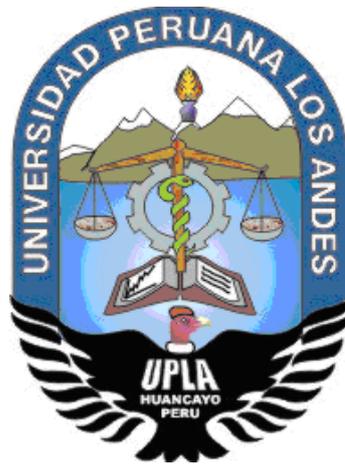


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE
EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES**

PRESENTADO POR:

BACH. SOLANO CAMPOS, JUAN EMERSON.

Línea de investigación Institucional:

Nuevas tecnologías y procesos.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2020

Ing. Henry Gustavo Pautrat Egoavil.

Asesor

Dedicatoria

- A mis padres por su apoyo incondicional.

Juan Emerson Solano Campos.

Agradecimiento

- A la Universidad Peruana Los Andes por el apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Juan Emerson Solano Campos.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López.
Presidente

Ph.D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed.
Jurado.

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza.
Jurado

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano.
Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.
Secretario docente

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Justificación	18
1.3.1. Práctica o social	18
1.3.2. Metodológica	19
1.4. Delimitaciones	19
1.4.1. Espacial	19
1.4.2. Temporal	20
1.4.3. Económica	20
1.5. Limitaciones	20
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo general	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes	21
2.1.1. Antecedentes internacionales	21
2.1.2. Antecedentes nacionales	23
2.2. Marco conceptual	25
2.2.1. Mortero	25
2.2.2. Componentes del mortero	26
2.2.3. Tipos de morteros	27
	vi

2.2.4. Clasificación de los morteros para fines estructurales	27
2.2.5. Requisitos del mortero de cemento	28
2.2.6. Diseño de morteros de cemento portland	28
2.2.7. Manejabilidad del mortero	33
2.2.8. Temperatura del mortero	34
2.2.9. Velocidad de endurecimiento del mortero	34
2.2.10. Contenido de aire del mortero	35
2.2.11. Retención de agua en el mortero	35
2.2.12. Resistencia a compresión del mortero	35
2.2.13. Resistencia a compresión axial en pilas	36
2.2.14. Resistencia a compresión diagonal en muretes	37
2.2.15. Cenizas procedentes de la biomasa	39
2.2.16. Aplicación de la ceniza de fondo	39
2.2.17. Ceniza de hoja de eucalipto	39
2.3. Definición de términos	40
2.4. Hipótesis	41
2.4.1. Hipótesis general	41
2.4.2. Hipótesis específicas	41
2.5. Variables	41
2.5.1. Definición conceptual de la variable	41
2.5.2. Definición operacional de la variable	41
2.5.3. Operacionalización de la variable	42
CAPITULO III	43
METODOLOGÍA	43
3.1. Método de investigación	43
3.2. Tipo de investigación	43
3.3. Nivel de investigación	43
3.4. Diseño de investigación	44
3.5. Población y muestra	44
3.5.1. Población	44
3.5.2. Muestra	45
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45

3.6.1. Técnicas	45
3.6.2. Instrumentos	47
3.7. Procesamiento de la información	47
3.8. Técnicas y análisis de datos	48
CAPÍTULO IV	51
RESULTADOS	51
4.1. Propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero en muros no portantes con ceniza de hojas de eucalipto	51
4.1.1. Asentamiento	51
4.1.2. Temperatura	52
4.1.3. Tiempo de fragua	53
4.1.4. Contenido de aire	54
4.1.5. Retención de agua	56
4.1.6. Prueba de hipótesis específica A	57
4.2. Propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero en muros no portantes con ceniza de hojas de eucalipto	60
4.2.1. Resistencia a la compresión	60
4.2.2. Compresión axial	62
4.2.3. Compresión diagonal	63
4.2.4. Prueba de hipótesis específica B	64
CAPÍTULO V	67
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
5.1. Propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero en muros no portantes con ceniza de hojas de eucalipto	67
5.2. Propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero en muros no portantes con ceniza de hojas de eucalipto	69
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	76
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	77
ANEXO N° 02: DISEÑO DE MEZCLAS DE MORTERO	79

