrillos de concreto adicionando cenizas de semilla de aguaje. Por esta razón, el problema general planteado en la presente investigación es: ¿Cómo influye en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto la adición de ceniza de semilla de aguaje, 2024?; Además, los problemas específicos planteados son: ¿Cuál será la influencia en la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5 y 7 %?; ¿Cuál será la influencia en la absorción del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5 y 7 %?; ¿Cómo influye en la variación dimensional del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5 y 7 %?.

Dado la repercusión del impacto ambiental que se genera con el empleo del cemento en la producción del ladrillo de concreto y considerando la cantidad de semillas de aguaje desechados, la presente investigación se justificó socialmente porque tiene como intención proponer nuevas alternativas para reducir el nivel de contaminación, reemplazando de manera parcial al cemento por ceniza de semilla de aguaje, cumpliendo con los requisitos mínimo de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.601. Así mismo, se justificó de forma práctica porque se basa en la utilización eficiente de la semilla de aguaje al transfórmala en cenizas adicionando dosificaciones del 3, 5 y 7 % buscando mejorar o mantener las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto. Así como también, se justificó de forma teórica porque los resultados obtenidos contribuirán en futuras investigaciones. Para obtener estos resultados, se utilizarán instrumentos de medición como el ensayo a la resistencia a la compresión, absorción y la variación dimensional. De acuerdo a lo establecido en la NTP 399.601 y NTP 399.604.

En relación con los objetivos de esta investigación, se estableció como objetivo general: Determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje, 2024; además, los objetivos específicos: Determinar la influencia en la resistencia a compresión del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5 y 7 %; Determinar la influencia en la absorción del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5 y 7 %; Determinar la influencia en variación dimensional del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5 y 7 %.

En cuanto a las hipótesis formuladas en esta investigación, se estableció como hipótesis general: Con la adición de ceniza de semilla de aguaje influirá positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto; además, las hipótesis específicas: Con la adición de ceniza de semilla de aguaje mejoraría la resistencia a compresión del ladrillo de concreto, en proporciones de 3, 5 y 7 %. Con la adición de ceniza de semilla de aguaje reduciría la absorción del ladrillo de concreto, en proporciones de 3, 5 y 7 %. Con la adición de ceniza de semilla de aguaje se tendrá una variación dimensional más controlada del ladrillo de concreto, en proporciones de 3, 5 y 7 %.

Descripción de los antecedentes internacionales:

Según Assiamah et al. (2022) en Ghana, autor del artículo científico denominado ***“Utilización de cenizas de aserrín como sustituto del cemento para la producción de bloques entrelazados de hormigón y la construcción sin mortero.”***, tuvo como objetivo sustituir parcialmente el cemento Portland convencional (OPC) por ceniza proveniente de la quema de aserrín (SDBA) en la elaboración de bloques de concreto. Tuvo como metodología la recolección de ceniza de madera para la fabricación de bloques, para las propiedades estructurales de los bloques de cemento como fuerza compresiva, absorción de agua y la liberación de calor. Los resultados fueron una densidad mínima de 2123 kg/m³ y una densidad máxima de 2288 kg/m³ a los 28 días, cuando el 10% y el 20% de ceniza de aserrín (SDBA) reemplazaron al cemento. La resistencia a la compresión a los 28 días, para contenidos de reemplazo del 0%, 10%, 20% y 30% en peso de SDBA, fueron respectivamente $6,20 \pm 0,213$, $6,52 \pm 0,268$, $6,32 \pm 0,231$ y $5,73 \pm 0,339$ N/mm². Asimismo, aumento la absorción de agua a medida que se incrementaron los niveles de reemplazo de

SDBA. Concluyó que, tras 28 días de pruebas, los bloques entrelazados no demostraron mejoras sustanciales en comparación con las muestras de referencia (0%).

Somna et al. (2022) en Tailandia, autor del artículo científico denominado ***“Bloque hueco de geopolímero de ceniza de cáscara de arroz y cenizas volantes a base de NaOH activado”***, tuvo como objetivo emplear ceniza de cáscara de arroz (RHA) en la fabricación de bloques huecos de geopolímero, utilizando cenizas volantes (FA) activadas con NaOH. Tuvo como metodología el sistema reemplazo con la relación entre solución activada con álcali y aglutinante se mantuvo en 0,4. Los materiales se mezclaron durante 5 minutos y luego se colaron en el cilindro molde de 3 cm de diámetro y 6 cm de altura. Después de eso, la mezcla con alto volumen de RHA y resistencia a la compresión superior a 4 MPa fue seleccionado para la fabricación de bloques huecos de geopolímero que no soportan carga. Los resultados revelaron que el incremento en el contenido de RHA contribuyó al aumento de la resistencia a la compresión del geopolímero. Asimismo, la finura de RHA incidió positivamente en la resistencia a la compresión del geopolímero. Se optó por la mezcla con un 50% de contenido de RHA, es decir, la mezcla 50FA50RH-15 M, que exhibió una resistencia a la compresión de 8,5 MPa a los 28 días. En resumen, se concluyó que estos bloques huecos de geopolímero cumplen con los estándares requeridos en términos de resistencia a la compresión y absorción de agua.

Lawane et al. (2019) en Níger, autor del artículo científico denominado ***“Propiedades mecánicas y físicas de bloques de cenizas de fondo de carbón comprimido estabilizados con inclusión de suelos lateríticos en Níger”***, tuvo como objetivo elaborar bloques comprimidos utilizando subproductos de la combustión del carbón y suelo arcilloso local en Níger. Tuvo como metodología la estabilización con cemento Portland y una mezcla de cemento Portland y cal. Se realizó la caracterización mecánica, física, hídrica y térmica de los ladrillos producidos. Se produjeron bloques con una resistencia a la compresión satisfactoria y las muestras superaron consistentemente la resistencia a la compresión de 4 MPa. Los resultados a las pruebas de resistencia a la compresión realizadas a los 28, 60 y 90 días de curado sugieren que la resistencia tiende a aumentar con el tiempo, siendo las muestras a los 90 días, en promedio, más fuertes que las de 60 días (aunque algunas muestras no siguieron esta tendencia), la absorción de agua de los bloques fue rápida, alcanzando aproximadamente el 80-90% de su valor máximo en los primeros 5 minutos de inmersión. En resumen, se concluyó que se lograron bloques con una resistencia a la compresión

satisfactoria ($> 4\text{MPa}$) al mezclar subproductos de la combustión del carbón con suelos lateríticos locales en el noreste de Níger y estabilizarlos con un aglomerante hidráulico.

Subramaniam et al. (2015) en India, autor del artículo científico denominado ***“la ceniza de madera como materia prima eficaz para bloques de hormigón”***, tuvo como objetivo utilizar cenizas de madera como sustituto parcial del componente de cemento en la producción de bloques compuestos por cemento y arena. Tuvo como metodología utilizar una proporción de mezcla de 1:6 con una proporción de 0,5. relación agua-aglutinante sobre las propiedades de densidad y resistencia a la compresión a temperatura ambiente y alta. Los resultados fueron un aumento en la resistencia a la compresión al contener un 15% de ceniza de madera como reemplazo. Asimismo, una reducción en la absorción de agua al utilizar un 25%, el nivel más alto se registró con un 15% de ceniza de madera. Además, una liberación de calor más lenta en un 15% y 20% de reemplazo de ceniza de madera después de 21 días de curado. Se concluyó que la ceniza de madera posee el potencial para ser utilizada parcialmente como sustituto del cemento en la producción de bloques de cemento.

Descripción de los antecedentes nacionales:

Becerra (2024) en Trujillo, en su tesis de titulación denominado **“Evaluación de las propiedades físicas - mecánicas de ladrillos de concreto a base de cáscara de café, Trujillo - La Libertad”**, tuvo como objetivo evaluar cómo la incorporación de ceniza de cáscara de café afecta la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto destinados a uso estructural. Tuvo como metodología aplicada, de diseño experimental, debido que, para recopilar los datos, se emplearon 3 enfoques: la observación directa, análisis documental, en el que su población fueron 60 ladrillos en total y la muestra, 15 tenían una composición de mezcla común y los restantes 45 tenían diferentes proporciones de adición, distribuidos en 4%, 6% y 8%, con 15 ladrillos en cada categoría. Los resultados de los ladrillos con una adición del 8% de ceniza obtuvieron los mejores resultados en cuanto a resistencia a la compresión. En términos de resistencia a la compresión, el ladrillo estándar alcanzó 100.29 kg/cm^2 , mientras que el ladrillo con una adición del 4% logró 86.80 kg/cm^2 , el bloque con una adición del 6% alcanzó 94.39 kg/cm^2 y el bloque con una adición del 8% alcanzó 107.29 kg/cm^2 . Se concluyó que la utilización de ceniza de cáscara de café en la producción de ladrillos de concreto debe limitarse a un máximo del 8% en relación al peso del cemento.

Carhuallanqui (2022) en Huachipa, en su tesis de titulación denominado **“Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto adicionando cenizas de estiércol de ganado vacuno, Huachipa 2022”**, el objetivo fue mejorar las

características físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto mediante la incorporación de ceniza de estiércol de ganado vacuno. Tuvo como metodología aplicada, método científico, de diseño experimental, enfoque cuantitativo, en el que su población fueron 348 ladrillos de los cuales se seleccionaron muestras para realizar pruebas mecánicas y físicas a los 7, 14 y 28 días. Estas pruebas incluyeron ensayos de compresión, alabeo, dimensionamiento y absorción, con un mínimo de 10 unidades por tratamiento. En total, se utilizaron 40 ladrillos para esta investigación. Los resultados de la resistencia a la compresión en unidades de ladrillos, pilas y muretes mostraron que el promedio para el ladrillo de concreto estándar fue de 149 kg/cm². Por otro lado, al incluir ceniza de estiércol de ganado vacuno en concentraciones del 5%, 10% y 15%, se obtuvieron valores de 153 kg/cm², 156 kg/cm² y 158 kg/cm², respectivamente. En el caso de las pilas, el promedio para la muestra estándar fue de 112.76 kg/cm², mientras que al incorporar ceniza de estiércol en concentraciones del 5%, 10% y 15%, se observaron valores de 115.32 kg/cm², 117.39 kg/cm² y 119.45 kg/cm², respectivamente. Para los muretes, el promedio estándar fue de 10.10 kg/cm², mientras que al seguir la misma secuencia de diseños experimentales se obtuvieron valores de 11.16 kg/cm², 12.10 kg/cm² y 13.03 kg/cm². Además, se encontró que la absorción mejoró con una concentración del 15% de ceniza de estiércol de ganado vacuno. Se concluyó que se puede afirmar que la incorporación de ceniza de estiércol de ganado vacuno mejora parcialmente las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto.

Cutipa (2021) en Moquegua, en su tesis de titulación denominado **“Influencia de cenizas de hojas de olivo en las propiedades físico-mecánicas en ladrillos de concreto, distrito de Ilo, Moquegua-2021”**, tuvo como objetivo evaluar el impacto de las cenizas de hojas de olivo en las características físico-mecánicas de ladrillos de concreto en el distrito de Ilo, Moquegua -2021. Tuvo como metodología aplicada, de diseño cuasiexperimental, enfoque cuantitativo, en el que su población fueron 76 ladrillos de los cuales se seleccionaron muestras para realizar pruebas mecánicas y físicas a los 7, 14 y 28 días. Estas pruebas incluyeron ensayos de resistencia a compresión, módulo de rotura, absorción, variación dimensional, alabeo y succión de acuerdo a la NTP 399.604. Los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días para muestras con 0%, 1.5%, 2.5% y 3.5% fueron 396.14 kg/cm², 304.75 kg/cm², 367.93 kg/cm² y 312.84 kg/cm², respectivamente. En cuanto a la absorción, se obtuvieron los siguientes resultados: 1.92%, 2.48%, 3.09% y 3.63%. Los análisis de variación dimensional y alabeo indicaron que la muestra patrón y las muestras con 1.5%, 2.5% y 3.5% cumplen con la clasificación tipo IV, mientras que la muestra con

3.5% de cenizas de hojas de olivo se clasifica como ladrillo tipo III, En lo referente a los resultados del ensayo de absorción y succión, se constató que todos cumplen con los estándares establecidos por la norma E.070. Sin embargo, no se observó ninguna mejora en las características físicas del ladrillo de concreto en comparación con la muestra estándar. En resumen, se concluyó que la incorporación de cenizas de hojas de olivo no conlleva una mejora en las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto. En términos de costos unitarios, la sustitución parcial del cemento por cenizas de hojas de olivo resulta en una ligera disminución en el costo de producción.

Morillos (2021) en Cajamarca, en su tesis de titulación denominado **“Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia mecánica de los ladrillos de concreto”**, tuvo como objetivo evaluar el impacto de la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia mecánica de los ladrillos de concreto. Tuvo como metodología aplicada, en el que su población fueron 120 ladrillos. Los resultados a los 3 días, la resistencia alcanzó los 227.51 kg/cm²; a los 7 días, fue de 268.29 kg/cm²; a los 14 días, se registró una resistencia de 287.33 kg/cm², y a los 28 días, se alcanzó una resistencia máxima de 296.34 kg/cm². Se concluyó, que la influencia es positiva con la adición del 10% de cenizas de cascarilla de arroz porque se refleja un aumento de la resistencia, llegando a incrementarse hasta un 12% a los 28 días.

Sandoval (2021) en Jaén, en su tesis de titulación denominado **“Efecto de la adición de ceniza de cáscara de café en la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto – Jaén 2021”** tuvo como objetivo evaluar cómo la inclusión de ceniza de cáscara de café afecta la resistencia de los ladrillos de concreto destinados a uso estructural con tres concentraciones de ceniza: 5%, 10% y 15. Tuvo como metodología aplicada, de diseño experimental, en el que su población fueron 60 ladrillos, las muestras fueron 5 ladrillos por ensayo. Los resultados en lo que respecta a la variación dimensional y alabeo de los ladrillos fabricados, todos cumplieron con los requisitos establecidos para la clase V. No obstante, al analizar el coeficiente de variabilidad, se observó que el tratamiento con un 10% de ceniza muestra los resultados más destacados. En términos de la resistencia a la compresión, se registraron los siguientes valores: el ladrillo estándar alcanzó una resistencia de 167 Kg/cm², mientras que el tratamiento con un 5% de ceniza logró una resistencia de 173 Kg/cm², con un 10% de ceniza exhibió una resistencia de 178 Kg/cm², y con un 15% de ceniza mostró una resistencia de 163 Kg/cm². Se concluyó que la incorporación de cenizas en la producción de ladrillos de concreto debería limitarse a un máximo del 10 % en relación al

peso del cemento, dado que esto contribuye a la mejora de las características físicas y la resistencia mecánica del ladrillo resultante.

Guillen (2021) en La Libertad, en su tesis de titulación denominado **“Resistencia de ladrillo de concreto sustituyendo al cemento en 5% y 10% cenizas de cascarilla de trigo, Pataz-la Libertad-2021”**, tuvo como objetivo evaluar la resistencia de un ladrillo de concreto con una resistencia nominal $f'c = 130 \text{ kg/cm}^2$ mediante la sustitución del 5% y 10% de cemento por cascarilla de trigo. Tuvo como metodología aplicada y explicativa, de diseño cuasiexperimental, en el que su población fueron 27 ladrillos, la muestra constituida de 9 ladrillo por cada porcentaje de adición. Los resultados registraron resistencias de 77.10 kg/cm^2 , 96.01 kg/cm^2 y 77.78 kg/cm^2 después de 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente. En el caso de la sustitución del 10%, se observaron resistencias de 60.66 kg/cm^2 , 64.26 kg/cm^2 y 71.02 kg/cm^2 a los 7, 14 y 28 días de curado. En base a estos hallazgos, se concluyó que emplear ladrillos con sustitución de cemento no proporciona estructuras con una resistencia adecuada para garantizar la seguridad de la población.

Pacherrez (2021) en Piura, en su tesis de titulación denominado **“Incorporación de ceniza de cascara de arroz y frijol para mejorar propiedades de bloques de concreto para viviendas Sullana -2021”**, tuvo como objetivo evaluar si la adición de ceniza de cáscara de arroz y frijol mejora las propiedades de los bloques de concreto destinados a viviendas en Sullana, Piura, 2021. Tuvo como metodología aplicada, de diseño experimental, en el que su población fueron 48 bloques de concreto. Los resultados obtenidos se refirieron a la resistencia a la compresión de las probetas a los 28 días para muestras de ensayo con porcentajes del 0%, 8%, 12% y 16% para cada producto (CCA y CCF). Los valores correspondientes fueron 224.13 kg/cm^2 , 225.40 kg/cm^2 , 225 kg/cm^2 y 224.81 kg/cm^2 , respectivamente. En cuanto a la absorción, para las unidades con adición de CCA y CCF, se registraron valores de 4.75%, 9.70%, 12.7% y 14.39%, respectivamente. La muestra estándar y la dosificación del 8% fueron clasificadas como portantes, mientras que las dosificaciones del 12% y 16% de incorporación de CCA y CCF fueron clasificadas como no portantes. Se concluyó que las propiedades físicas del bloque de concreto no experimentaron mejoras al incorporar cenizas con porcentajes del 8%, 12% y 16 %.

Antecedentes locales:

Montesinos (2022) en Ucayali, en su tesis de titulación denominado **“Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, adicionando cenizas de semilla de aguajes y cuesco de palma de aceite, Ucayali – 2022”**, tuvo como objetivo examinar el

impacto de la incorporación de cenizas de semilla de aguaje (CSA) y cenizas del cuesco de palma de aceite (CCPA) en las propiedades del concreto con una resistencia nominal de $f'c = 210\text{kg/cm}$. Tuvo como metodología aplicada, de diseño experimental y de nivel explicativo, en el que su población fueron 259 probetas de concreto. Los resultados fueron que, a los 28 días, la resistencia a la compresión alcanzó su mejor rendimiento con la adición del 2.50%, logrando un valor de 213.48 kg/cm^2 . En cuanto a la resistencia a la tracción, el mejor resultado, con 28.25 kg/cm^2 , se obtuvo con la adición del 2.30% en el siguiente ensayo. En la prueba del módulo de ruptura, el rendimiento más destacado se logró con la adición del 3.50%, generando un valor de 59.89 kg/cm^2 . Se concluyó que la incorporación de CSA + CCPA logró mejorar de manera moderada las propiedades mecánicas del concreto.

A continuación, se describen las bases teóricas de la investigación:

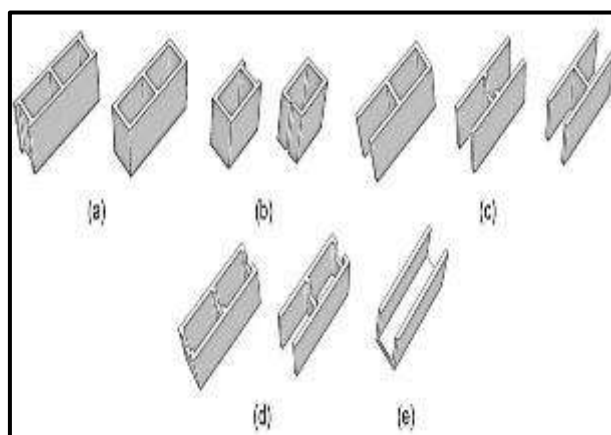
Unidad de albañilería de concreto

Según Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2020), en la norma E.070, se hizo referencia a la diversidad de materiales utilizados en la producción de ladrillos o bloques, entre los cuales se encuentran opciones como la arcilla cocida, el concreto o sílice-cal como materia prima.