ANEXO N° 03: ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DE LOS MORTEROS	97
ANEXO N° 04: ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DE LOS MORTEROS	103
ANEXO N° 05: RESUMEN DE DATOS DE LABORATORIO	122
ANEXO N° 06: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS	125
ANEXO N° 07: PANEL FOTOGRÁFICO	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Usos de los morteros.	25
Tabla 2. Granulometría de la arena gruesa para mortero.	27
Tabla 3. Tipos de mortero.	27
Tabla 4. Clasificación de morteros para fines estructurales.	28
Tabla 5. Especificaciones de proporción del mortero.	28
Tabla 6. Especificaciones por propiedad del mortero.	28
Tabla 7. Consistencias del mortero de cemento portland.	30
Tabla 8. Valores de b, diferentes consistencias y módulos de finura.	31
Tabla 9. Fluidez del mortero para diversos tipos de estructuras.	34
Tabla 10. Factor de corrección de esbeltez.	37
Tabla 11. Resistencia mínima de pilas de albañilería de arcilla.	37
Tabla 12. Resistencia mínima de muretes de albañilería de arcilla.	39
Tabla 13. Composición química de la ceniza de hoja de eucalipto.	40
Tabla 14. Operacionalización de las variables.	42
Tabla 15. Población.	44
Tabla 16. Normalidad para propiedades del mortero en estado fresco.	48
Tabla 17. Prueba de normalidad para propiedades en estado endurecido.	49
Tabla 18. Asentamiento del mortero.	51
Tabla 19. Variación de la temperatura del mortero.	52
Tabla 20. Variación del tiempo de fragua en el mortero.	53
Tabla 21. Contenido de aire en el mortero.	54
Tabla 22. Modificación de la retención del agua en el mortero.	56
Tabla 23. Kruskal – Wallis para las propiedades en estado fresco.	57
Tabla 24. Comparación de grupos del asentamiento en el mortero fresco.	58
Tabla 25. Comparación de grupos de la temperatura.	58
Tabla 26. Comparación de grupos del tiempo de fragua.	59
Tabla 27. Comparación de grupos del contenido de aire.	59
Tabla 28. Comparación de grupos de retención de agua.	59
Tabla 29. Valores de la resistencia a compresión del mortero.	60
Tabla 30. Resistencia a la compresión axial en pilas.	62

Tabla 31. Resistencia a la compresión diagonal en muretes.	63
Tabla 32. Kruskal – Wallis de las propiedades en estado endurecido.	65
Tabla 33. Comparación de grupos de la resistencia a la compresión.	65
Tabla 34. Comparación de grupos de la resistencia a compresión en pilas.	66
Tabla 35. Comparación de grupos en resistencia a compresión diagonal.	66
Tabla 36. Resumen de resultados de las propiedades en estado fresco del mortero.	123
Tabla 37. Resumen de resultados de las propiedades en estado endurecido del mortero.	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.	19
Figura 2. Componentes del mortero.	26
Figura 3. Procedimiento de diseño del mortero de cemento portland.	29
Figura 4. Relación entre los valores de relación agua – cemento y resistencia a la compresión para morteros hechos con cemento portland tipo I y arena de forma redonda y textura lisa.	30
Figura 5. Relación entre los valores de relación agua – cemento y resistencia a la compresión para morteros hechos con cemento portland tipo I y arena de forma angular y textura rugosa.	30
Figura 6. Relación entre el % de fluidez y relación agua – cemento.	32
Figura 7. Prisma estándar de ladrillo para el ensayo a compresión.	36
Figura 8. Similitud de la falla en el ensayo de corte y en un sismo.	38
Figura 9. Variación del asentamiento en el mortero.	52
Figura 10. Variación de la temperatura en el mortero.	53
Figura 11. Modificación del tiempo de fragua del mortero.	54
Figura 12. Variación del contenido de aire en el mortero.	55
Figura 13. Modificación del tiempo de fragua del mortero.	56
Figura 14. Resistencia a la compresión del mortero y adición de cenizas.	61
Figura 15. Resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.	61
Figura 16. Resistencia a la compresión en 28 días.	63
Figura 17. Resistencia a la compresión diagonal en muretes.	64

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿De qué manera las cenizas de hojas de eucalipto modifican las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes?, el objetivo general fue: Evaluar de qué manera las cenizas de eucalipto modifican las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes y la hipótesis general que se verificó fue: La ceniza de hojas de eucalipto mejoran las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue explicativo y el diseño fue experimental. La población correspondió al concreto simple para mortero con reemplazo de ceniza de hojas de eucalipto en el cemento, donde de acuerdo a la cantidad de ensayos fue de 156 especímenes; mientras que la muestra considerada fue la totalidad de la población.

Como conclusión principal se obtuvo que, las cenizas de hoja de eucalipto mejoran las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes, donde el mejor comportamiento se da con un 4 % de ceniza, reduciéndose el asentamiento y la retención de agua en 7.73 % y 6.87 %; mientras que la resistencia a compresión en mortero, a la compresión axial en pilas y a compresión diagonal incrementan en 4.49 %, 6.42 % y 11.13 %.

Palabras clave: ceniza de hoja de eucalipto, concreto simple, mortero, muro no portante, biomasa.