Según Bayón (2022), existen una amplia variedad de formas, tamaños, materiales, acabados y texturas en las unidades de mampostería. Los tipos más comunes suelen ser rectangulares e incluyen ladrillos de arcilla, azulejos de arcilla, bloques de hormigón, bloques de hormigón aligerado, ladrillos de suelo-limo y piedras naturales.

Figura N° 01

Tipos de bloques de hormigón más comunes



Fuente: Bayón (2022).

Características

Según Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2020), en la norma E.070, el término ladrillo se refiere a una unidad cuyas dimensiones y peso son adecuados para ser manipulados con una sola mano. Estas unidades pueden tener diferentes formas, como sólidas, huecas, alveolares o tubulares, y pueden ser producidas tanto de forma artesanal como industrialmente.

Clasificación para fines estructurales

Tabla N° 01

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

Clase	Variación de dimensión			Alab eo	Resisten cia a la compresión
	Has ta 100 mm	Has ta 150 mm	Has ta 150 mm		
Ladri llo I	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
Ladri llo II	±7	±6	±8	8	6.9 (70)
Ladri llo III	±5	±4	±8	6	9.3 (95)
Ladri llo IV	±4	±3	±8	4	12.7 (130)
Ladri llo V	±3	±2	±8	2	17.6 (180)
Bloq ue P	±4	±3	±8	4	4.9 (50)
Bloq ue NP	±7	±6	±8	8	2.0 (20)

Fuente: NTP E-0.70

Ladrillo de concreto

Según Fernando et al. (2022), Los ladrillos son una opción muy popular en la construcción gracias a su resistencia, durabilidad y precio accesible. Los ladrillos de mampostería de hormigón, que utilizan cemento Portland como principal aglutinante, se fabrican en gran cantidad. En 2011, la producción mundial de cemento Portland alcanzó los 2.800 millones de toneladas métricas, y se espera que aumente a 4.800 millones de toneladas métricas en 2030. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la fabricación de cemento Portland es un proceso intensivo en energía y emite una cantidad significativa de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Clasificación del ladrillo de concreto

Tipo 24: Estos ladrillos son adecuados para ser empleados en aplicaciones como revestimiento arquitectónico y muros exteriores sin acabados adicionales, así como en lugares donde se necesita una gran resistencia a la compresión, protección contra la humedad y exposición a bajas temperaturas extremas.

Tipo 17: Estos ladrillos son apropiados para aplicaciones comunes donde se necesite una resistencia moderada a la compresión, así como protección contra el frío y la humedad.

Tipo 14: Estos ladrillos son adecuados para aplicaciones generales que necesitan una resistencia moderada a la compresión.

Tipo 10: Estos ladrillos son aptos para aplicaciones comunes que demandan una resistencia moderada a la compresión.

Clasificación del ladrillo de concreto de acuerdo a sus propiedades

Tabla N° 02

Requisitos de resistencia y absorción

Tipo	MPA	Resistencia a la compresión min.		Absorción de agua max. en %
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual	
24		24	21	8
17		17	14	10
14		14	10	12
10		10	8	12

Fuente: NTP 399.601

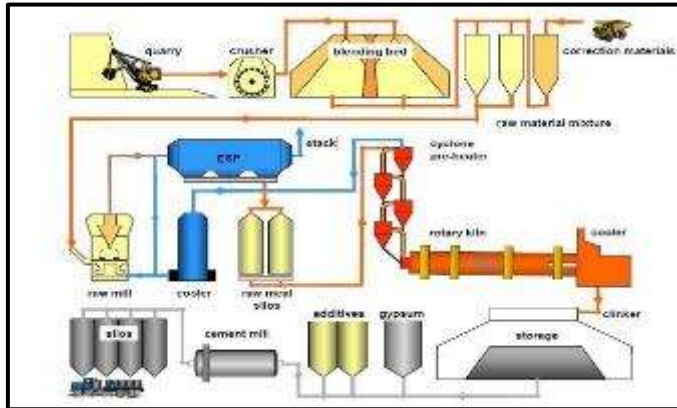
Componentes de las unidades de albañilería

Cemento

Según Lavagna y Nistico (2022), el cemento se describe como un aglutinante hidráulico compuesto por un material inorgánico finamente triturado, que, al mezclarse con agua, crea una pasta que puede fraguar y endurecerse gracias a múltiples reacciones de hidratación exotérmica. De esta manera, el cemento tiene la capacidad de unir trozos de materia sólida para formar un sólido compacto en su totalidad. Además, Tras su endurecimiento, el cemento mantiene su resistencia y estabilidad, incluso en presencia de agua. Cuando se combina con agua y agregado fino, como la arena, el cemento forma una mezcla conocida como mortero. Por otro lado, al mezclarse con agua, arena y grava, es decir, piedras pequeñas, se forma el concreto.

Figura N° 02

Representación esquemática del proceso de fabricación del cemento



Fuente: Lavagna y Nistico (2022).

Tabla N° 03

Componentes principales del Clinker

Componentes	Formula Química	Formula Bogue	Cantidad (% en peso)
Silicato tricálcico	Ca ₃ SiO ₅	C ₃ S	30-50
Silicato dicálcico	Ca ₂ SiO ₂	C ₂ S	20-45
Aluminato tricálcico	Ca ₃ Al ₂ O ₆	C ₃ A	8-12
Tetrálcico aluminoferrita	Ca ₄ Al ₂ Fe ₂ O ₁₀	C ₄ AF	6-10
Sulfato de calcio deshidratado	CaSO ₄ .2H ₂ O	-	4-8
Oxido de potasio	K ₂ O	K	<2
Oxido de sodio	Na ₂ O	N	<2

Fuente: Lavagna y Nistico, 2022.

Tabla N° 04

Composición química de Clinker

Componentes	Cantidad (% en peso)
CaO	58.0-68.0
SiO ₂	16.0-26.0
Al ₂ O ₃	4.0-8.0
Fe ₂ O ₃	2.0-5.0
MgO	1.0-4.0
SO ₃	0.1-2.5

Fuente: Lavagna y Nistico, 2022.

Puzolanas

Según Becerra & Rojas (2021), Se puede describir como un material que contiene sílice y/o alúmina y, aunque no tiene valor cementoso por sí solo, cuando se mezcla

finamente dividido con agua y hidróxido de calcio (cal) a temperatura ambiente, puede formar compuestos con propiedades similares al cemento. Es relevante destacar que la clasificación como puzolana no está determinada por el origen del material, sino por su capacidad para reaccionar con la cal y el agua.

Es importante destacar que los materiales puzolánicos poseen cantidades significativas de silicio, hierro y óxido de aluminio. Para que un material pueda ser clasificado como puzolana, la suma de estos tres óxidos, expresada como porcentaje del peso total, debe ser al menos del 70%, las puzolanas se pueden dividir en dos grupos, puzolanas naturales y puzolanas artificiales.

Tabla N° 05

Clasificación general de las puzolanas

Puzolanas Naturales	Puzolanas artificiales
Origen volcánico	Ceniza voladora
Material piroclástico	Escoria de alto horno
Piedra pómez y cenizas vítreas	Humo de sílice
Tobas zeolíticas	Residuos de materia orgánica calcinada
Origen sedimentario	Arcillas y lutitas calcinadas
Sedimentos químicos	Ceniza de fondo de la combustión del carbón
Tierra de diatomeas	Escorias de la industria siderúrgica
Sedimentos detríticos	Cenizas de residuos sólidos urbanos
Arcillas calcinadas naturalmente	Residuos de vidrio
Sinterización hidrotermal de silicio	Residuos del catalizador de craqueo fluido

Fuente: Becerra & Rojas, 2021.

Clasificación de Puzolanas

Puzolanas naturales

Según Becerra & Rojas (2021), las puzolanas naturales son aquellas que, para reaccionar con la cal, solo necesitan ser trituradas, sin requerir ningún tratamiento químico adicional. Estas puzolanas contienen pequeñas cantidades de minerales inertes, como arcillas, feldspatos alcalinos y cuarzo, así como grandes cantidades de minerales reactivos, como zeolita y vidrio volcánico. No obstante, desde el punto de vista químico, están compuestas principalmente por óxidos de aluminio y silicio.

Las puzolanas naturales se pueden clasificar en dos grandes grupos según su origen: uno volcánico y otro sedimentario. El primer grupo comprende materiales como tobas (rocas

ígneas formadas por la acumulación de ceniza volcánica), ceniza volcánica, escoria volcánica, obsidiana y piedra pómez (una roca ígnea volcánica de color gris y aspecto vítreo). Por otro lado, el segundo grupo incluye tierra de diatomeas, pedernal (una roca sedimentaria con alto contenido de sílice), sílice opalina y arcillas que han sido naturalmente calcinadas por el flujo de lava caliente.

Puzolanas naturales de origen volcánico

Según Becerra & Rojas (2021), las cenizas volcánicas y la piedra pómez son materiales resultantes de la expulsión de una mezcla de minerales y fases vítreas durante las erupciones volcánicas. Las cenizas volcánicas consisten en finos fragmentos de materiales piroclásticos, generalmente de tamaño inferior a 2 milímetros, con un alto contenido de compuestos silíceos. Por otro lado, la piedra pómez, que constituye uno de los principales depósitos piroclásticos junto a la escoria volcánica, está compuesta por un 63% a un 75% de óxido de silicio. Proviene de un magma ácido y su pH es aproximadamente de 7.5. Presenta una estructura altamente microvesicular, con una porosidad que oscila entre el 60% y el 70%. Con una densidad que varía entre 700 y 1200 kg/m³ dependiendo de su formación, en algunos casos puede incluso flotar sobre el agua. Su composición es amorfa y está mayormente constituida por cuarzo, biotita y feldespatos.

Según Becerra & Rojas (2021), la escoria volcánica es un material de origen volcánico que exhibe un bajo grado de cristalinidad y una estructura porosa, con colores que van desde el negro hasta el marrón oscuro. Se asemeja mucho a la piedra pómez, pero se forma a partir de magmas basálticos o andesíticos. En comparación con la piedra pómez, posee un contenido de sílice menor, aproximadamente del 40% al 60%, y un pH casi similar, alrededor de 7.6, así como una densidad que oscila entre 500 y 1300 kg/m³. Presenta un carácter vesicular, con pequeñas cavidades esféricas causadas por la liberación de gases durante las erupciones, y su porosidad se encuentra entre el 30% y el 60%. En algunas ocasiones, estas vesículas pueden contener minerales como zeolita, calcita y cuarzo, los cuales se forman a partir de fluidos con alto contenido de agua caliente. Al igual que la piedra pómez, la escoria volcánica contiene una fase vítrea y puede incluir fenocristales como feldespato y biotita.

Según Becerra & Rojas (2021), las tobas zeolíticas son rocas formadas por la litificación de cenizas volcánicas y piedras pómez. Estos depósitos rocosos están compuestos principalmente por arcilla, zeolita y minerales carbonatados que actúan como materiales de

relleno. La zeolita es el componente más predominante en estas rocas, resultado del proceso de zeolitización, que es la transformación de la fase vítrea en minerales pertenecientes al grupo de las zeolitas, como la clinoptilolita, la paulingita y la barrerita, entre otras. Esta transformación ocurre bajo condiciones geológicamente controladas y alcalinas. Además de la zeolita, las tobas contienen una combinación de minerales silicatos, como cuarzo, feldespato, mica, minerales arcillosos y vidrio volcánico. Entre las zeolitas silíceas más comunes se encuentran la clinoptilolita y la mordenita, mientras que las zeolitas aluminosas más extendidas son la phillipsita, la analcima y la heulandita.

Puzolanas naturales de origen sedimentario

Según Becerra & Rojas (2021), la tierra de diatomeas, también conocida como diatomita, es una roca sedimentaria compuesta por restos fosilizados de diatomeas, unas plantas unicelulares de agua dulce. Esta diatomita es un material puzolánico de naturaleza silícea y amorfa, que contiene carbonatos, minerales arcillosos, cuarzo, feldespato y vidrio volcánico. Se caracteriza por su textura fina, terrosa y de color claro, así como por su porosidad finamente distribuida, su baja densidad y su naturaleza químicamente inerte. Las principales aplicaciones de la diatomita incluyen su uso en filtros, absorbentes, rellenos y materiales aislantes. Gracias a su estructura porosa única, también se emplea en la preparación de nanocompuestos para rellenar espacios vacíos en diversos materiales. Además, la diatomita se utiliza como material puzolánico, ya sea en su forma natural o después de ser calcinada.

Según Becerra & Rojas (2021), los sedimentos de origen detrítico y mixto consisten principalmente en minerales formados como resultado del proceso de meteorización y erosión de las rocas. Un ejemplo de estos sedimentos que puede servir como puzolana es el suelo Sacrofano, de origen mixto, ubicado cerca de Viterbo, Italia. Este suelo contiene aproximadamente un 85% a un 90% de óxido de silicio en peso. En este depósito, las diatomeas, las partículas volcánicas y algunos minerales cristalinos han experimentado una alteración significativa debido a la acción de fluidos ácidos que se infiltraron desde la parte superior. Otros materiales derivados de rocas detríticas incluyen arcillas quemadas naturalmente, como la porcelanita de Trinidad y el gliezh de Asia Central. La porcelanita se forma mediante la combustión espontánea de arcillas bituminosas, mientras que el gliezh se compone de lutitas quemadas por incendios naturales de carbón subterráneo. Otra puzolana de origen detrítico es la bentonita, una arcilla absorbente compuesta principalmente por filosilicatos de aluminio, como la montmorillonita.

Puzolanas artificiales

Según Becerra & Rojas (2021), Las puzolanas artificiales son materiales que han sido fabricados o modificados a través de procesos industriales y, en muchos casos, son subproductos de actividades productivas, como las cenizas volantes generadas por la quema de carbón. Desde el punto de vista químico, estas puzolanas artificiales están compuestas principalmente por óxidos de aluminio, hierro y silicio. Para abordar de manera lógica el tema de las puzolanas artificiales, se pueden dividir en tres categorías: puzolanas artificiales obtenidas de procesos industriales, metacaolín y puzolanas derivadas de la calcinación de materia orgánica.

Puzolanas obtenidas de procesos artificiales

Según Becerra & Rojas (2021), las cenizas volantes son residuos generados por la quema de carbón pulverizado en plantas eléctricas, típicamente térmicas. Durante la combustión del carbón, que ocurre a temperaturas alrededor de los 1500 °C (2700 °F), las impurezas minerales presentes en el carbón, como arcilla, cuarzo, esquisto y feldespato, se funden y se dispersan junto con los gases de escape. A medida que este material fundido se eleva con el flujo de gas, se enfría y se solidifica en partículas esféricas. Estas partículas finas se capturan mediante precipitadores electrostáticos o filtros especiales. Las cenizas volantes varían en su composición de óxidos de silicio, aluminio, hierro y calcio, dependiendo de su tipo y calidad.

Según Becerra & Rojas (2021), las cenizas volantes se pueden clasificar en dos categorías: Clase C y Clase F. Las cenizas volantes de Clase C suelen originarse a partir de lignito o carbón subbituminoso y se distinguen por contener entre un 10% y un 15% de óxido de calcio en su composición química, lo que les otorga propiedades hidráulicas. Las fases cristalinas presentes en las cenizas de Clase C incluyen cuarzo, cal, mullita, gehlenita, anhidrita, aluminato tricálcico (C3A) y silicato dicálcico (C2S). En contraste, las cenizas volantes de Clase F contienen un menor porcentaje de óxido de calcio, lo que las convierte en materiales puzolánicos. Suelen ser producto de la combustión de carbón bituminoso o antracita y se caracterizan por tener un alto contenido de sílice amorfa, lo que determina su comportamiento puzolánico. Entre los minerales cristalinos presentes en las cenizas volantes de Clase F se encuentran el cuarzo, la mullita, la hematita y la magnetita. Gracias a su composición química y mineralógica, las cenizas volantes son ampliamente utilizadas en mezclas cementosas, el color de las cenizas volantes está determinado por su composición química y mineral. Un tono marrón oscuro se relaciona con una mayor presencia de cal,

mientras que un tono pardusco indica un contenido más elevado de hierro. Por otro lado, un color gris oscuro sugiere la presencia de cantidades significativas de carbón sin quemar.

Agregados

Según Fladvad (2019), Los materiales agregados juegan un papel esencial en la construcción de carreteras, ya que son la materia prima principal. Estos materiales se utilizan tanto de forma no aglutinada en bases granulares, sub-bases y capas de protección contra heladas, como combinados con cemento o asfalto en capas aglutinadas.

Tabla N° 06

Normas europeas de especificación de agregados

Norma	Especificaciones
EN 12620	Agregados para concreto
EN 13043	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales para carreteras, aeródromos y en zonas de tránsito
EN 13055	Áridos ligeros
EN 13139	Agregados para mortero
EN 13242	Agregados para materiales no ligados y ligados hidráulicamente
EN 13285	Mezclas sin consolidar. especificaciones
EN 13283-1	Piedra de armadura. especificación
EN 13450	Áridos para lastre ferroviario

Fuente: Fladvad, 2019.

Tipos de agregados

Agregado fino

Según Fladvad (2019), los agregados finos son aquellos con un diámetro máximo $d = 0$ y un tamaño máximo de partícula $D \leq 6,3$ mm. La expresión $d = 0$ implica que el material contiene partículas más pequeñas que 1 mm, ya que 1 mm es el tamaño mínimo especificado en el tamiz estándar utilizado para clasificar los agregados.

Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que atraviesa el filtro estándar de 9,5 mm (3/8 pulgadas) y se queda atrapada en el filtro estándar de 75 micrómetros (No.200). el agregado fino no debe tener más del 45 % que pasa en alguna malla y retenida en la siguiente malla consecutiva y su módulo de fineza no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1. El agregado fino no debe exceder el 45 % que pasa a través de una

malla y queda retenido en la siguiente malla consecutiva, y su módulo de finura debe estar dentro del rango de 2,3 a 3,1.

Tabla N° 07

Requerimientos de granulometría para agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	5 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10
75 µm (No. 200)	0 a 3,0

Fuente: NTP 400.037

Agregado grueso

Según Fladvad (2019), un árido grueso se define como un material donde el diámetro mínimo d es igual o mayor a 1 mm y el tamaño máximo de partícula D es mayor que 2 mm. Por consiguiente, un árido grueso no incluye materiales finos.

Tabla N° 08

Resistencia mecánicas de los agregados gruesos

Métodos alternativos	No mayor que
Abrasión (método los Ángeles)	50%
Valor de impacto del agregado (VIA)	30%

Fuente: NTP 400.037

Tabla N° 09

Definición de agregados por tamaño

Clasificación	d	D
Agregado fino	0	≤ 6.3 mm
Agregado grueso	≥ 1 mm	≥ 2 mm
Agregado todo incluido	0	>6.3 mm

Fuente: Fladvad, 2019.

Tabla N° 10

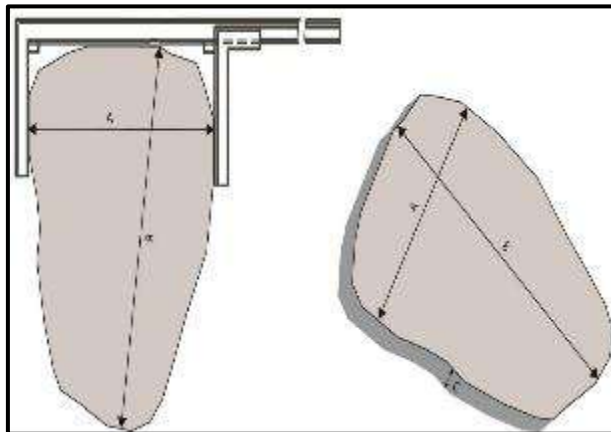
Método de prueba para agregados

Norma	Pruebas
EN 932	Ensayo de propiedades generales de áridos
EN 933	Ensayo de propiedades geométricas de áridos
EN 1097	Ensayo de propiedades mecánicas y físicas de áridos
EN 1367	Ensayo de propiedades térmicas y de intemperie de áridos
EN 1744	Ensayo de propiedades químicas de los áridos
EN 13179	Ensayo para áridos de relleno utilizados en mezclas bituminosas
EN 13286	Mezclas no ligadas y ligadas hidráulicamente
EN 13383-2	Piedra de armadura

Fuente: Fladvad, 2019.

Figura N° 03

Proporciones de una partícula de agregado: ancho A, largo B y espesor C



Fuente: Fladvad, 2019.

Agua

Según Cutipa (2021), el agua utilizada en la mezcla de concreto debe ser limpia y sin impurezas como materia orgánica, sales, aceites, azúcares, cítricos, ácidos o cualquier otra sustancia que pueda dañar el concreto, Para determinar el contenido total de sales u otras sustancias nocivas, se deben tener en cuenta las que están presentes en los agregados y aditivos y luego sumarlas a las encontradas en el agua de mezclado, se recomienda el uso de

agua potable. La cantidad total de cloruros presentes en el agua y otros materiales de la mezcla no debe exceder los límites establecidos por la norma técnica peruana.

Tabla N° 11

Límites permisibles para el agua de mezcla y curado

Descripción		Límites Permisibles	
Sólidos en suspensión	5,000	ppm	Máximo
Materia orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1,000	ppm	Máximo
Sulfatos (Ion SO ₄)	600	ppm	Máximo
Cloruro (Ion Cl)	1,000	ppm	Máximo
PH	5.5 a 8		Máximo

Fuente: NTP 339.088

Pruebas y ensayos a la unidad de albañilería

Según Bayón (2022), las unidades de construcción se presentan en una amplia variedad de formas, tamaños, materiales, acabados y texturas. Es crucial realizar una preparación y ejecución adecuadas de los ensayos experimentales para asegurar resultados representativos de las muestras analizadas, proporcionando indicadores precisos de sus propiedades físicas y mecánicas.

Propiedades físicos y mecánicos

Ensayo de resistencia a compresión

Según Bayón (2022), la prueba de compresión se realiza utilizando una máquina universal de compresión, aplicando una carga controlada hasta que el espécimen no pueda soportar más carga. El resultado se calcula dividiendo la carga aplicada por el área del espécimen. En el caso de prismas de unidades sólidas, se utiliza el área total, mientras que, para unidades huecas, se utiliza el área neta. para evaluar la principal propiedad de la mampostería, la resistencia a la compresión. Los resultados de estas pruebas generalmente se utilizan para estimar la resistencia del muro de mampostería real, a partir del tipo de bloque y mortero.

Figura N° 04

Muestra ensayo a compresión



Fuente: Bayón (2022).

Ensayo de Absorción

Se refiere a la habilidad de la unidad de albañilería para retener agua después de haber sido sumergida durante 24 horas. Se realizan pruebas con tres unidades completas del mismo lote, las cuales son pesadas, registradas y marcadas para su posterior identificación.

Figura N° 05

Muestra ensayo a absorcion



Fuente: Ruiz (2019).

Ensayo de variación dimensional

Según Cutipa (2021), las medidas (ancho, alto y largo) no deben variar más de ± 3.2 mm ($\pm 1/8$ pulgada). Ninguna parte de algún agujero debe estar a una distancia menor de 19.1 mm ($3/4$ pulgada) de algún borde del ladrillo.

Procedimientos

Según Cutipa (2021), las unidades de albañilería deben ser limpiadas del polvo con una brocha. Las mediciones del ancho, alto y largo se realizan utilizando una regla metálica precisa de 1 mm de graduación. Para medir los tabiques y el espesor de las paredes laterales, se emplea un calibrador vernier graduado en divisiones de 0.4 mm. Se toman cuatro medidas para cada dimensión y luego se calcula el promedio de dichas medidas.

El aguaje

Según Revilla (2021), El aguaje, también conocido como *Mauritia Flexuosa*, es una palmera dioica perteneciente a la familia *Arecaceae*. Las palmeras pueden llegar a una altura total de hasta 35 metros, con una altura promedio de los estípites de 22 metros y un diámetro de 60 centímetros. El área basal oscila entre 12 y 14 metros cuadrados por hectárea. Se encuentra en regiones bajas y mal drenadas. Suele crecer de forma natural en áreas inundables llamadas aguajales. Los frutos del aguaje contienen bioactivos y antioxidantes, entre los que destacan los polifenoles y los carotenoides como los componentes más importantes que le confieren su capacidad antioxidante.

Figura N° 06

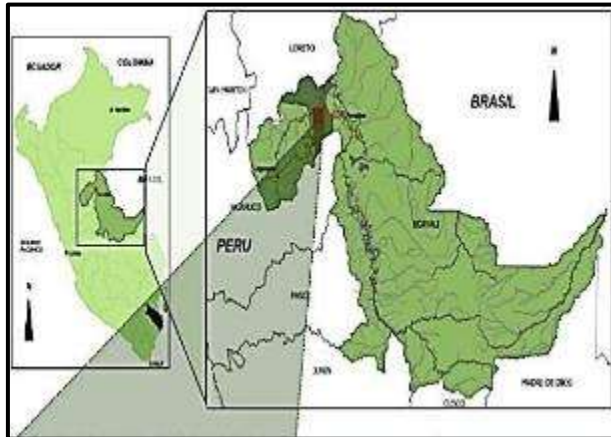
Fruto Mauritia Flexuosa “aguaje”



Fuente: Centro de conservación, Investigación y Manejo de áreas naturales, 2008.

Figura N° 07

Área de influencia del estudio de diversidad de aguaje



Fuente: Revilla, (2021)

Figura N° 08

Zonas de crecimiento del Aguaje



Fuente: Centro de conservación, Investigación y Manejo de áreas naturales, 2008.

Contenido del aguaje

Según Freitas et al. (2023), indica que los frutos poseen un valor nutracéutico significativo, ya que la pulpa presenta niveles elevados de β -caroteno, α -tocoferol, ácido oleico, y vitaminas A, C y E. Además, contienen importantes variedades de aceite.

Tabla N° 12

Contenido nutracéutico de la semilla por tipo de aguaje

Tipos de análisis	Amarillo	Tipos de aguaje Shambo	Color
Zinc (mg/100g)	128	1.25	0.73
Calcio (mg/100g)	44.30	34.81	27.19
Magnesio (mg/100g)	60.53	67.65	52.37

Potasio (mg/100g)	910.95	1042.92	809.88
Contenido de aceite (%)	7.37	9.20	7.01
Proteínas (%)	12.37	9.90	8.56
Ácido palmítico (%)	18.07	24.28	24.22
Ácido oleico w9 (%)	27.59	31.52	52.96
Ácido esteárico (%)	5.50	5.41	3.83
Ácido linoleico w6 (%)	34.58	36.04	16.24
Ácido linoleico w3 (%)	13.33	2.58	1.74

Fuente: Freitas et al., 2023.

Según Freitas et al. (2023), Los frutos se aprovechan de manera natural y se venden en diversas presentaciones, ya sea como frutos verdes o maduros, en forma de pulpa procesada, en la elaboración de aguajina (una bebida), helados, chupetes, curichis, mermeladas y yogur. Por otro lado, la raíz se emplea en el tratamiento de la hepatitis, mientras que cataplasmas elaboradas con las raíces se aplican en el pecho de las mujeres para estimular la producción de leche. Además, los pecíolos pueden ser utilizados como materia prima en la fabricación de papel y cartón. La corteza de los pecíolos se extrae en láminas delgadas y se teje para crear cielorrastos en viviendas urbanas, así como en la elaboración de esteras.

Según Freitas et al. (2023), las principales áreas de recolección de frutos de aguaje se encuentran en los ríos Marañón, Ucayali, Napo, Amazonas, Tigre y sus afluentes, así como en las cuencas de los ríos Itaya y Nanay. Iquitos es el principal centro de consumo, seguido por Pucallpa, Tarapoto y Yurimaguas. Para abastecer a estos centros, los frutos de aguaje se transportan en embarcaciones fluviales a través de motonaves que ofrecen servicios comerciales de carga y transporte de pasajeros. Aunque la cantidad de frutos introducidos en el mercado nacional es limitada, los productos más populares incluyen chupetes, mermeladas y yogures, especialmente dirigidos a la comunidad amazónica.

Características del aguaje

Según Pereira et al. (2016), el fruto tiene una forma alargada y globular, con dimensiones que oscilan entre 4 y 7 cm de longitud y 3 a 5 cm de diámetro, con un peso que va de 25 a 40 g. Está compuesto por un epicarpio que presenta escamas romboidales de color marrón rojizo, y un mesocarpio o pulpa de color naranja, con una textura carnosa y aceitosa.

El endocarpio, que rodea la semilla, es esponjoso y delgado, con tonalidades que varían entre blanco y amarillo, y contiene niveles elevados de celulosa. Estas características físicas y morfológicas pueden presentar variaciones debido a factores tanto externos como internos.

Según Freitas et al. (2023), Una palmera de aguaje puede generar en el bosque un promedio de 4 racimos, con un máximo de 10 racimos por árbol. Cada racimo produce alrededor de 800 frutos, lo que resulta en una producción estimada media de aproximadamente 150 kilogramos por palmera. Sin embargo, los individuos plantados pueden llegar a producir hasta 2000 frutos. La parte comestible de la fruta, la pulpa, puede representar hasta el 27% del peso total del fruto. Otros componentes, como la cáscara, en promedio, constituyen el 19.8% del peso total, mientras que la semilla representa el 52.7%.

Figura N° 09

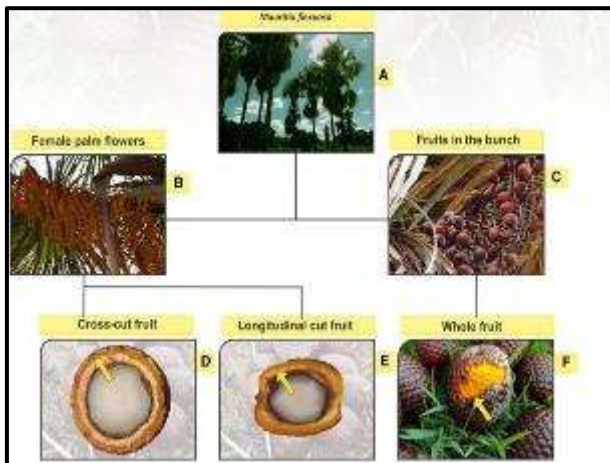
Semilla de aguaje



Fuente: Centro de conservación, Investigación y Manejo de áreas naturales, 2008.

Figura N° 10

Etapas del fruto de aguaje



Fuente: Pereira et al. 2016.

Tabla N° 13

Proporción de ácidos grasos en frutos de Maurtia flexuosa y otros aceites

Graso	Ácido	Mauriti	Aceitun	Canol	Man
		a flexuosa	a	a	í
	Palmítico	19.2 ±	16.5	4.5	7.5
		0.03			
	Esteárico	1.3 ±	2.3	1.6	2.1
		0.00			
	Palmitoleico	—	1.8	—	0.07
	Oleico	65.6 ±	66.4	64.0	71.1
		0.00			
	Linoleico	4.9 ±	16.4	20.0	18.2
		0.05			
	Linolénico	8.2 ±	1.6	6.9	—
		0.01			
	araquidónico	—	—	0.6	—

o

Fuente: Pereira et al, 2016.

Tabla N° 14

Composición química de la ceniza de semilla de aguaje

Composición	Unidad	cantidad
Cenizas	%	94.05
Fosforo	%	0.94
Potasio	%	7.47
Calcio	%	1.60
Magnesio	%	0.05
Fierro	Mg/kg	750.00
Cobre	Mg/kg	15.50
Zinc	Mg/kg	300.00
Manganeso	Mg/kg	19000.00

Fuente: Montesinos (2022)

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque, tipo

Esta investigación utilizó el método científico, con un enfoque cuantitativo, de nivel correlacional, ya que se emplearon cálculos matemáticos y fórmulas para analizar las probetas y determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto. Fue de tipo aplicada, según su finalidad de ofrecer soluciones prácticas a problemas concretos.

2.2. Diseño de investigación

La presente investigación tuvo como diseño de investigación experimental.

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

La presente investigación estuvo compuesta por 60 ladrillos de concreto como población.

Muestra

En esta investigación, se seleccionó una muestra representativa de la población, a partir de la cual se establecieron cuatro diferentes grupos de diseño de mezcla para realizar ensayos físicos y mecánicos en ladrillos de concreto, añadiendo ceniza de semilla de aguaje en proporciones del 3%, 5% y 7%.

Tabla N° 15

Detalle de muestra

Ensayos	Resistencia		absorción	Variación dimensional
	a la compresión			
% CSA	7 d.	14d.		
	28d.			
0%	3	3	3	3
3%	3	3	3	3
5%	3	3	3	3
7%	3	3	3	3
Sub total	12	12	12	12
TOTAL			60	

Fuente: Elaboración propia (2024)

Muestreo

El muestreo de esta investigación es no probabilístico.

2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos / equipos de laboratorio / informe de laboratorio especializado, de ser utilizados.

Para esta investigación se empleó la técnica de observación directa, ya que el investigador recopiló información de manera más espontánea sobre el comportamiento tal y como se presenta. En esta investigación se utilizó como instrumentos las fichas técnicas y formatos de registro de datos suministrados por el responsable del laboratorio. Los instrumentos de recolección de datos se adaptaron de las normas NTP 399.601 / 399.604:2015.

Equipos de laboratorio:

- Maquina universal de ensayo a compresión
- Balanza de peso.
- Regla metálica graduado a 1 mm
- Horno de secado

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Para llevar a cabo las técnicas de procesamiento de la presente investigación se realizaron las siguientes etapas:

Primer lugar, se procedió a adquirir los materiales convencionales necesarios para la fabricación del ladrillo de concreto, así como también las semillas de aguaje. Estas últimas fueron sometidas a un proceso de lavado, secado y calcinación hasta obtener la ceniza. Para el secado, se dejaron las semillas al aire libre durante una semana a una temperatura promedio de 30°. En cuanto a la calcinación, se colocaron en un horno artesanal durante dos días hasta alcanzar la calcinación completa.

Segundo lugar, se llevó a cabo la preparación de la mezcla de concreto, de la cual se obtuvo la muestra patrón sin inclusiones, destinada a las pruebas físicas y mecánicas del ladrillo de concreto.

Figura N° 11

Clasificación de tamiz para determinación de granulometría de agregado grueso y fino.



Fuente: fotografía propia (2024)

Figura N° 12

Determinación de agregados grueso



Fuente: fotografía propia (2024)

Figura N° 13

Relleno del molde con la mezcla diseñada



Fuente: fotografía propia (2024)

Tercer lugar, se procedió con la preparación de la mezcla de concreto, incorporando ceniza de semilla de aguaje en proporciones del 3%, 5% y 7%, en sustitución del cemento. De esta mezcla se obtuvieron las muestras destinadas a las pruebas físicas y mecánicas del ladrillo.

Figura N° 14

Determinación con el tamiz de la ceniza de semilla de aguaje



Fuente: fotografía propia (2024)

Figura N° 15

Relleno del molde con la mezcla diseñado con adición de ceniza de aguaje



Fuente: fotografía propia (2024)

Cuarto lugar, los ladrillos de concretos curados fueron sometidos a pruebas de laboratorio después de transcurrir los distintos periodos de 7, 14 y 28 días, con el fin de evaluar y diagnosticar sus propiedades físicas y mecánicas.

Figura N° 16

Relleno del molde con la mezcla diseñado



Fuente: fotografía propia (2024)

Figura N° 17

Acabado de relleno para espera de los periodos de 7, 14 y 28 días



Fuente: fotografía propia (2024)

Quinto lugar, se llevó a cabo el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio como parte de los trabajos de gabinete, con el objetivo de llegar a conclusiones de lo propuesto en esta investigación.

Para llevar a cabo el análisis de la información de la presente investigación se organizó en una hoja de cálculo, como Excel, para su posterior procesamiento de acuerdo con los objetivos establecidos en el estudio. Se empleó estadística descriptiva para crear tablas y gráficos que permitieran una mejor representación de los resultados, así como para calcular los promedios y las variabilidades de los datos obtenidos.

2.6. Aspectos éticos

La ética de la investigación exige la beneficencia y no maleficencia, lo cual implica la observación rigurosa de los principios, normativas y reglamentos establecidos, para prevenir la manipulación de la información. Por lo tanto, en la realización de este estudio, se garantizó el respeto a los valores de honestidad, sinceridad, respeto, honor, dignidad e integridad de todas las personas participantes.

III. RESULTADOS

Ubicación geográfica de la zona de estudio

El departamento de Ucayali se encuentra en la región centro-oriental de Perú, con una extensión de 102,410.55 km², lo que representa el 7.97% del territorio nacional. Fue establecido en 1980 mediante el Decreto Legislativo N.º 23099. El departamento está compuesto por cuatro provincias: Coronel Portillo, Atalaya, Purús y Padre Abad, y abarca un total de 15 distritos. Su capital es la ciudad de Pucallpa, ubicada en el distrito de Callería, dentro de la provincia de Coronel Portillo.

Figura N° 18

Ubicación y localización geográfica del distrito de Callería



Fuente: Montesinos (2022).

Siguiendo lo planificado para el objetivo del informe de investigación, se llevó a cabo varios ensayos secuenciales. En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos, donde se realizaron pruebas de calidad de agregados, ensayos de variación dimensional, absorción, y ensayos de compresión en 7, 14 y 28 días correspondiente.