ABSTRACT

The general problem of this research was: How does eucalyptus leaf ash modify the properties of plain concrete for non-bearing wall mortar, the general objective was: To evaluate how eucalyptus leaf ash modifies the properties of plain concrete for non-bearing wall mortar and the general hypothesis that was verified was: Eucalyptus leaf ash improves the properties of plain concrete for non-bearing wall mortar.

The general research method was scientific, the type of research was applied, the level was explanatory and the design was experimental. The population corresponded to the simple concrete for mortar with ash replacement of eucalyptus leaves in the cement, where according to the amount of tests it was of 156 specimens; while the sample considered was the totality of the population.

As main conclusion it was obtained that, the eucalyptus leaves ashes improve the properties of the simple concrete for mortar in non-bearing walls, where the best behavior is given with 4% of ash, reducing the settlement and water retention in 7.73% and 6.87%; while the resistance to compression in mortar, to axial compression in piles and to diagonal compression increases in 4.49%, 6.42% and 11.13%

Keywords: eucalyptus leaf ash, simple concrete, mortar, non-bearing wall, biomass.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: Influencia de la ceniza de hojas de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes; se desarrolló con el fin de buscar nuevos materiales que cumplan una función similar al cemento. Ante esto, el uso de las cenizas de hojas de eucalipto, resulta ser un elemento idóneo por su composición permite un comportamiento adecuado cuando se elaboren morteros en muros no portantes. Para ello, se planteó analizar la sustitución del cemento por ceniza de hojas de eucalipto en porcentajes de 4, 8 y 12 % a fin de evaluar si las propiedades del mortero en estado fresco, tal como el asentamiento, temperatura, tiempo de fragua, contenido de aire y retención de agua, además de las propiedades del mortero en estado endurecido, de los cuales se consideró la resistencia a compresión, resistencia a compresión axial en pilas y resistencia a compresión diagonal en muretes, se ven modificadas por la sustitución del cemento por ceniza de hoja de eucalipto, además de cumplir con lo estipulado en la NTP 399.610.

Con los resultados se pretende establecer que la sustitución de cenizas de hojas de eucalipto por cemento, asegura un comportamiento adecuado del concreto simple para mortero, lo cual resultaría beneficioso.

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Problema de investigación, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específicos.

El Capítulo II: Marco teórico, contiene las antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III: Metodología, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y

muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, desarrollado en base a los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V: Discusión, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Solano Campos, Juan Emerson.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En el año 2016 el consumo de cemento a nivel mundial alcanzó los 4 129 millones de toneladas, con un 1.8 % de crecimiento anual (ASOCEM, 2019), este crecimiento no es ajeno en el Perú, pues de acuerdo a reportes estadísticos por parte de la ASOCEM (2020), la producción de cemento a nivel nacional en el 2019 presentó un incremento de 5.2 % a comparación del año 2018, lo que también se ve manifestado en la consumo de diversas materias primas y el mayor requerimiento de energía para su procesamiento, lo cual traería consigo diversos impactos ambientales negativos.

Además se tiene que, la actividad de la construcción demanda recursos y materiales, lo cual lo convierte en un sector con un gran potencial para el aprovechamiento de residuos, que puede ser del mismo o de otros (CEDEX, 2014); surgiendo así la necesidad de emplear residuos en sustitución del cemento, como la ceniza procedente de la incineración de biomasa, ya sea de fondo o volantes, pues según estudios recientes se determinó su empleabilidad en la fabricación de morteros como sustituto de pequeñas cantidades del cemento en un rango de 5 a 30 %, pues su

componente puzolánico hace que actúe como activador en materiales de cemento.

En tal sentido, la presente investigación consideró la ceniza de hojas de eucalipto en sustitución parcial del cemento en 4, 8 y 12 % para la elaboración de morteros que podrá ser utilizado en muros no portantes, evaluándose así sus propiedades en estado fresco (asentamiento, temperatura, tiempo de fragua, contenido de aire y retención de agua) y endurecido (resistencia a compresión, compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes), además se consideró si estas cumplen con lo estipulado en la NTP 399.610, permitiendo así determinar la viabilidad de la utilización de la ceniza de hojas de eucalipto como sustituto parcial del cemento.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera las cenizas de hojas de eucalipto modifican las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto incide en las propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero en muros no portantes?
- b) ¿La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto se relaciona con las propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero en muros no portantes?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

La justificación práctica de la presente investigación se basa en la búsqueda de un residuo de biomasa, en este caso la ceniza de

hojas de eucalipto, que sustituya parcialmente al cemento sin dejar de lado el cumplimiento de la calidad de las propiedades tanto físicas y mecánicas en los morteros para muros no portantes; pues, de acuerdo a estudios recientes, este material es un excelente complemento al cemento.