Ensayo de granulometría de Agregado grueso

Tabla N° 16

Análisis granulométrico del agregado grueso

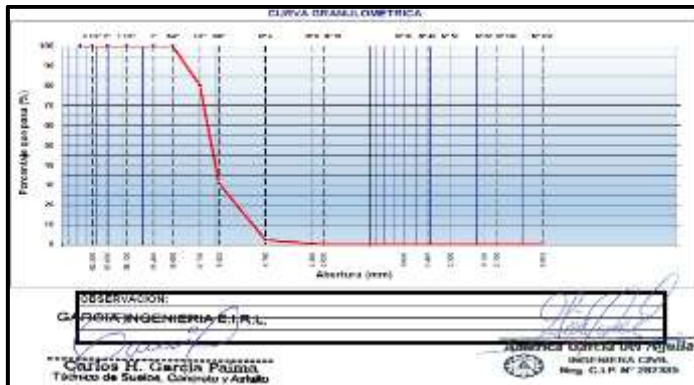
Tamiz	Abert.mm	Peso Ret.	%Ret Parc.	%Ret. Acum.	% Q Pasa
1"	25.400	-	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	100.0	-
1/2"	12.700	1,054.0	19.7	80.3	
3/8"	9.525	2,648.0	49.5	30.8	
1/4"	6.350	-	-	-	-
#4	4.760	1,516.0	28.4	2.4	
#8	2.360	48.0	0.9	1.5	
#10	2.000	80.2	1.5	0.0	
#30	0.600	-	-	-	-
Total		5,346.0			

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la tabla 16, mediante el análisis granulométrico del agregado grueso, se pueden apreciar los porcentajes de material que pasa y los que quedan retenidos en las mallas utilizadas. Además, se evidencia que el tamaño máximo es de 3/8" y el tamaño mínimo es de 3/4". El ensayo se llevó a cabo siguiendo las normativas ASTM C-136 y NTP 400.012.

Figura N° 19

Curva granulometrica de agregado grueso



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la figura 19, a través de la curva granulométrica, se puede observar que los valores se encuentran dentro de los rangos y parámetros establecidos por las normas NTP 400.012 y ASTM C136, lo que permite clasificarlo como agregado grueso, Además, se concluye que el árido cumple con los requisitos necesarios para el diseño de mezcla.

Ensayo de granulometría de Agregado grueso

Tabla N° 17

Análisis de granulometría del agregado fino

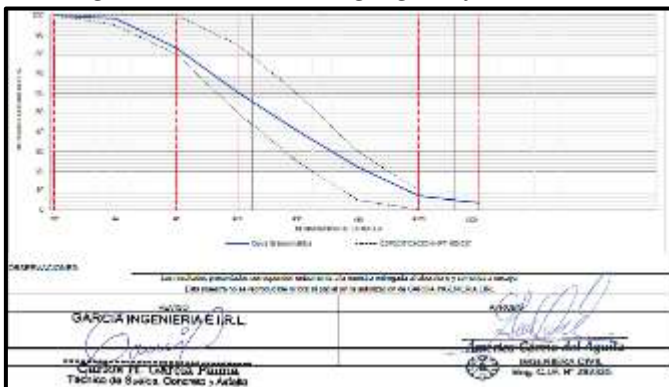
Tamiz	Abert.mm	Ret. Masa	%Retenido	%Ret.Acum.	% Pasa
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0
#4	4.74	125.0	1.5	1.5	98.5
#8	2.36	1263.0	15.3	16.9	83.1
#16	1.18	1854.0	22.5	39.4	60.6
#30	0.60	1631.0	19.8	59.2	40.8
#50	0.30	1547.0	18.8	78.0	22.0
#100	0.15	1215.6	14.8	92.7	7.3
#200	0.08	314.0	3.8	96.6	3.4
Pasa #16		283.2	3.4		Cumple especificacion
Total tamizado		7949.8		Modulo de finura	2.88

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la tabla 17, mediante el análisis granulométrico del agregado fino, se pueden apreciar los porcentajes de material que pasa y los que quedan retenidos en las mallas utilizadas. Además, se evidencia el valor del modulo de fineza 2.88. cumpliendo con la especificacion de las normas ASTM C-136 y NTP 400.012.

Figura N° 20

Curva granulométrica de agregado fino



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la figura 20, a través de la curva granulométrica, se puede observar que los valores se encuentran dentro de los rangos y parámetros establecidos por las normas NTP 400.012

y ASTM C136, lo que permite clasificarlo como agregado fino, Además, se concluye que el árido cumple con los requisitos necesarios para el diseño de mezcla.

Figura N° 21

Clasificación de agregados grueso y finos



Fuente: fotografía propia (2024)

La figura 21 presenta la clasificación de los agregados gruesos utilizados en el diseño de la mezcla para la fabricación de ladrillos de concreto patrón y aquellos en los que se añadirá ceniza de semilla de aguaje.

Peso unitario suelto y peso unitario compacta de los agregados

Tabla N° 18

Peso unitario suelto de agregado fino

Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa del recipiente + material	Kg	9.75	9.95
Masa neta del material	Kg	4.65	4.85
Masa unitaria suelta del agregado	Kg/m ³	1253.1	1307.0
Promedio masa unitaria suelta	Kg/m ³		1280.1
Masa unitaria en condición SSS	Kg/m ³		1303.1
Vacíos	Kg/m ³		52.1

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la tabla 18, se muestra el peso unitario suelto con un valor promedio de 1280.1 Kg/m³, cumpliendo con las especificaciones de las normas ASTM C-29 y NTP 400.017.

Tabla N° 19*Peso unitario compacto de agregado fino*

Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa del recipiente + material	Kg	9.74	9.41
Masa neta del material	Kg	5.49	5.16
Masa unitaria compacta del agregado	Kg/m ³	1479.5	1390.6
Promedio masa unitaria compacta	Kg/m ³		1435.0
Masa unitaria en condición SSS	Kg/m ³		1460.9
Vacíos	Kg/m ³		46.3

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la tabla 19, se muestra el peso unitario compacta con un valor promedio de 1435.0 Kg/m³, cumpliendo con las especificaciones de las normas ASTM C-29 y NTP 400.017.

Tabla N° 20*Peso unitario compacto de agregado grueso*

Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa del recipiente + material	Kg	10.02	10.10
Masa neta del material	Kg	5.77	5.85
Masa unitaria compacta del agregado	Kg/m ³	1554.9	1576.5
Promedio masa unitaria compacta	Kg/m ³		1565.7
Masa unitaria en condición SSS	Kg/m ³		1593.9
Vacíos	Kg/m ³		41.5

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la tabla 20, se muestra el peso unitario compacta con un valor promedio de 1565.7 Kg/m³, cumpliendo con las especificaciones de las normas ASTM C-29 y NTP 400.017.

Tabla N° 21*Peso unitario suelto de agregado grueso*

Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa del recipiente + material	Kg	10.22	10.09
Masa neta del material	Kg	5.12	4.99
Masa unitaria suelta del agregado	Kg/m ³	1379.8	1344.7
Promedio masa unitaria suelta	Kg/m ³		1362.3
Masa unitaria en condición SSS	Kg/m ³		1386.8
Vacíos	Kg/m ³		49.1

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la tabla 21, se muestra el peso unitario suelto con un valor promedio de 1362.3 Kg/m³, cumpliendo con las especificaciones de las normas ASTM C-29 y NTP 400.017.

Densidad relativa y absorción de áridos grueso y fino

Tabla N° 22

Densidad y absorción de árido grueso

Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio
Temperatura del agua	°C	25	25	
Masa al aire de la muestra seca al horno	g	3519.1	3923.60	
Masa al aire de la muestra saturada y superficialmente seca	g	3579.1	4001.40	
Masa aparente de la muestra saturada en agua	g	2289.6	2603.20	
Densidad relativa seca al horno	Kg/m3	2.73	2.81	2.77
Densidad relativa en condición saturada y superficialmente seca	Kg/m3	2.78	2.86	2.82
Densidad relativa aparente	Kg/m3	2.86	2.97	2.92
Densidad en condición seca al horno	Kg/m3	2722	2799	2761
Densidad en condición saturada y superficialmente seca	Kg/m3	2769	2855	2812
Densidad aparente	Kg/m3	2855	2964	2910
Absorción	%	1.7	2.0	1.84

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la tabla 22, se presenta la densidad específica del árido grueso con un valor promedio de 2.77 Kg/m³ y una absorción de 1.84%, cumpliendo con las especificaciones de las normas ASTM C-128 y NTP 400.022/400.021.

Tabla N° 23

Densidad y absorción de árido fino

Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio
Temperatura del agua	°C	25	25	
Masa al aire de la muestra al horno	g	493.6	493.6	
Masa del picnómetro aforado lleno de agua	g	672.0	672.0	
Masa total de picnómetro con muestra y lleno de agua	g	987.2	987.2	
Masa de la muestra saturada y superficialmente	G	500.0	500.0	
Densidad relativa seca al horno	Kg/m3	2.67	2.67	2.67
Densidad relativa en condición saturada y superficialmente seca	Kg/m3	2.71	2.71	2.71
Densidad relativa aparente	Kg/m3	2.77	2.77	2.77
Densidad en condición seca al horno	Kg/m3	2611	2611	2611
Densidad en condición saturada y superficialmente seca	Kg/m3	2645	2645	2645
Densidad aparente	Kg/m3	2705	2705	2705
Absorción	%	1.3	1.3	1.3

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la tabla 23, se presenta la densidad específica del árido fino con un valor promedio de 2.67 Kg/m³ y una absorción de 1.30%, cumpliendo con las especificaciones de las normas ASTM C-128 y NTP 400.022/400.021.

Dosificación de la mezcla del concreto

De acuerdo con el propósito de esta investigación se realizó el diseño de concreto conforme al procedimiento establecido en el método ACI-211.1, destinado a la fabricación de ladrillos de concreto con una clasificación de tipo 10. Según la NTP 399.601-2016 Unidades de Albañilería - Ladrillo de concreto, esta clasificación es adecuada para uso general, requiriendo una resistencia moderada a la compresión, con un mínimo de 8 MPa (equivalente a 80 kg/cm²). A continuación, se presenta el resumen consolidado de las propiedades físicas de los agregados utilizados en el diseño del concreto.

Tabla N° 24

Propiedades físicas de áridos

Descripción	Unidad	Áridos	
		Fino	Grueso
Peso específico seco	Kg/m ³	2.67	2.77
Peso unitario compactado seco	Kg/m ³	1435	1565
Porcentaje de absorción	%	1.3	1.84
Contenido de humedad	%	2.9	2.1
Módulo de finura	-	2.88	-
Tamaño máximo	Pulg	-	3/8

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

En la tabla 24 se señala que los agregados cumplen con las propiedades establecidas para el procedimiento según el método ACI-211.1 y que también se ajustan a los requisitos necesarios para la fabricación de ladrillos de concreto.

Tabla N° 25

Elementos de dosificación para el diseño de concreto patrón por m³

Elementos	Por peso	Por volumen	Proporción
Agua	115.7 kg	0.116 m ³	1.8
Cemento	189.2 kg	0.064 m ³	1.0
Agregado grueso	1274.9 kg	0.460 m ³	7.2
Agregado fino	849.9 kg	0.318 m ³	5.0
Totales	2429.7 kg	1.0 m ³	
Ceniza de semilla de aguaje	0.0 g	0.0 cm ³ /saco	0

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

De acuerdo con lo mencionado en la tabla 25, se establece que para 1 m³ de concreto se necesitan 4 bolsas de cemento y 116 litros de agua, cantidad que se ha utilizado en el diseño del concreto patrón sin adiciones.

Tabla N° 26*Elementos de dosificación para el diseño de concreto patrón por saco*

Elementos	Por peso	Por volumen	Proporción
Agua	26.0 kg	0.026 m ³	1.8
Cemento	42.5 kg	0.014 m ³	1.0
Agregado grueso	286.4 kg	0.103 m ³	7.2
Agregado fino	190.9 kg	0.072 m ³	5.0
Totales	545.8 kg	0.215 m ³	
Ceniza de semilla de aguaje	0.0 g	0.0 cm ³ /saco	0

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Tabla N° 27*Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 3% por m³*

Elementos	Por peso	Por volumen	Proporción
Agua	115.7 kg	0.116 m ³	1.8
Cemento	189.2 kg	0.064 m ³	1.0
Agregado grueso	1274.9 kg	0.460 m ³	7.2
Agregado fino	849.9 kg	0.318 m ³	5.0
Totales	2429.7 kg	1.0 m ³	
Ceniza de semilla de aguaje	1.28 kg	1.50 l/saco	3

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

De acuerdo con lo mencionado en la tabla 27, se establece que para 1 m³ de concreto se necesitan 4 bolsas de cemento y 116 litros de agua, cantidad que se ha utilizado en el diseño del concreto adicionando ceniza de semilla de aguaje con el 3%.

Tabla N° 28*Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 3% por saco*

Elementos	Por peso	Por volumen	Proporción
Agua	26.0 kg	0.026 m ³	1.8
Cemento	42.5 kg	0.014 m ³	1.0
Agregado grueso	286.4 kg	0.103 m ³	7.2
Agregado fino	190.9 kg	0.072 m ³	5.0
Totales	545.8 kg	0.215 m ³	
Ceniza de semilla de aguaje	1275.0 g	1500 cm ³ /saco	3

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Tabla N° 29*Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 5% por m³*

Elementos	Por peso	Por volumen	Proporción
Agua	115.7 kg	0.116 m ³	1.8
Cemento	189.2 kg	0.064 m ³	1.0
Agregado grueso	1274.9 kg	0.460 m ³	7.2
Agregado fino	849.9 kg	0.318 m ³	5.0
Totales	2429.7 kg	1.0 m ³	
Ceniza de semilla de aguaje	2.13 kg	2.50 l/saco	5

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

De acuerdo con lo mencionado en la tabla 29, se establece que para 1 m³ de concreto se necesitan 4 bolsas de cemento y 116 litros de agua, cantidad que se ha utilizado en el diseño del concreto adicionando ceniza de semilla de aguaje con el 5%.

Tabla N° 30*Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 5% por saco*

Elementos	Por peso	Por volumen	Proporción
Agua	26.0 kg	0.026 m ³	1.8
Cemento	42.5 kg	0.014 m ³	1.0
Agregado grueso	286.4 kg	0.103 m ³	7.2
Agregado fino	190.9 kg	0.072 m ³	5.0
Totales	545.8 kg	0.215 m ³	
Ceniza de semilla de aguaje	2125.0 g	2500 cm ³ /saco	5

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Tabla N° 31*Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 7% por m³*

Elementos	Por peso	Por volumen	Proporción
Agua	115.7 kg	0.116 m ³	1.8
Cemento	189.2 kg	0.064 m ³	1.0
Agregado grueso	1274.9 kg	0.460 m ³	7.2
Agregado fino	849.9 kg	0.318 m ³	5.0
Totales	2429.7 kg	1.0 m ³	
Ceniza de semilla de aguaje	2.98 kg	3.50 l/saco	7

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

De acuerdo con lo mencionado en la tabla 31, se establece que para 1 m³ de concreto se necesitan 4 bolsas de cemento y 116 litros de agua, cantidad que se ha utilizado en el diseño del concreto adicionando ceniza de semilla de aguaje con el 7%.

Tabla N° 32

Elementos de dosificación para el diseño de concreto con adición al 7% por saco

Elementos	Por peso	Por volumen	Proporción
Agua	26.0 kg	0.026 m ³	1.8
Cemento	42.5 kg	0.014 m ³	1.0
Agregado grueso	286.4 kg	0.103 m ³	7.2
Agregado fino	190.9 kg	0.072 m ³	5.0
Totales	545.8 kg	0.215 m ³	
Ceniza de semilla de aguaje	2975.0 g	3500 cm ³ /saco	7

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Luego de mezclar los materiales que componen el concreto, se realizaron ensayos de variación dimensional, absorción y resistencia a la compresión, utilizando porcentajes de 0, 3, 5 y 7 en distintos periodos de 7, 14 y 28 días. Los ladrillos de concreto, con dimensiones de 9x12x25 cm, fueron probados en muestras de 3 unidades.

Figura N° 22

Muestras de moldes ladrillo de concreto



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 22 se pueden ver todos los ladrillos de concreto que serán sometidos a diversos ensayos físicos y mecánicos, con proporciones de 0%, 3%, 5% y 7%, evaluados en diferentes periodos de 7, 14 y 28 días.

Ensayo de variación dimensional al ladrillo de concreto patrón

Tabla N° 33

Ensayo de variación dimensional patrón a 7 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	25.0	12.2	9.1
M-2	25.1	12.2	9.05
M-3	25.2	12.3	9.2
Promedio	25.10	12.23	9.12
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	-0.39	-1.63	-1.31

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 33, la variación dimensional fue de -0.39 mm en el largo, -1.63 mm en el ancho y -1.31 mm en la altura. Estos valores se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 23

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 23, se observa la medición de la muestra patrón después de 7 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Tabla N° 34

Ensayo de variación dimensional patrón a 14 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	25.0	12.5	9.5
M-2	25.5	12.4	9.5
M-3	25.3	12.4	9.3
Promedio	25.27	12.43	9.43
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	-0.79	-3.22	-4.55

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 34, la variación dimensional fue de -0.79 mm en el largo, -3.22 mm en el ancho y -4.55 mm en la altura. Los valores de ancho y alto no se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 24

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 24, se observa la medición de la muestra patrón después de 14 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Tabla N° 35

Ensayo de variación dimensional patrón a 28 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	24.0	12.2	9.1
M-2	23.8	12.1	9.0
M-3	24.0	12.2	9.0
Promedio	23.98	12.21	9.0
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	4.60	-1.63	0

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 35, la variación dimensional fue de 4.60 mm en el largo, -1.63 mm en el ancho y 0 mm en la altura. El valor del largo no se encuentra dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 25

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 25, se observa la medición de la muestra patrón después de 28 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Ensayo de variación dimensional al ladrillo de concreto con 3% de adición de ceniza de semilla de aguaje.

Tabla N° 36

Ensayo de variación dimensional con 3% de adición a 7 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	25.5	12.4	9.2
M-2	25.2	12.3	9.08
M-3	25.1	12.3	9.0
Promedio	25.27	12.33	9.09
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	-0.79	-2.43	-0.99

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 36, la variación dimensional fue de -0.79 mm en el largo, -2.43 mm en el ancho y -0.99 mm en la altura. Estos valores se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 26

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 26, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 3% después de 7 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Tabla N° 37

Ensayo de variación dimensional con 3% de adición a 14 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	25.0	12.5	9.5
M-2	25.1	12.4	9.5
M-3	25.1	12.4	9.3
Promedio	25.05	12.43	9.43
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	-0.4	-3.22	-4.55

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 37, la variación dimensional fue de -0.4 mm en el largo, -3.22 mm en el ancho y -4.55 mm en la altura. Los valores de ancho y alto no se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 27

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 27, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 3% después de 14 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Tabla N° 38

Ensayo de variación dimensional con 3% de adición a 28 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	25.1	12.3	9.0
M-2	25.1	12.3	9.0
M-3	25.2	12.4	9.3
Promedio	25.13	12.4	9.1
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	-0.39	-3.22	-0.11

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 38, la variación dimensional fue de -0.39 mm en el largo, -3.22 mm en el ancho y -0.11 mm en la altura. El valor del ancho no se encuentra dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 28

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 28, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 3% después de 28 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Ensayo de variación dimensional al ladrillo de concreto con 5% de adición de ceniza de semilla de aguaje.

Tabla N° 39*Ensayo de variación dimensional con 5% de adición a 7 días*

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	25.5	12.4	9.2
M-2	25.2	12.3	9.1
M-3	25.1	12.2	9.0
Promedio	25.27	12.36	9.1
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	-0.79	-2.43	-1.09

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 39, la variación dimensional fue de -0.79 mm en el largo, -2.43 mm en el ancho y -0.99 mm en la altura. Estos valores se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 29*Ensayo de variación dimensional*

Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 29, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 5% después de 7 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Tabla N° 40*Ensayo de variación dimensional con 5% de adición a 14 días*

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	24.9	12.5	9.5
M-2	25.3	12.4	9.5
M-3	25.0	12.4	9.3
Promedio	25.07	12.43	9.43
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	0	-3.22	-4.55

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 40, la variación dimensional fue de 0 mm en el largo, - 3.22 mm en el ancho y -4.55 mm en la altura. Los valores de ancho y alto no se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 30

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 30, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 5% después de 14 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Tabla N° 41

Ensayo de variación dimensional con 5% de adición a 28 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	25.1	12.4	9.2
M-2	25.0	12.5	9.3
M-3	24.9	12.5	9.1
Promedio	25.0	12.5	9.2
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	0	-4	-2.17

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 41, la variación dimensional fue de 0 mm en el largo, - 4 mm en el ancho y -2.17 mm en la altura. El valor del ancho no se encuentra dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 31

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 31, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 5% después de 28 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Ensayo de variación dimensional al ladrillo de concreto con 7% de adición de ceniza de semilla de aguaje.

Tabla N° 42

Ensayo de variación dimensional con 7% de adición a 7 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	25.2	12.1	9.1
M-2	25.3	12.0	9.3
M-3	24.9	12.2	9.2
Promedio	25.13	12.10	9.20
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	-0.39	-0.82	-2.17

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 42, la variación dimensional fue de -0.39 mm en el largo, -0.82 mm en el ancho y -2.17 mm en la altura. Estos valores se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 32

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 32, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 7% después de 7 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Tabla N° 43

Ensayo de variación dimensional con 7% de adición a 14 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	25.3	12.0	9.2
M-2	25.5	12.2	9.2
M-3	25.1	12.1	9.4
Promedio	25.30	12.11	9.29
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	-1.18	-0.82	-3.12

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 43, la variación dimensional fue de -1.18 mm en el largo, -0.82 mm en el ancho y -3.12 mm en la altura. El valor del alto no se encuentra dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 33

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 33, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 7% después de 14 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Tabla N° 44

Ensayo de variación dimensional con 7% de adición a 28 días

N.º de muestra	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
M-1	24.9	12.1	9.3
M-2	25.5	12.3	9.2
M-3	25.2	12.2	9.0
Promedio	25.20	12.22	9.17
Dimensión de diseño	25.0	12.0	9.0
Variación dimensional	-0.79	-1.63	-1.85

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

Según lo indicado en la tabla 44, la variación dimensional fue de -0.79 mm en el largo, -1.63 mm en el ancho y -1.85 mm en la altura. Estos valores se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 34

Ensayo de variación dimensional



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 34, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 7% después de 28 días de curado, representando el ensayo de variación dimensional.

Ensayo de absorción al ladrillo de concreto

Tabla N° 45

Ensayo de absorción

N.º de muestra	Peso sumergido	Peso húmedo	Peso seco	Absorción (%) Promedio	Periodo	Con o sin Adición
M-1	11.78	11.51	11.72	11.67	7 días	0%
M-2	9.85	9.70	10.50	10.02	14 días	0%
M-3	7.50	7.80	8.20	7.83	28 días	0%
M-1	13.00	15.42	13.16	13.86	7 días	3%
M-2	12.50	13.20	12.80	12.83	14 días	3%
M-3	10.20	10.90	11.00	10.70	28 días	3%
M-1	13.25	15.47	14.23	14.32	7 días	5%
M-2	11.48	12.30	11.29	11.69	14 días	5%
M-3	9.25	10.20	9.65	9.70	28 días	5%
M-1	14.87	14.90	15.26	15.01	7 días	7%
M-2	12.95	13.62	13.14	13.24	14 días	7%
M-3	10.47	11.25	10.26	10.66	28 días	7%

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

De acuerdo con la tabla 45, los resultados del ensayo de absorción de los ladrillos de concreto en el periodo de los 28 días y con diferentes porcentajes de ceniza indican que el promedio de la muestra patrón fue del 7,83 %, siendo este el valor más bajo obtenido. El valor más alto fue del 10,70 % con la adición del 3 % de ceniza de semilla de aguaje. Estos valores no se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme

a la NTP 399.601.

Figura N° 35

Ensayo de absorción



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 35, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 3% después de 28 días de curado, representando el ensayo de absorción.

Figura N° 36

Ensayo de absorción



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 36, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 5% después de 28 días de curado, representando el ensayo de absorción.

Figura N° 37

Ensayo de absorción



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 37, se observa la medición de la muestra con adición de ceniza de semilla de aguaje en proporción de 7% después de 28 días de curado, representando el ensayo de absorción.

Ensayo de resistencia a compresión

Para realizar este ensayo se emplearon muestras rectangulares de concreto de 25 cm de largo, 12 cm de ancho y 9 cm de alto. Después de 24 horas de fraguado, las muestras fueron colocadas en pozas de curado hasta su rotura, la cual se realizó a las edades de 7, 14 y 28 días, según correspondiera. Los valores obtenidos en los ensayos de rotura se analizaron comparativamente con respecto a la muestra patrón y a las muestras con adiciones de ceniza de semilla de aguaje y poder determinar si los valores encontrados se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.604.

Tabla N° 46

Ensayo de resistencia a compresión a 7 días

N.º de muestra	Lectura de prensa (KN)	Carga máxima (KGF)	Carga máxima (N)	Promedio carga máxima	Área bruta (CM2)	Resistencia a compresión (kg/cm2)
Diseño patrón	27540.1	25005.1	28693.3	27079.5	307.10	88.18
Diseño 3% CSA	20925.3	28674	32229.7	27276.3	311.62	87.53
Diseño	23580.6	26265.4	29632.5	26492.8	312.42	84.80

5% CSA

Diseño	22560.9	28508.8	31671.9	27580.5	304.11	90.69
7% CSA						

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

De acuerdo con la tabla 46, los resultados del ensayo de compresión a los 7 días indican que la resistencia a compresión más baja se obtuvo con el diseño patrón del 0%, con un valor de 88.18 kg/cm². Por otro lado, la resistencia más alta se logró con el diseño que incluye un 7% de ceniza de semilla de aguaje, alcanzando un valor de 90.69 kg/cm². Estos valores se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 38

Ensayo de resistencia a compresión



Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 38, se observa la rotura de la muestra patrón y las que son adición de ceniza de semilla de aguaje en las proporciones de 3, 5 y 7% después de 7 días de curado, representando el ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla N° 47*Ensayo de resistencia a compresión a 14 días*

N.º de muestra	Lectura de prensa (KN)	Carga máxima (KGF)	Carga máxima (N)	Promedio carga máxima	Área bruta (CM2)	Resistencia a compresión (kg/cm2)
Diseño patrón	33503.3	32685.5	35701.7	33963.5	314.15	108.11
Diseño 3% CSA	43675.8	52922.4	42750.9	46449.7	311.46	149.14
Diseño 5% CSA	40915.5	43396.4	39829.5	41380.4	311.66	132.77
Diseño 7% CSA	31738.2	30752.1	30652.2	31047.5	306.30	101.36

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

De acuerdo con la tabla 47, los resultados del ensayo de compresión a los 14 días indican que la resistencia a compresión más baja se obtuvo con el diseño que incluye un 7% de ceniza de semilla de aguaje, alcanzando un valor de 101.36 kg/cm². Por otro lado, la resistencia más alta se logró con el diseño que incluye un 3% de ceniza de semilla de aguaje, alcanzando un valor de 149.14 kg/cm². Estos valores se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 39*Ensayo de resistencia a compresión*

Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 39, se observa la rotura de la muestra patrón y las que son adición de ceniza de semilla de aguaje en las proporciones de 3, 5 y 7% después de 14 días de curado, representando el ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla N° 48*Ensayo de resistencia a compresión a 28 días*

N.º de muestra	Lectura de prensa (KN)	Carga máxima (KGF)	Carga máxima (N)	Promedio carga máxima	Área bruta (CM2)	Resistencia a compresión (kg/cm2)
Diseño patrón	53620.9	52574.7	54132.8	53442.8	292.84	182.50
Diseño 3% CSA	58585.8	61335.0	56093.7	58671.5	312.16	187.96
Diseño 5% CSA	58167.8	40874.7	48792.6	49278.4	312.75	157.56
Diseño 7% CSA	47970.8	42914.1	42674.4	44519.8	307.86	144.61

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a resultados del laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

De acuerdo con la tabla 48, los resultados del ensayo de compresión a los 14 días indican que la resistencia a compresión más baja se obtuvo con el diseño que incluye un 7% de ceniza de semilla de aguaje, alcanzando un valor de 144.61 kg/cm². Por otro lado, la resistencia más alta se logró con el diseño que incluye un 3% de ceniza de semilla de aguaje, alcanzando un valor de 187.96 kg/cm². Estos valores se encuentran dentro de los límites permitidos para un ladrillo tipo 10, conforme a la NTP 399.601.

Figura N° 40*Ensayo de resistencia a compresión*

Fuente: fotografía propia (2024)

En la figura 40, se observa la rotura de la muestra patrón y las que son adición de ceniza de semilla de aguaje en las proporciones de 3, 5 y 7% después de 14 días de curado, representando el ensayo de resistencia a la compresión.

IV. DISCUSIÓN

Después de obtener los resultados de laboratorio de los diferentes ensayos realizados en los ladrillos de concreto, se procedió a la discusión e interpretación de los mismos en relación con los antecedentes de este proyecto de investigación.

Teniendo como objetivo general determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje, 2024.

Becerra (2024) en su tesis de investigación, que se centró en la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo de concreto con adición de ceniza de cáscara de café en proporciones de 4, 6 y 8%, se realizaron ensayos para determinar si se lograba alguna mejora en el ladrillo de concreto. Se concluyó que la adición de ceniza de cáscara de café debe limitarse al 8% para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto con dimensiones de 24x13x9 cm.

En el presente proyecto de investigación que consistió en determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5 y 7%, se realizaron ensayos para determinar si se lograba alguna mejora en el ladrillo de concreto. Se concluyó que la adición de ceniza de semilla de aguaje debe limitarse al 3% para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto con dimensiones de 25x12x9 cm.

Los resultados obtenidos por Becerra (2024) y los de este proyecto de investigación son similares en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto. Ambas investigaciones coincidieron en que la mejora en estas propiedades se logra al limitar la adición a ciertas proporciones, como el 3% y el 8%.

OE1: Determinar la influencia en la resistencia a compresión del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5, y 7%

Becerra (2024) en su tesis de investigación señaló que la adición de ceniza de cáscara de café en una proporción del 4% alcanzó una resistencia de 86.80 kg/cm²; al aumentar la proporción al 6%, la resistencia fue de 94.39 kg/cm²; y con una proporción del 8%, la resistencia llegó a 107.29 kg/cm². De estos resultados, se concluyó que la adición del 8% fue la que proporcionó mejores resultados en comparación con el ladrillo patrón, que presentaba una resistencia de 104.20 kg/cm². Todos los valores se obtuvieron tras 28 días de curado.

Por otro lado, Carhuallanqui (2022) señaló que la adición de ceniza de estiércol de ganado vacuno en una proporción del 5% alcanzó una resistencia de 150 kg/cm²; al aumentar la proporción al 10%, la resistencia fue de 156 kg/cm²; y con una proporción del 15%, la resistencia llegó a 158 kg/cm². De estos resultados, se concluyó que la adición del 15% fue la que proporcionó mejores resultados en comparación con el ladrillo patrón, que presentaba una resistencia de 149 kg/cm². Todos los valores se obtuvieron tras 28 días de curado.

En el presente proyecto de investigación se adicionó ceniza de semilla de aguaje en proporción del 3% alcanzó una resistencia de 187.96 kg/cm²; al aumentar la proporción al 5%, la resistencia fue de 157.56 kg/cm²; y con una proporción del 7%, la resistencia llegó a 144.61 kg/cm². De estos resultados, se concluyó que la adición del 3% fue la que proporcionó mejores resultados en comparación con el ladrillo patrón, que presentaba una resistencia de 182.50 kg/cm². Todos los valores se obtuvieron tras 28 días de curado.

En comparación con las investigaciones de Becerra (2024) y Carhuallanqui (2022), los resultados obtenidos en este proyecto difieren, ya que ellos observaron un ligero aumento en la resistencia a los 28 días al añadir una mayor proporción de ceniza en comparación con el ladrillo patrón. Sin embargo, en esta investigación, se observó una disminución en la resistencia al incrementar la proporción de ceniza en relación con el ladrillo patrón.

OE2: Determinar la influencia en la absorción del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5, y 7%

Cutipa (2021) en su tesis de investigación, mencionó que la incorporación de ceniza de hoja de olivo en una proporción del 1.5% resultó en una absorción de 2.48%; al aumentar la proporción al 2.5%, la absorción incrementó a 3.09%; y con una proporción del 3.5%, alcanzó 3.63%. De estos resultados se concluyó que, aunque todas las proporciones cumplen con los requisitos establecidos, no ofrecen mejores resultados en comparación con el ladrillo patrón, que mostró una absorción de 1.92%. Por otro lado, Sandoval (2021) indicó que la adición de ceniza de cáscara de café en una proporción del 5% resultó en una absorción de 0.14%; al incrementar la proporción al 10%, la absorción disminuyó a 0.04%; y con una proporción del 15%, la absorción se mantuvo igual que con la proporción del 10%, en 0.04%. De estos resultados se concluyó que, aunque todas las proporciones cumplen con los requisitos establecidos, la proporción del 10% y 15% ofrece un leve mejor resultado en

comparación con el ladrillo patrón, que presentó una absorción de 0.20%. Todos los valores se obtuvieron tras 28 días de curado.

En el presente proyecto de investigación se adicionó ceniza de semilla de aguaje en proporción del 3%, alcanzó una absorción de 10.70%; al aumentar la proporción al 5%, la absorción fue de 9.70% y con una proporción del 7%, la absorción llegó a 10.66%. De estos resultados, se concluyó que, aunque todas las proporciones cumplen con los requisitos establecido, no ofrecen mejores resultados en comparación con el ladrillo patrón, que presentaba una absorción de 7.83%. Todos los valores se obtuvieron tras 28 días de curado.

En comparación con la investigación de Cutipa (2021), los resultados coinciden con los de esta investigación, ya que él observó un ligero aumento en la absorción a los 28 días al añadir una mayor proporción de ceniza en comparación con el ladrillo patrón. En contraste, los resultados de Sandoval (2021) se difieren, ya que él observó una disminución de la absorción al añadir una mayor proporción de ceniza, respecto al ladrillo patrón. Sin embargo, se está de acuerdo con ambos autores en que las proporciones de ceniza utilizadas cumplen con los requisitos establecidos según la NTP 399.601.

OE3: Determinar la influencia en variación dimensional del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5, y 7%

Becerra (2024) en su tesis de investigación indicó que la adición de ceniza de cáscara de café en una proporción del 4% resultó en una variación dimensional de 0.49% en la altura, 0.51% en el largo y 0.34% en el ancho. Al aumentar la proporción al 6%, la variación dimensional fue de 0.25% en la altura, 0.56% en el largo y 0.26% en el ancho. Con una proporción del 8%, la variación dimensional alcanzó 0.37% en la altura, 0.60% en el largo y 0.68% en el ancho. A partir de estos resultados, se concluyó que la adición del 8% es la que muestra, en promedio, una mayor variación dimensional en comparación con el ladrillo patrón, que presentaba una variación dimensional de 0% en la altura, 0.60% en el largo y 0.51% en el ancho. Sin embargo, esta variación aún cumplió con los requisitos establecidos en la NTP 399.601. Todos los valores se obtuvieron después de 28 días de curado. Por otro lado, Cutipa (2021) indicó que la incorporación de ceniza de hoja de olivo en una proporción del 1.5% resultó en una variación dimensional de -4% en la altura, -1% en el largo y -2% en el ancho. Al aumentar la proporción al 2.5%, la variación dimensional fue de -4% en la altura, -2% en el largo y -3% en el ancho. Con una proporción del 3.5%, la variación

dimensional alcanzó -5% en la altura, -2% en el largo y -3% en el ancho. A partir de estos resultados, se concluyó que la adición del 3.5% es la que muestra, en promedio, una mayor variación dimensional en comparación con el ladrillo patrón, que presentaba una variación dimensional de -4% en la altura, -1% en el largo y -3% en el ancho. Sin embargo, esta variación aún cumple con los requisitos establecidos en la NTP 399.601.

En el presente proyecto de investigación se adicionó ceniza de semilla de aguaje en proporción del 3%, resultó en una variación dimensional de 0.11% en la altura, 0.39% en el largo y -3.22% en el ancho. Al aumentar la proporción al 5%, la variación dimensional fue de -2.17% en la altura, 0% en el largo y -4% en el ancho. Con una proporción del 7%, la variación dimensional alcanzó -1.85% en la altura, -0.79% en el largo y -1.63% en el ancho. A partir de estos resultados, se concluye que la adición del 7% es la que muestra, en promedio, una ligera mejora en la variación dimensional en comparación con el ladrillo patrón, que presentaba una variación dimensional de 0% en la altura, 4.60% en el largo y -1.63% en el ancho. Sin embargo, esta variación aún cumplió con los requisitos establecidos en la NTP 399.601.

En comparación con las investigaciones de Becerra (2024) y Cutipa (2021), los resultados obtenidos en este proyecto difieren, ya que ellos observaron un ligero aumento en la variación dimensional a los 28 días al añadir una mayor proporción de ceniza en comparación con el ladrillo patrón. Sin embargo, en esta investigación, se observó una disminución en la variación dimensional al incrementar la proporción de ceniza en relación con el ladrillo patrón. Sin embargo, se está de acuerdo con ambos autores en que las proporciones de ceniza utilizadas cumplen con los requisitos establecidos según la NTP 399.601.