1.3.2. Metodológica

La justificación metodológica de la presente tesis se fundamenta en el conjunto de pasos que se empleó para la utilización de cenizas de hojas de eucalipto en la elaboración de mortero, además de las consideraciones mínimas de sus propiedades en estado fresco y endurecido; con lo cual esta investigación podrá servir de guía a futuros estudios referentes a la utilización de ceniza de incineración de biomasa y morteros modificados.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El desarrollo de la presente tesis fue a nivel de laboratorio, el mismo que está ubicado en la avenida Orión del distrito de Concepción, provincia de Concepción y departamento de Junín.



Figura 1. Ubicación del área de estudio.
Fuente: Google Earth (2019).

1.4.2. Temporal

El desarrollo de la presente tesis se dio durante el mes de octubre a diciembre de 2019 y de enero a julio de 2020.

1.4.3. Económica

Los gastos para el desarrollo de la presente investigación fueron asumidos en su totalidad por el tesista; por lo que no existió financiamiento de ninguna entidad privada o estatal.

1.5. Limitaciones

Para el desarrollo de la presente investigación no se contó con personal de apoyo para la recolección de ceniza y la ejecución de los ensayos; lo cual retrasó el cronograma programado. No obstante, la principal limitación que se presentó fue que, ningún laboratorio de la provincia de Huancayo contaba con una mesa de flujo para la medición de la fluidez del mortero a fin de determinar su consistencia, por lo cual se consideró el ensayo de asentamiento con el cono de Abrams.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar de qué manera las cenizas de eucalipto modifican las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Analizar cómo la cantidad de ceniza de hojas de eucalipto incide en las propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero en muros no portantes.
- b) Diferenciar cómo la cantidad de ceniza de hojas de eucalipto se relaciona con las propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero en muros no portantes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Franco, Ferreira, Barreto, Schawantes-Cezario y Morales (2019) en su investigación “Estudio inicial de ceniza de madera de Eucalipto (CME) como aditivo mineral en concreto” evaluaron la posibilidad del uso de las cenizas de la madera de Eucalipto obtenido de hornos aviares como un aditivo para la elaboración de concreto.

Para el desarrollo de la investigación con la obtención de las cenizas procedieron al tamizaje por la malla N° 100 para adicionarlo al concreto en proporciones de 5 %, 10 %, 15 % y 20 % de su masa con la finalidad de determinar su influencia en las propiedades físicas y mecánicas.

Los resultados mostraron que la CME tiene una masa específica mayor que otros residuos de naturaleza orgánica y su área superficial específica BET no es suficiente para mejorar sus efectos filler y/o puzolánico. Químicamente, el residuo presentó un

bajo porcentaje de materia orgánica y un índice de actividad puzolánica (IAP) inferior al mínimo requerido por la norma brasileña. Por otro lado, la CME interfirió en los tiempos de fraguado del cemento, aumentándolo, mientras que la espectroscopía infrarroja FTIR reveló la presencia de enlaces de silicio-oxígeno y carbonato de calcio. El aditivo comprometió el rendimiento mecánico de los concretos, concluyéndose que el procedimiento de tamizado de la CME solo no es suficiente para su uso como un aditivo mineral.

Gluitz y Marafão (2013) en su investigación “Uso de ceniza de madera de eucalipto para reemplazar parcialmente el cemento Pórtland en el mortero” estudió la aplicación de la ceniza de eucalipto en las propiedades del mortero debido a que estos presentan propiedades cementantes al reaccionar con la puzolana del cemento. Para tal fin elaboraron muestras con adicciones de 0 %, 5 %, 10 %, 15 % y 20 % en reemplazo del cemento, para determinar el comportamiento en las propiedades físicas y mecánicas como la resistencia a la compresión y la flexión.

Los resultados muestran que la resistencia a la compresión a los 28 días para concentraciones menores disminuye en 21.2 %, mientras que para un 20 % disminuye en 70 %; este comportamiento también lo posee la resistencia a la tracción. Por lo que concluye que a medida que se incrementa el porcentaje de ceniza menor será la cantidad de silicato de calcio e hidróxido de calcio presenta el cemento, lo cual afecta las propiedades del mortero. En tal sentido las pruebas han demostrado que la aplicación del uso de cenizas de madera no es viable, pero puede ser utilizado como filler.

Vaske (2012) en su investigación “Estudio preliminar de la viabilidad de utilizar la ceniza de un filtro multiciclónico mediante la combustión de leña de eucalipto en una caldera fumotubular como

complemento del hormigón” tuvo como objetivo iniciar los estudios de factibilidad del uso de la ceniza proveniente de un filtro multiciclón para la combustión de leña de eucalipto en una caldera fumotubular en la elaboración del concreto. Para el desarrollo de la investigación consideró de tres fases: la primera fase caracterizó la ceniza física, química, mineralógica, microestructural y ambientalmente, obteniendo que este puede actuar en el concreto como filler, en la segunda etapa evaluó el efecto de la adición de la ceniza en porcentajes de 0 %, 15 %, 30 % y 45 % en la hidratación del cemento, la resistencia a la compresión, absorción por capilaridad y el aspecto económico.