V. CONCLUSIONES

- En relación con el objetivo general de esta investigación, se concluye que la adición de cenizas de semilla de aguaje efectivamente mejora las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto en comparación con la muestra patrón. Sin embargo, la mejora en la propiedad mecánica se limita a una proporción del 3%, mientras que, para las propiedades físicas, la mejora se alcanza con una proporción del 7%. Estos resultados cumplen con los requisitos establecidos en la NTP 399.601 y NTP 399.604.
- En cuanto a la influencia de la adición de ceniza de semilla de aguaje en la resistencia a compresión del ladrillo de concreto, se obtuvieron resultados de 187.96 kg/cm², 157.56 kg/cm² y 144.61 kg/cm² para proporciones del 3%, 5% y 7%, respectivamente. Se observa una disminución en la resistencia a medida que aumenta la proporción de ceniza en comparación con el ladrillo patrón, que tiene una resistencia de 182.50 kg/cm². No obstante, a pesar de la disminución en la resistencia, la adición de ceniza de semilla de aguaje todavía logra un ligero incremento en comparación con los requisitos mínimos de resistencia establecidos por la NTP 399.604.
- En cuanto a la influencia de la adición de ceniza de semilla de aguaje en la absorción del ladrillo de concreto, los resultados mostraron valores de 10.70%, 9.57% y 10.66% para proporciones del 3%, 5% y 7%, respectivamente. Se observó un aumento en la absorción al aumentar la proporción de ceniza en comparación con el ladrillo patrón, que tenía una absorción de 7.83%. Respecto a la variación dimensional, los resultados fueron de 0.11% en altura, 0.39% en largo y -3.22% en ancho para el 3%; de -2.17% en altura, 0% en largo y -4% en ancho para el 5%; y de -1.85% en altura, -0.79% en largo y -1.63% en ancho para el 7%. Se concluye que la adición del 7% muestra, en promedio, una ligera mejora en la variación dimensional en comparación con el ladrillo patrón, que presentaba una variación dimensional de 0% en altura, 4.60% en largo y -1.63% en ancho. Finalmente, los resultados indican que la adición de ceniza de semilla de aguaje mejora las propiedades físicas del ladrillo de concreto, cumpliendo con los requisitos establecidos en las NTP 399.601 y NTP 399.604.

VI. RECOMENDACIONES

Según la investigación llevada a cabo en la fabricación de ladrillos de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje, se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda que el proceso de calcinación de las semillas de aguaje se realice de manera controlada, con un registro preciso de la temperatura y el tiempo, para identificar el punto exacto en que se transforman en ceniza.
- También se sugiere que las semillas de aguaje recolectadas provengan de desechos de mercados, parques y otros puntos de comercialización, con el fin de reducir la contaminación que generan. Esto evitaría que las semillas sean arrastradas por la lluvia hacia las alcantarillas, lo que obstruye el flujo de agua y causa inundaciones temporales en la ciudad durante la temporada de lluvias.
- Asimismo, se sugiere que la proporción más adecuada de ceniza de semilla de aguaje para la fabricación de ladrillos de concreto es del 3 %, ya que cumple con los requisitos mínimos establecidos por la NTP 399.601 y NTP 399.604, para un ladrillo portante tipo 10.
- Finalmente, se sugiere fomentar el uso de ceniza de semilla de aguaje en investigaciones futuras, empleando proporciones menores a las utilizadas en esta investigación. Asimismo, se recomienda llevar a cabo ensayos como alabeo, resistencia a la flexión, tracción, entre otros.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Assiamah, S., Agyeman, S., Appiah, kwadwo, & Danso, H. (2022). Utilization of sawdust ash as cement replacement for landcrete interlocking blocks production and mortarless construction. *Case Studies in Construction Materials*, 16, 1–13. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522000778>
2. Bayón, E. (2022). Revisión Bibliográfica Sobre Ensayos A Compresión En Prismas De Mampostería. *Revista Ciencia y Construcción*, 3, 1–20. <https://rcc.cujae.edu.cu/index.php/rcc/article/view/107>
3. Becerra Duitama, J., & Rojas Avellaneda, D. (2021). Pozzolans: A review. *Engineering and Applied Science Research*, 49, 1–10. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/easr/article/view/247697>
4. Becerra Flores, B. E. (2024). *Evaluación de las propiedades físicas - mecánicas de ladrillos de concreto a base de cáscara de café, Trujillo - La Libertad* [Tesis de Titulación, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/18092>
5. Carhuallanqui Romero, J. A. (2022). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto adicionando cenizas de estiércol de ganado vacuno, Huachipa 2022* [Tesis de Titulación, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109270>
6. Cutipa Layme, A. L. (2021). *Influencia de cenizas de hojas de olivo en las propiedades físico - mecánicas en ladrillos de concreto, distrito de Ilo, Moquegua - 2021* [Tesis de Titulación, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75012>
7. Del Castillo Torres, D., Freitas Alvarado, L., & Del Aguila Pasquel, J. (2021). El aguaje, superalimento amazónico. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP*, 1–38. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://profonanpe.org.pe/wp-content/uploads/2022/02/Aguaje.pdf>
8. Fernando, S., Gunasekara, chamila, Law, D., Nasvi, M. C., Setunge, S., & Dissanayake, R. (2022). Engineering properties of waste-based alkali activated concrete brick containing low calcium fly ash and rice husk ash: A comparison with traditional Portland cement concrete brick. *Journal of Building Engineering*, 46. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221016685>
9. Fladvad, M. (2019). Large-size aggregates for road construction – a review of standard specifications and test methods. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 80, 1–16. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10064-019-01683-z>
10. Freitas Alvarado, L., Del Castillo Torres, D., Villacorta Gonzales, C., & Honorio Coronado, E. (2023). CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL, PRODUCCIÓN Y FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Mauritia flexuosa* L.f. “aguaje” EN PLANTACIONES FORESTALES DE




- JENARO HERRERA, LORETO, PERÚ. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana*, 32, 1–20. file:///C:/Users/PC/Downloads/632-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1755-1-10-20230810.pdf
11. Guillen Mendoza, J. J. (2021). *Resistencia de ladrillo de concreto sustituyendo al cemento en 5% y 10% cenizas de cascarilla de trigo, Pataz-la Libertad-2021*. [Tesis de Titulacion, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64562?show=full>
 12. Lavagna, L., & Nistico, R. (2022). An Insight into the Chemistry of Cement—A Review. *Applied Sciences*, 13(1), 1–19. <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/1/203>
 13. Lawane, A., Miname, J., Vinai, R., & Pantet, A. (2019). Mechanical and physical properties of stabilised compressed coal bottom ash blocks with inclusion of lateritic soils in Niger. *Scientific African*, 6, 1–19. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227619307598>
 14. Melgarejo Mendez, J. A. (2021). *PREPARACION DE ACIDO OXALICO PLANTA BENEFICIO* [Tesis de Titulacion, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5720?show=full>
 15. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2020, diciembre). *NORMA E.070 ALBAÑILERÍA REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
 16. Montesinos Arevalo, G. A. (2022). *Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210kg/cm^2$, adicionando cenizas de semilla de aguajes y cuesco de palma de aceite, Ucayali - 2022* [Tesis de Titulacion, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113609?show=full>
 17. Morillos Verástegui, J. V. (2021). *Influencia de la adición de cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia mecánica de los ladrillos de concreto*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/4143>
 18. Pacherez Reyes, J. A. (2021). *Incorporación de ceniza de cascara de arroz y frijol para mejorar propiedades de bloques de concreto para viviendas sullana -2021* [Tesis de Titulacion, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104605>
 19. Pereira Freire, J. A., Torres Barros, K. B. N., Farias Lima, L. K., Maciel Martins, J., De Carvalho Araújo, Y., Da Silva Oliveira, G. L., De Souza Aquino, J., & Pinheiro Ferreira, P. M. (2016). Phytochemistry Profile, Nutritional Properties and Pharmacological Activities of *Mauritia flexuosa*. *Food Science*, 81, 1–12. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.13529>
 20. Revilla Chávez, J. M. (2021). Efecto de los factores climáticos en las fases fenológicas de *Mauritia flexuosa* Lf. en plantaciones de terraza baja en Ucayali, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 1–6.


https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/2411-1783_a6d9338ce06e23bd7041158fdbf7cd7f

21. Sanchez Agurto, Y., Santa María Dávila, E., & Saravia Hinoztroza, J. (2023). Emisión de CO2 equivalente en la construcción de viviendas unifamiliares de adobe y ladrillo. *Scielo Analytics*, 34, 82–91. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-28132023000200082&script=sci_arttext&tlng=pt
22. Sandoval Melendres, G. (2021). *Efecto de la adición de ceniza de cáscara de café en la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto – Jaén 2021* [Tesis de titulación, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88066?show=full>
23. Somna, R., Saowapun, T., Somna, K., & Chindaprasirt, P. (2022). Rice husk ash and fly ash geopolymer hollow block based on NaOH activated. *Case Studies in Construction Materials*, 16, 1–12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522002248>
24. Subramaniam, P., Subasinghe, K., & Fonseka, K. (2015). WOOD ASH AS AN EFFECTIVE RAW MATERIAL FOR CONCRETE BLOCKS . *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 4, 1–6. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=WOOD+ASH+AS+AN+EFFECTIVE+RAW+MATERIAL+FOR+CONCRETE+BLOCKS&btnG=
25. Torres Ocmín, S. R. (2020). *DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO DE ARCILLA FABRICADOS EN LA CIUDAD DE IQUITOS-2020* [Trabajo de investigación de bachillerato, Universidad Científica del Perú]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1182>

ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de recolección de la información

	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y LOS VACIOS EN LOS AGREGADOS NTP 400.017 / ASTM C-29 / C-29M		CÓDIGO:	0402004-01-01																				
			VERSIÓN:																					
			FECHA:	07/07/2024																				
			PÁGINA: 1 DE 1																					
CLIENTE:	TESISTA BR. KIRK PETER PRADA PERDOMO		TFE. LABORATORISTA:	CARLOS GARCÍA																				
OBRA:	"INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"																							
PROCEDENCIA:	CANTERA RIO AGUAYTIA		FECHA DE ENSAYO:	3/07/2024																				
DESCRIPCIÓN:	AGREGADO FINO - CANTERA RIO AGUAYTIA																							
CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE		S: Gravedad específica: 2.68 % Absorción (A): 1.80																						
T: Masa del Recipiente, kg	4.25																							
Masa del Recipiente + Masa de placa de vidrio, kg	5.10																							
Masa del recipiente + Masa de placa de vidrio + Masa del y requerido para llenar el recipiente, kg	8.80																							
Masa del agua requerida para llenar el recipiente, kg	3.70																							
Temperatura del agua °C	25.1																							
Masa unitaria del agua que se obtiene de la tabla, kg/m ³	997.10																							
F: Factor de calibración del recipiente (l/m ³)	269.69																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Densidad kg/m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15.0</td><td>999.10</td></tr> <tr><td>17.0</td><td>998.80</td></tr> <tr><td>19.0</td><td>998.49</td></tr> <tr><td>21.0</td><td>998.08</td></tr> <tr><td>23.0</td><td>997.62</td></tr> <tr><td>25.0</td><td>997.13</td></tr> <tr><td>27.0</td><td>996.59</td></tr> <tr><td>29.0</td><td>996.02</td></tr> <tr><td>31.0</td><td>995.41</td></tr> </tbody> </table>			Temperatura °C	Densidad kg/m ³	15.0	999.10	17.0	998.80	19.0	998.49	21.0	998.08	23.0	997.62	25.0	997.13	27.0	996.59	29.0	996.02	31.0	995.41
Temperatura °C	Densidad kg/m ³																							
15.0	999.10																							
17.0	998.80																							
19.0	998.49																							
21.0	998.08																							
23.0	997.62																							
25.0	997.13																							
27.0	996.59																							
29.0	996.02																							
31.0	995.41																							
MASA VOLUMÉTRICA COMPACTA																								
Ensayo No.	1		2																					
Tamaño máximo nominal del agregado																								
Método de ensayo	Por Apisonado		Por Apisonado																					
G: Masa total del recipiente + material, kg	9.74		9.41																					
Masa neta del materia contenida en el recipiente, kg	5.07		5.16																					
Mc: Masa unitaria (Peso Volumétrico) compacta del agregado, kg/m ³	1479.5		1396.6																					
Mc: Promedio Masa unitaria (Peso Volumétrico) compacta del agregado, kg/m ³	1435.0																							
Maa: Masa unitaria (para volumétrica) en condición SSS, kg/m ³	1460.9																							
Vacios, %	46.3																							
MASA VOLUMÉTRICA SUELTA																								
G: Masa total del recipiente + material, kg	9.75		9.95																					
Masa neta del materia contenida en el recipiente, kg	6.65		6.85																					
Ms: Masa unitaria (Peso Volumétrico) suelta del agregado, kg/m ³	1253.1		1307.0																					
Ms: Promedio Masa unitaria (Peso Volumétrico) suelta del agregado, kg/m ³	1280.1																							
Maa: Masa unitaria (para volumétrica) en condición SSS, kg/m ³	1303.1																							
Vacios, %	52.1																							
OBSERVACIONES:																								
REVISÓ		APROBO																						
GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.		GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.																						
 Carlos H. Garcia Palma Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto		 Carlos H. Garcia Palma INGENIERA CIVIL Reg. C.I.P. N° 202335																						

	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y LOS VACIOS EN LOS AGREGADOS NTP 400.017 / ASTM C-29 / C-29M	CÓDIGO: GARDINCHI-01-01
		VERSIÓN:
		FECHA: 2/07/2024
		PÁGINA 1 DE 1

CLIENTE: TESISTA BR. KIRK PETER PRADA PERDOMO	TEC. LABORATORISTA: CARLOS GARCIA
OBRA: INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024*	
PROCEDENCIA: CANTERA RIO AGUAYTIA	FECHA DE ENSAYO: 3/07/2024
DESCRIPCIÓN: AGREGADO GRUESO - CANTERA RIO AGUAYTIA	

CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	
T: Masa del Recipiente, kg	4.25
Masa del Recipiente + Masa de placa de vidrio, kg	5.10
Masa del recipiente + Masa de placa de vidrio + Masa del agua requerida para llenar el recipiente, kg	8.80
Masa del agua requerida para llenar el recipiente, kg	3.70
Temperatura del agua °C	25.1
Masa unitaria del agua que se obtiene de la tabla, kg/m ³	997.10
F: Factor de calibración del recipiente (l/m ³)	269.49

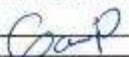

S: Gravedad específica:	2.68	% Absorción (A):	1.80
-------------------------	------	------------------	------

Temperatura °C	Densidad kg/m ³
15.0	999.19
17.0	998.86
19.0	998.49
21.0	998.08
23.0	997.62
25.0	997.13
27.0	996.59
29.0	996.02
31.0	995.41

MASA VOLUMÉTRICA COMPACTA		
Ensayo No.	1	2
Tamaño máximo nominal del agregado		
Método de ensayo	Por Apisonado	Por Apisonado
G: Masa total del recipiente + material, kg	10.02	10.10
Masa neta del materia contenida en el recipiente, kg	5.77	5.85
Nc: Masa unitaria (Peso Volumétrico) compacta del agregado, kg/m ³	1554.9	1576.5
Nc: Promedio Masa unitaria (Peso Volumétrico) compacta del agregado, kg/m ³	1545.7	
Msc: Masa unitaria (pero volumétrica) en condición SSS, kg/m ³	1593.9	
Vacios, %	41.5	

MASA VOLUMÉTRICA SUELTA		
G: Masa total del recipiente + material, kg	10.22	10.09
Masa neta del materia contenida en el recipiente, kg	5.12	4.99
Ms: Masa unitaria (Peso Volumétrico) suelta del agregado, kg/m ³	1379.8	1344.7
Ms: Promedio Masa unitaria (Peso Volumétrico) suelta del agregado, kg/m ³	1342.3	
Msc: Masa unitaria (pero volumétrica) en condición SSS, kg/m ³	1386.8	
Vacios, %	49.1	

OBSERVACIONES:

REVISÓ	APROBÓ
GARCIA INGENIERIA C.I.R.L.	GARCIA INGENIERIA C.I.R.L.
	

Carlos H. Garcia Pajino
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

Américo Garcia Del agerita
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

Anexo 2: Ficha técnica



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

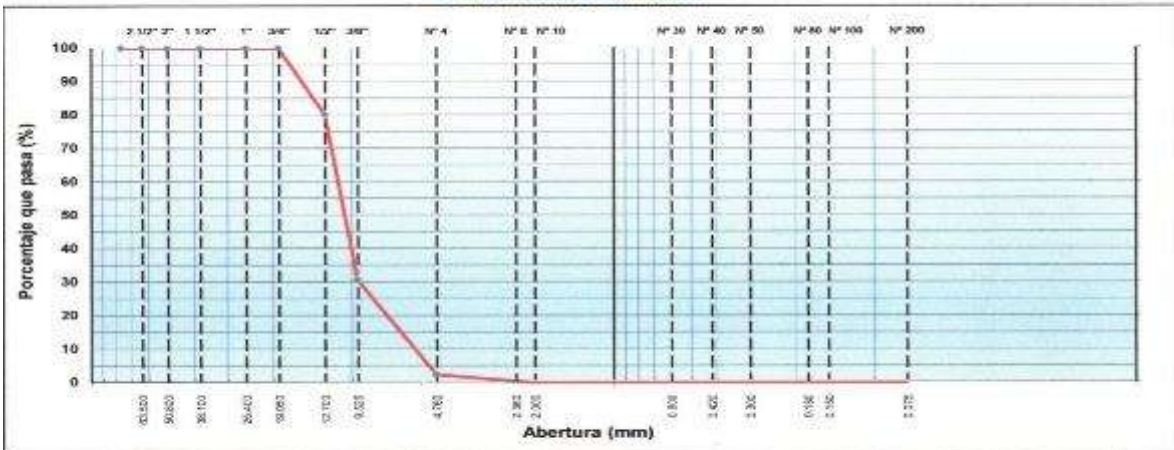
MÉTODO PARA EL ANÁLISIS POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS GRUESOS NTP 400.012 / ASTM C - 136

PROYECTO : "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"

Material : Piedra Chancada de 3/4" MUESTRA: M - 01
 USO : DISEÑO DE CONCRETO
 FECHA : 3/07/2024

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	RET. PARC.	RET. AC.	% Q' PARA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 5.346.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = gr
2"	50.800						PESO FINO = gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LIQUIDO = %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO = %
3/4"	19.050				100.0		ÍNDICE PLÁSTICO = %
1/2"	12.700	1.054.0	19.7	19.7	80.3		CLASIF. ASFTO = ()
3/8"	9.525	2.648.0	49.5	69.3	30.8		CLASIF. SUCCS =
1/4"	6.350						
# 4	4.750	1.516.0	28.4	97.9	2.4		
# 8	2.360	48.0	0.9	98.5	1.5		
# 10	2.000	80.2	1.5	100.0	0.0		
# 30	0.800						
# 40	0.420						
# 50	0.300						
# 60	0.180						
# 100	0.150						
# 200	0.075						
~ # 200	FONDO						
FINO							
TOTAL		5.346.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION:

GARCÍA INGENIERÍA E.I.R.L.

César H. García Palma
 Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

GARCÍA INGENIERÍA E.I.R.L.

América Sur del Aguaje
 INGENIERA CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 282235

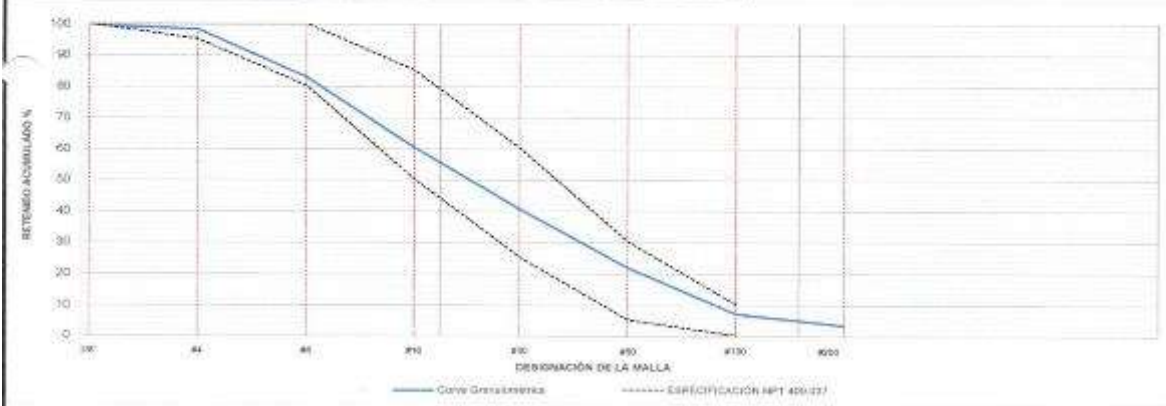


Carretera Expansión - Zona Educativa N° 208 -
 Cobari - Pánuco
 Teléfono: 051 051 228 111
 Fax: 051 051 228 111
 E-mail: garcia@gei.com.pe

MÉTODO PARA EL ANÁLISIS POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS FINOS NTP 400.012 / ASTM C - 136

PROYECTO:	INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024*	FECHA DE ENSAYO:	3/07/2024
SOLICITANTE:	TESISTA BR. KIRK PETER PRADA PERDOMO		

Massa total húmeda antes del lavado (g):	10174.0	Massa seca lavada sobre el tamiz No. 200 (g):	7967.8				
Massa total seca calculada (g):	8233.0	Error (%):	0.10	ESPECIFICACIÓN NPT 400.037			
Tamiz		Retenido Masa (g)	% Retenido				
IS	mm						
#30	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
#4	4.74	125.0	1.5	1.5	98.5	95	100
#8	2.36	1263.0	15.3	16.8	83.1	80	100
#16	1.18	1854.0	22.5	39.4	60.6	50	85
#30	0.60	1631.0	19.8	59.2	40.8	25	60
#60	0.30	1547.2	18.8	78.0	22.0	5	30
#100	0.15	1215.6	14.8	92.7	7.3	0	10
#200	0.08	314.0	3.8	96.6	3.4		
Pasa #16		283.2	3.4	CUMPLE ESPECIFICACIÓN		CUMPLE ESPECIFICACIÓN	
Total Tamizado (g)		7949.8	Modulo de Finura:		2.88		



OBSERVACIONES:
 Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.
 Este resultado no es reproducible ni total ni parcial sin la autorización de GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

REVISÓ GARCIA INGENIERIA E.I.R.L. <i>[Signature]</i> Carlos H. Garcia Palma Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto	APROBÓ GARCIA INGENIERIA E.I.R.L. <i>[Signature]</i> Ingeniero del Grado INGENIERIA CIVIL N° 1003357
---	---



El presente certificado de calidad, certifica que los materiales y procedimientos de construcción de este LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, cumplen con los requisitos de calidad establecidos en el presente certificado de calidad.



El presente certificado de calidad, certifica que los materiales y procedimientos de construcción de este LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, cumplen con los requisitos de calidad establecidos en el presente certificado de calidad.

Cliente : TESISISTA BR. KIRK PETER PRADA PERDOMO
Proyecto Tesis: "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"
Fecha de Emisión : PUGALLPA, 19 DE ABRIL DEL 2024
Línea de producto : LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE - CON CEMENTO TÍPICO

**CERTIFICADO DE CALIDAD
LADRILLO DE CONCRETO - 9x12x25 cm**

LADRILLO DE CONCRETO CON 0% DE ADICION DE CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE (07 días)

VARIACIÓN DIMENSIONAL - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Mínimo	Máximo
Largo (cm)	25.0 25.1 25.2	25.10	25	26
Ancho (cm)	12.2 12.2 12.3	12.23	12	14
Altura (cm)	9.1 9.05 9.2	9.12	9	10

ABSORCIÓN DE AGUA - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Máx. Individual	Máx. Promedio
Absorción de agua (%)	11.78 11.51 11.72	11.67	7	6

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Area Bruta (cm ²)	f _b (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	27540.1 25005.1 28693.3	27079.5	307.10	88.18

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Area Bruta (cm ²)	f _b (kg/cm ²)

Conforme a las normas:
 NTP 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
 NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillo de concreto para pavimento. Requisitos.

Observaciones :

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

 Carlos H. Garcia Palma
 Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

 Carlos H. Garcia Palma
 INGENIERO CIVIL
 N.º 123456789



INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA
 GARCÍA INGENIERÍA E.I.R.L.
 RUC: 205090123456789
 DERECHOS RESERVADOS
 GARCÍA INGENIERÍA E.I.R.L.
 RUC: 205090123456789
 DERECHOS RESERVADOS



Dr. José Rafael M. Sotelo
 Ing. M. César Sotelo S. Córdova
 Ing. Francisco J. Escobar
 Pucallpa - Ucayali
 GARCÍA INGENIERÍA E.I.R.L.
 RUC: 205090123456789
 DERECHOS RESERVADOS

Cilente : TESISITA BR. KIRK PETER PRADA PERDOMO
Proyecto Tesis: "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"
Fecha de Emisión : PUCALLPA, 19 DE AGOSTO DEL 2024.
Línea de producto : LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE - CON CEMENTO TIPO I

CERTIFICADO DE CALIDAD
LADRILLO DE CONCRETO - 9x12x25 cm

LADRILLO DE CONCRETO CON 0% DE ADICION DE CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE (28 días)

VARIACIÓN DIMENSIONAL - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Mínimo	Máximo
Largo (cm)	24.01 23.88 24.04	23.98	20	21.16
Ancho (cm)	12.2 12.19 12.25	12.21	10	10.16
Altura (cm)	9.1 9.05 9	9.05	4	4.32

ABSORCIÓN DE AGUA - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Máx. Individual	Máx. Promedio
Absorción de agua (%)	7.5 7.8 8.2	7.83	7	6

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Área Bruta (cm ²)	f _t (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	53620.9 52574.7 54132.8	53442.8	292.84	182.50

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

Conforme a las normas:
 NTP 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
 NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillo de concreto para pavimento. Requisitos.

Observaciones :

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. Garcia Palma
 Carlos H. Garcia Palma
 Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Francisco J. Escobar
 Francisco J. Escobar
 INGENIERO CIVIL



INGENIERIA CIVIL
 INGENIERIA DE ALBAÑILERIA
 INGENIERIA DE PAVIMENTOS
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE CONCRETO
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE ACERO
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE MADERA
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE TIENAS
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE PIEDRA
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE CEMENTO
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE ALBAÑILERIA
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE PAVIMENTOS
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE CONCRETO
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE ACERO
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE MADERA
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE TIENAS
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE PIEDRA
 INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE CEMENTO



DR. CARLOS H. GARCIA PAIRINA
 INGENIERO CIVIL
 INGENIERO DE ALBAÑILERIA
 INGENIERO DE PAVIMENTOS
 INGENIERO DE OBRAS DE CONCRETO
 INGENIERO DE OBRAS DE ACERO
 INGENIERO DE OBRAS DE MADERA
 INGENIERO DE OBRAS DE TIENAS
 INGENIERO DE OBRAS DE PIEDRA
 INGENIERO DE OBRAS DE CEMENTO

Cliente : TESISTA BR. KIRK PETER PRADA PERDOMO
Proyecto Tesis: "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"
Fecha de Emisión : PUCALLPA, 19 DE AGOSTO DEL 2024
Línea de producto : LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE - CON CEMENTO TIPO I

**CERTIFICADO DE CALIDAD
 LADRILLO DE CONCRETO - 9x12x25 cm**

LADRILLO DE CONCRETO CON 3% DE ADICION DE CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE (07 días)

VARIACIÓN DIMENSIONAL - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Mínimo	Máximo
Largo (cm)	25.5 25.2 25.1	25.27	25	26
Ancho (cm)	12.4 12.3	12.33	12	14
Altura (cm)	9.2 9.08 9	9.09	9	10

ABSORCIÓN DE AGUA - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Máx. Individual	Máx. Promedio
Absorción de agua (%)	13 15.42 13.16	13.86	22	23

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Área Bruta (cm ²)	f _b (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	20925.3 28674.0 32229.7	27276.3	311.62	87.53

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

Conforme a las normas:
 NTP 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
 NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Ladrillo de concreto para pavimento. Requisitos.

Observaciones :

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

 Carlos H. Garcia Pairina
 Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

 GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
 INGENIERIA CIVIL
 INGENIERIA DE ALBAÑILERIA
 INGENIERIA DE PAVIMENTOS



SECTOR PRIVADO
 GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
 C/ Rta. a Pucallpa, s/n, Urb. Los
 Olivos, Pucallpa, Ucayali
 Teléfono: (075) 823 2222
 Fax: (075) 823 2222
 E-mail: garcia@ingenieria.com.pe
 www.ingenieria.com.pe



SECTOR PRIVADO
 GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
 C/ Rta. a Pucallpa, s/n, Urb. Los
 Olivos, Pucallpa, Ucayali
 Teléfono: (075) 823 2222
 Fax: (075) 823 2222
 E-mail: garcia@ingenieria.com.pe
 www.ingenieria.com.pe

Cliente : TESISITA BR. NIKK PETER PRADA PERDOMO
Proyecto Tesis: "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"
Fecha de Emisión : PUCALLPA, 19 DE AGOSTO DEL 2024
Línea de producto : LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE - CON CEMENTO TIPO I

**CERTIFICADO DE CALIDAD
 LADRILLO DE CONCRETO - 9x12x25 cm**

LADRILLO DE CONCRETO CON 3% DE ADICION DE CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE (14 días)

VARIACIÓN DIMENSIONAL - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Mínimo	Máximo
Largo (cm)	25.0 25.1 25.1	25.05	25	26
Ancho (cm)	12.5 12.4 12.4	12.43	12	14
Altura (cm)	9.5 9.5 9.3	9.43	9	10

ABSORCIÓN DE AGUA - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Máx. Individual	Máx. Promedio
Absorción de agua (%)	12.5 13.2 12.8	12.83	22	23

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Área Bruta (cm ²)	f _b (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	43675.8 52922.4 42750.9	46449.7	311.66	149.14

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

Conforme a las normas:
 NTP 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
 NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillo de concreto para pavimento. Requisitos.

Observaciones :
 Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

 Carlos H. García Palma
 Técnico de Sueños, Concreto y Asfalto

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

 Carlos H. García Palma
 INGENIERO CIVIL
 N.º 12.773



El presente "Certificado de Calidad" es emitido por el Ing. Carlos H. Garcia Palma, Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto, quien ha verificado que el producto cumple con los requisitos establecidos en las normas NTP 399.604 y NTP 399.601.



Ing. Carlos H. Garcia Palma - Ingeniero Civil
 Calle: Calle 1000 N° 1000
 Pucallpa - Ucayali
 Teléfono: 075 421 1111
 www.garciaingenieria.com
 Ing. Carlos H. Garcia Palma
 Ing. Carlos H. Garcia Palma

Cliente : TEGISTA DR. KIRK PETIER PRADA PERDOMO
Proyecto Tesis: "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"
Fecha de Emisión : PUCALLPA, 19 DE AGOSTO DEL 2024
Línea de producto : LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE - CON CEMENTO TIPO I

**CERTIFICADO DE CALIDAD
 LADRILLO DE CONCRETO - 9x12x25 cm**

LADRILLO DE CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE (07 días)

VARIACIÓN DIMENSIONAL - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Mínimo	Máximo
Largo (cm)	25.5 25.2 25.1	25.27	25	26
Ancho (cm)	12.41 12.39 12.29	12.36	12	14
Altura (cm)	9.2 9.15 9.06	9.14	9	10

ABSORCIÓN DE AGUA - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Máx. Individual	Máx. Promedio
Absorción de agua (%)	13.25 15.47 14.23	14.32	22	23

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.604	
			Area Bruta (cm ²)	f _c (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	23580.6 26265.4 29632.5	26492.8	312.42	84.80

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.604

Conforme a las normas:
 NTP 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
 NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillo de concreto para pavimento. Requisitos.

Observaciones :

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. Garcia Palma
 Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

 Carlos H. Garcia Palma
 INGENIERO CIVIL
 C.O.P. 10000



CONFORME A LA NORMA NTP 399.604
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillo de concreto para pavimento. Requisitos.



SE HA REALIZADO EL ENSAYO DE
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO
DE PAVIMENTO - LADRILLO DE
CONCRETO PARA PAVIMENTO
CON CEMENTO TIPO I
CON ADICIÓN DE CENIZA DE SEMILLA DE
AGUAJE (14 días)

Cliente : TESISTA BR. KIRK PETER PRADE PERDOMO
Proyecto Tesis: "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"
Fecha de Emisión : PUCALLPA, 19 DE AGOSTO DEL 2024
Línea de producto : LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE - CON CEMENTO TIPO I

**CERTIFICADO DE CALIDAD
LADRILLO DE CONCRETO - 9x12x25 cm**

LADRILLO DE CONCRETO CON 5% DE ADICIÓN DE CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE (14 días)

VARIACIÓN DIMENSIONAL - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Mínimo	Máximo
Largo (cm)	24.9 25.3 25.0	25.07	25	26
Ancho (cm)	12.5 12.4 12.4	12.43	12	14
Altura (cm)	9.5 9.5 9.3	9.43	9	10

ABSORCIÓN DE AGUA - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Máx. Individual	Máx. Promedio
Absorción de agua (%)	11.68 12.3 11.29	11.69	22	23

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Área Bruta (cm ²)	f _b (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	40915.5 43396.4 39829.5	41380.4	311.66	132.77

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

Conforme a las normas:
NTP 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillo de concreto para pavimento. Requisitos.

Observaciones :

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. Garcia Paitilla
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

CARLOS H. GARCIA PAITILLA
INGENIERO CIVIL
Nº 11.116.0110003



Asesoría técnica en el área de: **PROYECTOS DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL**
PROYECTOS DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL
PROYECTOS DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE ALBAÑILERÍA
PROYECTOS DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS
PROYECTOS DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE SANEAMIENTO
PROYECTOS DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN
PROYECTOS DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
 Calle 10, Lima Centro y Ciudad de los Reyes - Callao -
 Pucallpa - Ucayali
 RUC: 20409001200000
 RUC: 20409001200000
 RUC: 20409001200000

Cliente : TESISTA BR. KIRK PETER PRADA PERDOMO
Proyecto Tesis: "INLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"
Fecha de Emisión : PUCALLPA, 19 DE AGOSTO DEL 2024
Línea de producto : LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE - CON CEMENTO TIPO I

CERTIFICADO DE CALIDAD
LADRILLO DE CONCRETO - 9x12x25 cm

LADRILLO DE CONCRETO CON 7% DE ADICION DE CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE (28 días)

VARIACIÓN DIMENSIONAL - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Mínimo	Máximo
Largo (cm)	24.9 25.5 25.2	25.20	25	26
Ancho (cm)	12.1 12.3 12.25	12.22	12	14
Altura (cm)	9.3 9.21 9	9.17	9	10

ABSORCIÓN DE AGUA - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Máx. Individual	Máx. Promedio
Absorción de agua (%)	10.47 11.25 10.26	10.66	22	23

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NTP 399.604

Parámetro	Valores individuales	Promedio	Requisitos NTP 399.601	
			Área Bruta (cm ²)	f _b (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	47970.8 42914.1 42674.4	44519.8	307.86	144.61

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

Conforme a las normas:
 NTP 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
 NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillo de concreto para pavimento. Requisitos.

Observaciones :

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de **GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.**

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paimo
 Carlos H. García Paimo
 Técnico de Suelos, Concreto y A.C.

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Guillermo
 Guillermo
 INGENIERO CIVIL
 RUC: 20409001200000



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-922-2023

Página 1 de 2

Expediente : 383-2023
Fecha de emisión : 2023-11-13

1. Solicitante : GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA EIRL
Dirección : AV. ARBORIZACION MZA. H LOTE 2 DPTO. 5 URB. ALAMEDAS - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PYS EQUIPOS
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 160654
Capacidad de Prensa : 2000 kN

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

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. AMAZONAS MZA. 3038 LOTE. 01 - YARINACOCCHA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI
09 - NOVIEMBRE - 2023

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	MI-8010-2023	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	30.5	30.1
Humedad %	75	75

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 adhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



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



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-922-2023

Página 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,218	99,835	-0,22	0,16	100,03	-0,03	0,38
200	200,367	200,112	-0,18	-0,06	200,24	-0,12	0,13
300	300,055	299,349	-0,02	0,22	299,70	0,10	0,24
400	400,224	399,831	-0,06	0,04	400,03	-0,01	0,10
500	500,147	499,765	-0,03	0,05	499,96	0,01	0,08
600	600,286	600,139	-0,05	-0,02	600,21	-0,04	0,02
700	700,416	700,181	-0,06	-0,03	700,30	-0,04	0,03
800	800,585	800,124	-0,07	-0,02	800,35	-0,04	0,06

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) \cdot 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3- Coeficiente de Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9995x + 0,1151$

Donde : x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

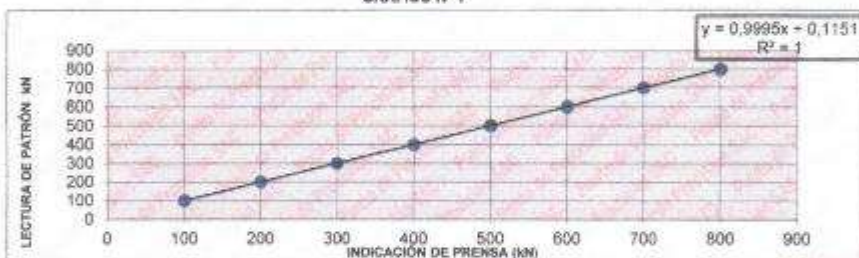
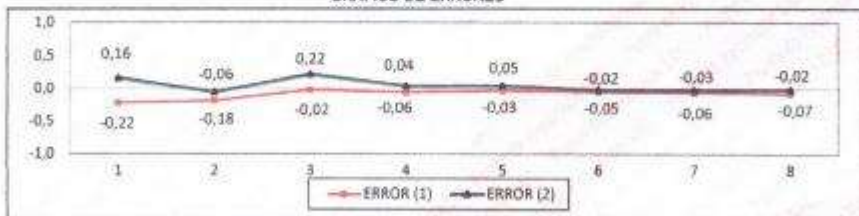


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




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



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-699-2023

Página 1 de 5

Expediente : 383-2023
Fecha de emisión : 2023-11-13

1. **Solicitante** : GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA EIRL
Dirección : AV. ARBORIZACION MZA. H LOTE 2 DPTO. 5 URB. ALAMEDAS - GALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. **Instrumento de medición** : MEDIO ISOTERMO (HORNO)

Marca : MMM GROUP
Modelo : L3SIS-B2V / VC 58
Número de Serie : D161939
Procedencia : NO INDICA
Código de identificación : NO INDICA

Tipo de indicador del Ind. : DIGITAL
Alcance del indicador : NO INDICA
Resolución del Indicador : 1 °C
Marca del Indicador : MMM GROUP
Modelo del Indicador : NO INDICA
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del selo : DIGITAL
Alcance del Selector : NO INDICA
División de Escala : 1 °C
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Fecha de calibración : 2023-11-09