Los resultados muestran que el porcentaje de 15 % es el que mejor comportamiento presenta, concluyendo así que su uso es factible como aditivo o filler, lo cual asegura un adecuado comportamiento técnico, económico y ambiental.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Matias (2018) realizó la investigación “Resistencia de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el 10 % y 16 % de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto” con la finalidad de determinar la resistencia a la compresión de un concreto que presente un $f'c$ de 210 Kg/cm^2 , sustituyendo el 10 % y 16 % del peso del cemento por: 7.5% de polvo de cáscara de huevo (PCH) + 2.5% de ceniza de hoja de eucalipto (CHE) y 12 % de polvo cáscara de huevo + 4 % de ceniza de hoja de eucalipto. Para tal fin aplicó un diseño experimental que consistió en medir además de la resistencia a la compresión, el peso unitario, la trabajabilidad y el contenido de aire. Los resultados mostraron que a los 28 días la resistencia a la compresión de las probetas patrón alcanzaron un 101 %, las experimentales al 10 % un 102 % y las experimentales al 16 % un 111 % de resistencia; además que la resistencia del 10 % y 16 % de CHE y PCH a los 7,

4 y 28 días son superiores a las de las probetas patrón convencionales. En conclusión, comprobó que al usar las sustituciones de CHE y PCH de forma conjunta tienen una potenciación de las propiedades además de elevar la resistencia de las probetas de concreto.

Carrillo (2018) en su investigación “Sustitución del cemento por 8% y 16% en combinación del molusco *Trachy Cardium Procerum* (pata de mula) y hoja de Eucalipto en mortero y determinar su resistencia” evaluó la resistencia a compresión de un mortero que cumpla las características que establece la normativa con la mezcla de ceniza de concha pata de mula 5 % y ceniza de eucalipto en 3 %.

Para el desarrollo de la investigación la metodología utilizada fue la aplicada y explicativa con un enfoque cuantitativo y diseño experimental, donde la muestra consistió en 27 probetas con proporciones de 0 %, 8 % (5 % de pata de mula y 3 % de ceniza de eucalipto), 16 % (10 % de pata de mula y 6 % de ceniza de eucalipto).

Los resultados muestran que la pata de mula contiene un 99.91 % de componentes cementantes, mientras que la hoja de eucalipto posee un 64.18 %, lo cual mejora las propiedades del concreto. Como conclusión estableció que los porcentajes de sustitución del 8 % y 16 % disminuyeron la resistencia del concreto con respecto al patrón en 5 % y 16.86 % respectivamente.

Pérez (2017) en su investigación titulada “Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 4 % y 8 % por la ceniza de tronco de Eucalipto (*Eucaliptus Globulus*)”, planteó determinar la resistencia alcanzada del concreto con $f'c$ de 210 Kg/cm², al sustituir al cemento en un 4 % y 8 % por la combinación de cenizas de eucalipto, con el fin de encontrar alternativas de materiales para ser aplicados en el campo de la ingeniería civil. La

metodología aplicada consistió en el diseño experimental en la que midió las propiedades como la resistencia a compresión, el asentamiento y el peso unitario. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión obtuvo resistencias superiores en 2 % y 10 % con respecto al patrón respectivo a los 28 días.

En conclusión, determinó que la combinación de cenizas de tronco de eucalipto al 4 % y 8 % pueden ser usada en obras de construcción, brindándole a las estructuras alta resistencia.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Mortero

Corresponde a una mezcla de un material aglutinante, cemento portland y/u otros cementantes, un material de relleno (agregado fino o arena), agua y de forma eventual aditivos, que presenta propiedades químicas, físicas y mecánicas similares a las de concreto al endurecerse, es utilizado para pegar piezas de albañilería en la construcción de muros o para recubrirlos (Sánchez, 2000). Sus usos varían en función a su dosificación tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Usos de los morteros.

Mortero	Usos
1:1	Apto para impermeabilizaciones y rellenos.
1:2	Impermeabilización, pañetes de tanques subterráneos y rellenos.
1:3	Impermeabilizaciones menores y pisos.
1:4	Pega para ladrillos en muros y baldosines, además de pañetes finos.
1:5	Pañetes exteriores, pega de ladrillos y baldosines, pañetes, mampostería en general y pañetes no muy finos.
1:6 y 1:7	Pañetes interiores, pega de ladrillos y baldosines, pañetes, mampostería en general y pañetes no muy finos.
1:8 y 1:9	Pegas para construcciones de demolición pronta y estabilización de taludes en cimentaciones.

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (Sánchez, 2000).

Adicionalmente a ello se tiene que de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (MVCS, 2010), el mortero

destinado a albañilería debe cumplir la NTP 399.607 y NTP 399.610.

2.2.2. Componentes del mortero

Según la norma E.070 (albañilería) del Reglamento Nacional de Edificaciones el mortero está compuesto por el material aglomerante, el agregado fino y agua (Figura 2) (MVCS, 2010).

En cuanto al agregado fino (arena gruesa) deberá cumplir con lo estipulado en la Tabla 2, además de que no debe quedar retenido más del 50 % de arena entre dos mallas consecutivas, el módulo de fineza debe comprenderse entre 1.6 a 2.5, el porcentaje máximo de partículas quebradizas será 1 % del peso; no obstante, se podrá aceptar otro tipo de granulometría si se da el cumplimiento de los ensayos en pilas y muretes (MVCS, 2010).

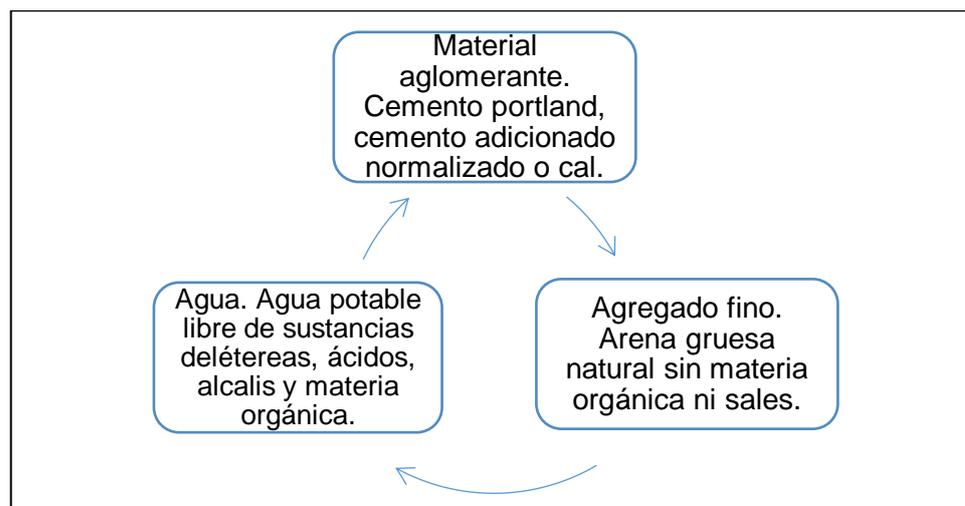


Figura 2. Componentes del mortero.

Fuente: Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2010).

Tabla 2. Granulometría de la arena gruesa para mortero.

Malla (ASTM)	% que pasa
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente: Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2010).

2.2.3. Tipos de morteros

De acuerdo a Sánchez (2001), dentro de los morteros se distingue a la familia de los aéreos y los hidráulico, donde el primero se endurece por la influencia del aire por darse la pérdida del agua por secado al aire con un fraguado lento por el proceso de carbonatación, el segundo se endurece bajo el agua por el proceso de calcinación de calizas impurificadas con sílice y alúmina que le permite desarrollar la resistencia. No obstante, en función al material que compone el mortero se tiene:

Tabla 3. Tipos de mortero.

Tipo	Descripción
Morteros calcáreos	Conformado por arena, cal (blanca o gris) y agua. No presenta altas resistencias por su baja velocidad de endurecimiento y su dosificación cal – arena para albañilería es de 1:3 o 1:4.
Morteros de cal y cemento portland	Utilizado cuando se requiere gran trabajabilidad, buena retención de agua y altas resistencias iniciales, se inicia con una dosificación de 1:3 mientras se va sustituyendo la cal por el cemento.
Morteros de cemento	Constituido por cemento, arena y cemento, se utiliza cuando se requiere resistencias elevadas y su trabajabilidad depende de la relación cemento – arena.

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (Sánchez, 2000).

2.2.4. Clasificación de los morteros para fines estructurales

La norma E. 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2010), clasifica al mortero en función al uso portante (P1 y P2) y no portante (NP), además de establecer dosificaciones en

estos tal como se muestra en la Tabla 4; no obstante, al igual que en la granulometría de la arena gruesa para el mortero considera que, podrá utilizarse otra dosificación con el cumplimiento de ensayos en pilas y muretes.

Tabla 4. Clasificación de morteros para fines estructurales.

Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/4"	3 a 3 1/2"	Muros portantes
P2	1	0 a 1/2"	4 a 5	Muros portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros no portantes

Fuente: Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2010).

2.2.5. Requisitos del mortero de cemento

Según la NTP 399.610 (INDECOPI, 2013) el mortero debe cumplir requisitos en proporción y propiedades, según la Tabla 5 y Tabla 6.

Tabla 5. Especificaciones de proporción del mortero.

Tipo	Cemento portland o cemento adicionado	Índice de agregado (medido en la condición en la condición húmeda suelta)
M	1	No menor a 2 1/4 y no mayor que 3 veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementosos.
S	1	
N	1	
O	1	

Fuente: NTP 399.610 (INDECOPI, 2013).

Tabla 6. Especificaciones por propiedad del mortero.

Tipo	Resistencia a compresión promedio a los 28 días Mpa (lb/pulg ²)	Retención de agua mínima (%)	Contenido de aire máximo (%)
M	17.2 (2 500)	75	12
S	12.4 (1 800)	75	12
N	5.2 (750)	75	14
O	2.4 (350)	75	14

Fuente: NTP 399.610 (INDECOPI, 2013).

2.2.6. Diseño de morteros de cemento portland

De acuerdo a Sánchez (2001), el procedimiento de diseño es:

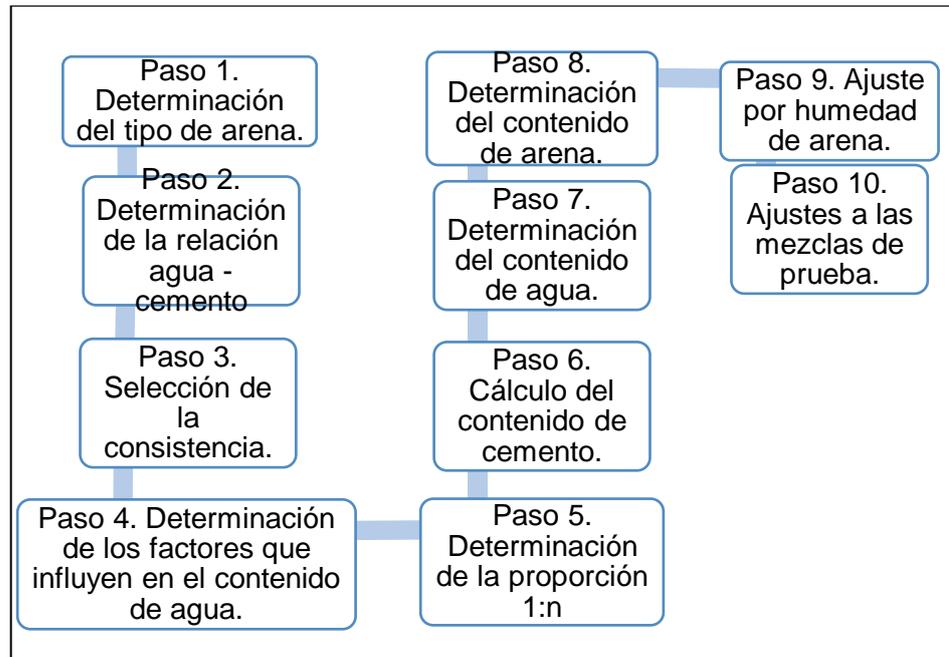


Figura 3. Procedimiento de diseño del mortero de cemento Portland.
Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (Sánchez, 2000).

Paso 1. La arena para el mortero deberá estar limpia y bien gradada, pues de esta última depende su trabajabilidad y la penetración de la humedad. De contar con módulo de finura bajo requerirá mayor contenido de agua a comparación de los gruesos para una misma consistencia, lo cual genera morteros frágiles y porosos; no obstante, con un módulo de finura mayor, para cierta consistencia, el contenido de cemento disminuye (Sánchez, 2000).

Paso 2. La relación agua – cemento, debe considerar la relación entre los tipos de arenas (de cantera o río) y cementos, por lo cual Sánchez (2001) presenta las siguientes figuras:

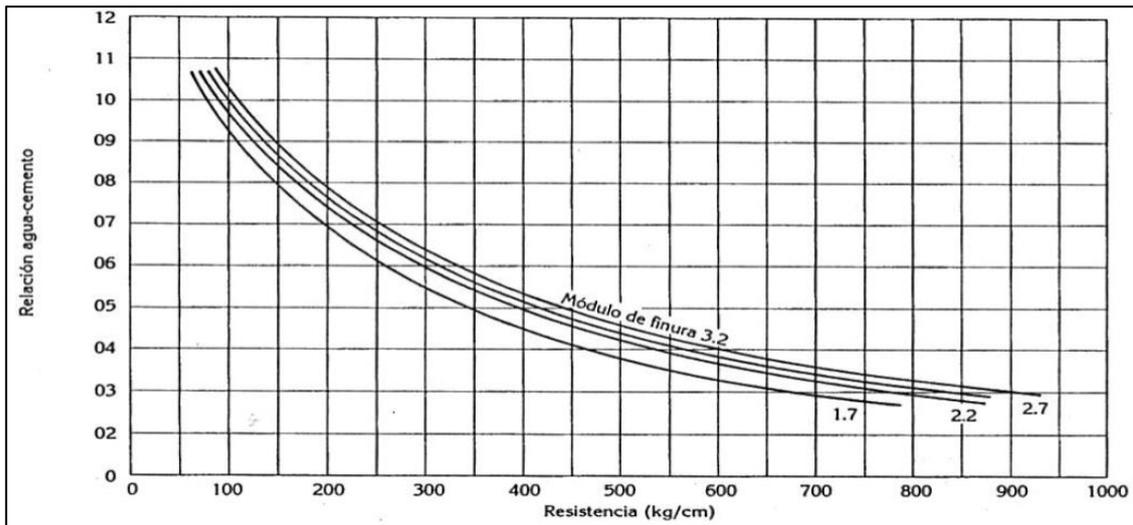


Figura 4. Relación entre los valores de relación agua – cemento y resistencia a la compresión para morteros hechos con cemento portland tipo I y arena de forma redonda y textura lisa.

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (Sánchez, 2000).

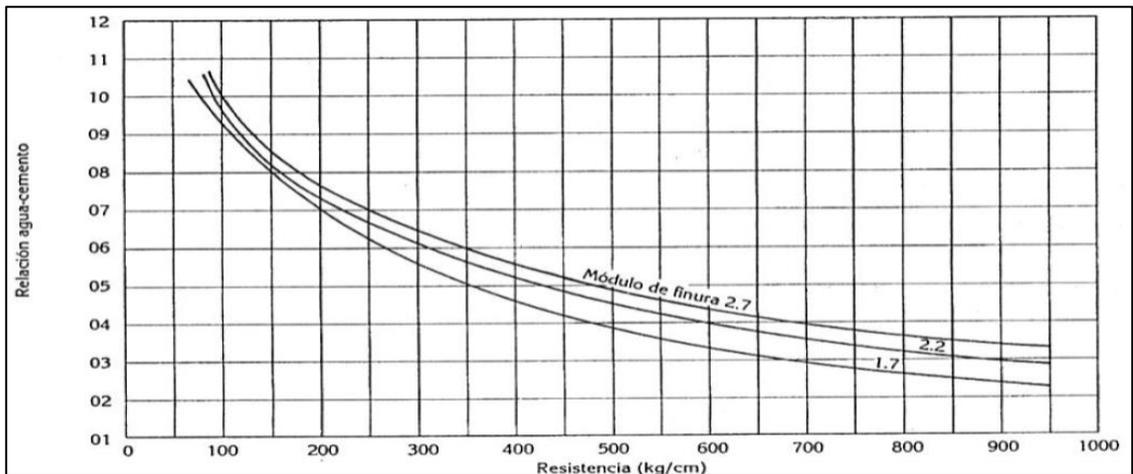


Figura 5. Relación entre los valores de relación agua – cemento y resistencia a la compresión para morteros hechos con cemento portland tipo I y arena de forma angular y textura rugosa.

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (Sánchez, 2000).

Paso 3. La selección de la consistencia depende de los requerimientos en obra, optándose por la siguiente tabla:

Tabla 7. Consistencias del mortero de cemento portland.

Consistencia	% de flujo
Seca	80 - 100
Plástica	100 - 120
Fluida	120 - 150

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (Sánchez, 2000).

Paso 4. Según Sánchez (2001), los factores que influyen en el contenido de agua del mortero depende del contenido de agua - cemento de la pasta para una consistencia determinada, según:

$$\frac{A}{C} = Ke^{bn} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

A/C : es la relación agua – cemento.

n : proporción de la mezcla (número de partes de arena por una parte de cemento en peso).

b : factor de relación entre la consistencia, el módulo de finura, forma y textura de la arena (Tabla 8).

e : base de logaritmos neperianos (e = 2.7183).

k : valor de la relación agua – cemento de acuerdo a la consistencia (Figura 6).

Tabla 8. Valores de b, diferentes consistencias y módulos de finura.

Consistencia	Módulo de finura	Arena de granos redondos y lisos	Arena de granos angulares y rugosos
Seca (90 %)	1.7	0.3293	0.3215
	2.2	0.311	0.3028
	2.7	0.2772	0.293
	3.2	0.2394	0.2494
Plástica (110 %)	1.7	0.3242	0.3238
	2.2	0.3033	0.2947
	2.7	0.2734	0.2879
Fluida (130 %)	3.2	0.2368	0.2477
	1.7	0.3172	0.3216
	2.2	0.2927	0.3003
	2.7	0.2687	0.2949
	3.2	0.234	0.2629

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (Sánchez, 2000).