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

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

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

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


3. **Método de calibración**

La calibración se realizó según la PG-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

4. **Lugar de calibración**

AV. AMAZONAS MZA. 3038 LOTE 01 - YARINACÓCHA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI




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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-699-2023

Página 2 de 5

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	31.9	32.5
Humedad relativa (%RH)	69.0	68.0

6. Trazabilidad

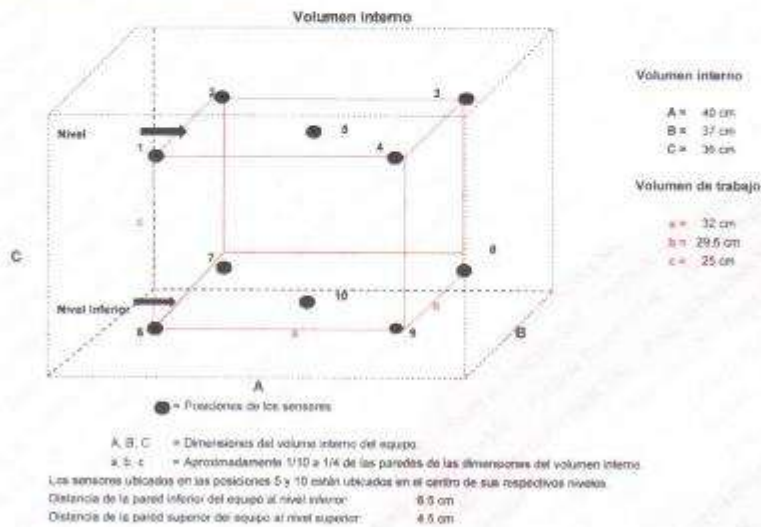
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo T con una incertidumbre en el orden de 0.1 °C a 0.1 °C	DT-1089-2023	TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C

7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la incertidumbre estándar de medición combinada multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para la prueba consistió en bandeja de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

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

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-699-2023
Página 3 de 5

5. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 2 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	109	115,0	118,0	118,8	114,8	116,8	117,1	117,3	115,9	114,3	116,2	116,2	3,6
00:02	109	115,0	117,9	118,0	114,9	116,8	115,9	117,2	116,8	114,3	116,1	116,2	3,5
00:04	109	114,9	117,8	118,0	115,0	116,8	117,0	117,2	116,0	114,2	116,4	116,2	3,5
00:06	109	115,2	118,0	117,1	115,1	117,0	116,9	117,3	115,9	114,3	116,3	116,3	3,6
00:08	109	115,1	117,8	116,9	114,8	116,7	117,1	117,1	115,9	114,2	116,0	116,2	3,5
00:10	109	114,8	117,7	116,7	114,6	116,6	116,9	117,1	115,7	114,3	116,1	116,1	3,3
00:12	109	115,1	118,2	117,0	116,0	116,9	117,0	117,3	116,0	114,3	116,3	116,3	3,8
00:14	110	115,0	118,0	117,2	116,1	117,2	117,0	117,4	115,9	114,2	116,4	116,3	3,7
00:16	110	115,2	118,1	117,1	114,9	117,4	115,9	117,2	115,7	114,0	116,4	116,3	4,0
00:18	109	115,0	118,0	117,2	116,0	117,3	117,3	117,1	115,6	114,4	116,3	116,3	3,8
00:20	109	114,9	118,1	117,3	115,1	117,5	117,4	117,4	115,7	114,2	116,4	116,4	3,8
00:22	109	115,0	118,4	117,2	115,3	117,5	117,3	117,3	115,4	114,4	116,3	116,4	3,9
00:24	109	115,0	118,4	117,2	115,2	117,5	117,2	117,2	115,3	114,4	116,3	116,4	3,9
00:26	109	114,8	118,5	117,1	115,1	117,4	117,0	117,3	115,4	114,2	116,0	116,3	4,2
00:28	109	114,9	118,3	117,0	115,0	117,2	117,0	117,2	115,1	113,9	115,8	116,1	4,3
00:30	109	115,0	118,4	117,2	115,0	117,4	117,1	117,4	115,4	114,1	115,9	116,3	4,2
00:32	109	115,2	118,5	117,3	115,1	117,5	117,3	117,8	115,5	114,3	116,0	116,4	4,1
00:34	109	115,2	118,6	117,5	115,3	117,6	117,4	117,7	115,6	114,3	116,1	116,6	4,2
00:36	109	115,1	118,4	117,4	115,2	117,3	117,3	117,9	115,7	114,1	116,0	116,4	4,2
00:38	109	114,9	118,2	117,2	115,0	117,3	117,1	117,4	115,5	114,0	116,1	116,3	4,1
00:40	109	114,8	118,0	117,0	115,1	117,2	116,9	117,2	115,4	113,9	116,2	116,2	4,0
00:42	109	114,8	117,8	116,8	114,8	117,0	117,0	116,9	115,1	113,8	115,9	116,0	3,9
00:44	109	114,8	118,0	116,9	114,9	117,1	117,1	117,0	115,3	114,0	116,1	116,1	3,9
00:46	109	115,0	118,2	116,0	115,0	117,2	117,2	117,1	115,4	113,9	116,3	116,2	4,2
00:48	110	115,2	118,4	117,1	115,2	117,4	117,3	117,3	115,7	114,2	116,5	116,4	4,1
00:50	110	115,4	118,1	117,3	115,4	117,5	117,4	117,4	115,7	114,3	116,7	116,5	3,7
00:52	110	115,7	118,5	117,6	115,6	117,7	117,5	117,6	115,8	114,9	116,8	116,7	3,8
00:54	109	115,5	118,4	117,4	115,4	117,8	117,4	117,5	115,6	114,3	116,7	116,6	4,0
00:56	109	115,3	118,3	117,3	115,1	117,8	117,3	117,2	115,7	114,2	116,6	116,5	4,0
00:58	109	115,1	118,2	117,1	114,9	117,4	117,1	116,9	115,5	113,8	116,4	116,2	4,3
01:00	109	114,7	117,0	116,6	114,7	117,1	116,8	116,8	115,1	113,6	116,1	116,0	4,2

T. Promedio	115,1	118,1	117,1	115,1	117,2	117,2	117,3	115,6	114,2	116,3	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	115,7	118,6	117,6	115,6	117,7	117,8	117,7	116,0	114,5	115,8	
T. Mínimo	114,6	117,7	116,7	114,6	116,6	116,8	116,8	115,1	113,6	113,6	
DTT	1,1	0,9	0,9	1,0	1,1	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	116,3

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	118,6	0,1
Mínima temperatura registrada durante la calibración	113,6	0,1
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	1,1	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	3,9	0,1
Establecimiento (s)	0,55	0,04
Uniformidad	4,3	0,1



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

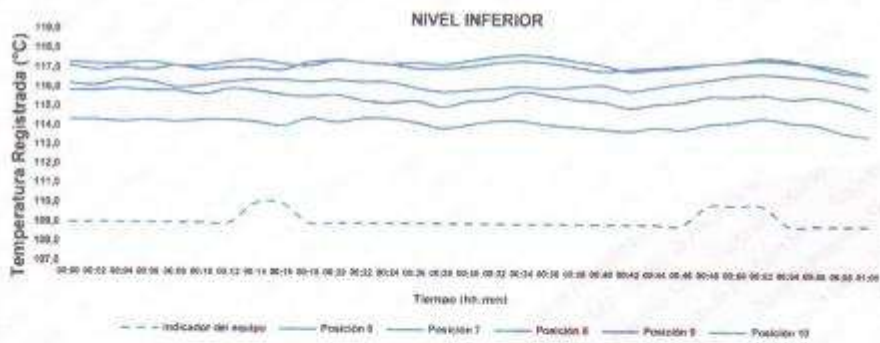
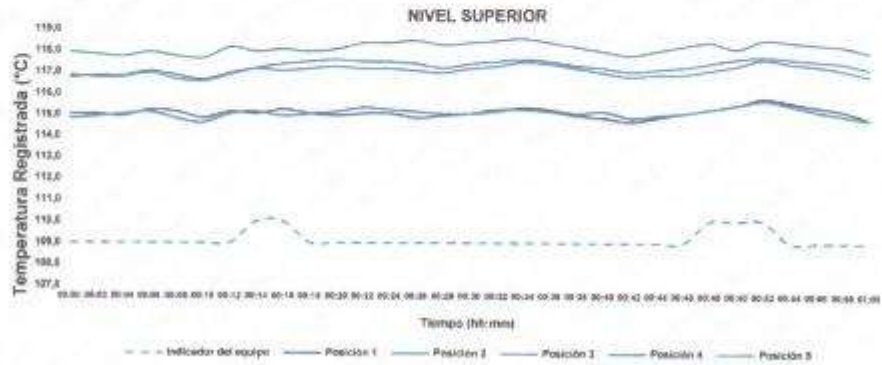


PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-599-2023
Página 4 de 5

10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO $110^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$




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



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-098-2023
Página 5 de 5

Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo
ΔT	: Diferencia entre máxima y mínima temperatura en cada intervalo de tiempo
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO




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



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1308-2023

Página: 1 de 3

Expediente	421-2023	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	2023-12-04	
1. Solicitante	GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA E.I.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Dirección	AV. ARBORIZACION MZA. H LOTE. 22 DPTO. 5 A.M. LAS ALAMEDAS - YARINACCOCHA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI	
2. Instrumento de Medición	BALANZA	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460396	
Alcance de Indicación	30 000 g	
División de Escala de Verificación (e)	10 g	
División de Escala Real (d)	1 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Ubicación	LABORATORIO	
Fecha de Calibración	2023-12-02	

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA E.I.R.L.
 Av. AMAZONAS MZA. 303B LOTE. 01 - YARINACCOCHA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1308-2023
 Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Maxima
Temperatura	29.6	29.9
Humedad Relativa	64.8	65.7

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-052-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0776-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0777-2023

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009 Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 26 °C a 34 °C.
 La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SOFT. DE TRABAJO	NO TIENE
REVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Temp. °C					
	Inicio			Fin		
	29.6			29.7		
N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,3
2	15 000	0,6	-0,3	30 000	0,5	0,0
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
4	15 000	0,7	-0,2	29 999	0,3	-0,8
5	15 000	0,7	-0,2	29 999	0,2	-0,7
6	15 000	0,6	-0,3	30 000	0,5	-0,1
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
8	15 000	0,6	-0,1	29 999	0,2	-0,7
9	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,5	0,0
10	15 000	0,6	-0,3	30 000	0,6	-0,3
Diferencia Máxima						
Error máximo permitido ±	20 g			30 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2015 / Rev 02

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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 3: Operacionalización de variables

Tabla N° 49

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de Medición
<p>Variable Independiente</p> <p>Ceniza de semilla de aguaje</p>	<p>Según Melgarejo (2021) La ceniza de la semilla de aguaje se describe como un subproducto obtenido al someter las semillas a altas temperaturas durante un período específico mediante el proceso de calcinación</p>	<p>la ceniza de semilla de aguaje (CSA) sustituirá al cemento en proporciones, como material aglomerante.</p>	<p>Dosificación</p>	<p>3%</p> <p>5%</p> <p>7%</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>Balanza de peso</p>	<p>Razón</p>
<p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo</p>	<p>Según Torres (2020), son propiedades físicas, aquellas características intrínsecas de un material que pueden ser evaluadas mediante el uso de los sentidos o instrumentos específicos de medida. En cuanto a las propiedades mecánicas, se refieren al comportamiento de un material cuando se les somete a fuerzas externas.</p>	<p>Se evaluarán las características físicas y mecánicas del bloque de concreto, conforme a las regulaciones técnicas establecidas por las normas peruanas NTP y los estándares internacionales ASTM.</p>	<p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Variación dimensional</p> <p>Resistencia a compresión</p> <p>Absorción de agua</p>	<p>4</p> <p>5</p> <p>6</p>	<p>Regla graduada.</p> <p>Máquina de ensayo a compresión.</p> <p>Balanza.</p>	<p>Razón</p>

Fuente: Elaboración propia (2024)

Anexo 4: Carta de presentación



"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

Trujillo, 14 de setiembre del 2024

CARTA N° 090-2024/UCT-FIA

SR. GARCIA PAIMA CARLOS HUMBERTO

GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA EIRL

Presente -

De mi especial consideración:

Mediante la presente es para hacerle llegar mi cordial saludo y a la vez presentarle al Sr. **PRADA PERDOMO KIRK PETTER**, identificado con DNI N° 48282208, en su condición de bachiller del programa de estudios de **INGENIERIA CIVIL** de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, quien desarrollará la investigación titulada: **"INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"**. Para ello se requiere la autorización y acceso para aplicar los instrumentos correspondientes en la comunidad que usted dirige.

Concedores de su alto espíritu de colaboración con la investigación que redundara no solo en la identificación y planeamiento de solución a una problemática concreta, sino que al mismo tiempo permitirá el desarrollo de la tesis que conlleve a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil, para el bachiller presentado líneas arriba.


Agradeciendo su atención a la presente.

Atentamente,



MG. ING. BRETTNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Anexo 5: Carta de autorización emitida por la entidad que faculta el recojo de datos



GARCIA INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA E.I.R.L.

- DISEÑO Y CONSULTOR DE OBRAS, MANTENIMIENTOS, AMPLIACIONES Y RENOVACIONES EN OBRAS CIVILES
- PROYECTOS E INSTALACIONES ELECTRICAS (INDUSTRIAL, RESIDENCIAL, COMERCIAL)
- ASSESORAMIENTO TECNICO EN CUALQUIER PROYECTO DE CONSTRUCCION
- ELABORACION DE PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES
- MOVIMIENTO DE TIERRA
- PINTURA EXTERNA E INTERNA
- ESTRUCTURAS METALICAS
- ELABORACION DE PLANOS
- SERVICIOS GENERALES

Jr. Lima con Esquina Jr. Josef Gálvez N°386 - Calleria - Pucallpa
garciaingenieria@gmail.com
RUC: 20611754338
Tel: 993951179 / 904663828

Pucallpa, 19 agosto del 2024

CARTA N°426 - 2024 - G.I.SCC.

Asunto : ENSAYOS DE LABORATORIO - LADRILLO DE CONCRETO CON % DE ADICION DE CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE

Atención : TESISISTA BR. KIRK PETTER PRADA PERDOMO

Proyecto : "INLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"

Por medio de la presente me dirijo a Ud. para hacerle llegar un cordial saludo y a la vez remito adjunto al presente, los ensayos de laboratorio para el proyecto: "INLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZA DE SEMILLA DE AGUAJE, 2024"

Adjunto al presente los certificados correspondientes de la evaluación realizada para los fines que usted crea conveniente.



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
RUC: N° 20611754338
Carlos H. Garcia Palma
GERENTE GENERAL

GARCIA INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA E.I.R.L.
Dirección: Jr. Lima con esquina Jr. Josef Gálvez N° 386 - Calleria - Pucallpa.
R.U.C: 20611754338
Correo: garciaingenieriaeir@gmail.com

Celular: 993951179
Celular: 904663828

Anexo 8: Matriz de consistencia

Tabla N° 50

Matriz de consistencia

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Influencia en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto adicionando ceniza de semilla de aguaje, 2024	Problema General	Hipótesis General	Objetivo General	Ceniza de semilla de aguaje	Dosificación	Tipo: Aplicada.
	¿Cómo influye en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto la adición de ceniza de semilla de aguaje, 2024?	Con la adición de ceniza de semilla de aguaje influirá positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto	Determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje, 2024			Métodos: Científico
	Problemas Específicos	Hipótesis Específicas	Objetivos Específicos			Diseño Experimental
	¿Cuál será la influencia en la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5, y 7%?	Con la adición de ceniza de semilla de aguaje mejoraría la resistencia a compresión del ladrillo de concreto, en proporciones de 3, 5, y 7%	Determinar la influencia en la resistencia a compresión del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5, y 7%			Población y muestra:
	¿Cuál será la influencia en la absorción del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5, y 7%?	Con la adición de ceniza de semilla de aguaje reduciría la absorción del ladrillo de concreto, en proporciones de 3, 5, y 7%	Determinar la influencia en la absorción del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5, y 7%	Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo	Propiedades físicas	Técnicas e instrumentos de recolección de datos:
	¿Cómo influye en la variación dimensional del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5, y 7%?	Con la adición de ceniza de semilla de aguaje variaría la variación dimensional del ladrillo de concreto, en proporciones de 3, 5, y 7%	Determinar la influencia en la variación dimensional del ladrillo de concreto con la adición de ceniza de semilla de aguaje en proporciones de 3, 5, y 7%		Propiedades mecánicas	Experimental / Observación directa
						Método de análisis de investigación
						El proceso de análisis constará de 5 fases específicas.

Fuente: Elaboración propia (2024)

Anexo 9: Registro fotográfico



Punto de obtención de agregado grueso y fino



Recolección de agregado grueso



Recolección de agregado fino



Obtención de cemento



Punto de obtención de semillas de aguaje



Obtención de semillas de aguaje



Lavado de semillas de aguaje



Llenado de agua a las semillas de aguaje



Secado a la intemperie de semillas de aguaje



Fin de secado de las semillas de aguaje en la intemperie



Proceso de calcinación de las semillas de aguaje en el horno



Extracción de cenizas de semillas de aguaje tras 2 días en el horno artesanal



Clasificación de agregado grueso



Enrasado de las 3 capas del agregado grueso



Pesado del agregado grueso según dosificación



Pesado del agregado grueso para tamizado



Llenado del agregado grueso para su tamiz



Tamizado del agregado grueso



Clasificación de agregado fino



Enrasado de las 3 capas del agregado fino



Lavado del agregado fino según dosificación



Secado del agregado fino



Pesado del agregado fino según dosificación



Llenado del agregado fino para su tamiz



Llenado de ceniza de semilla de aguaje según dosificación



Pesado de ceniza de semilla de aguaje según dosificación



Mezcla de materiales para elaboración de ladrillos



Vaciado de mezcla en molde según dosificación



Compactado de la mezcla en el molde



Vibrado de la mezcla en el molde



Llenado de mezcla en molde para SLUMP



Compactado de mezcla en molde para SLUMP



Asentamiento de mezcla



Ladrillo de concreto sumergido en recipiente para periodo de curado



Curado de ladrillo de concreto según periodo



Pesado de ladrillo de concreto seco



Ladrillos de concreto con 7% de adición



Ladrillos de concreto con 5% de adición



Ladrillos de concreto con 3% de adición



Ladrillos de concreto patrón



Medición del ladrillo de concreto patrón



Medición del ladrillo de concreto con 7% de adición



Rotura del ladrillo de concreto patrón



Resultado de rotura del ladrillo de concreto patrón



Rotura del ladrillo de concreto con adiciones de ceniza de semilla de aguaje



Resultado de rotura del ladrillo de concreto con adiciones de ceniza de semilla de aguaje



Resistencia máxima obtenida con proporción del 3% de CSA



Resistencia mínima obtenida con proporción del 7% de CSA

INFORME DE TESIS - PRADA PERDOMO KIRK

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	18%	1%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.iiap.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo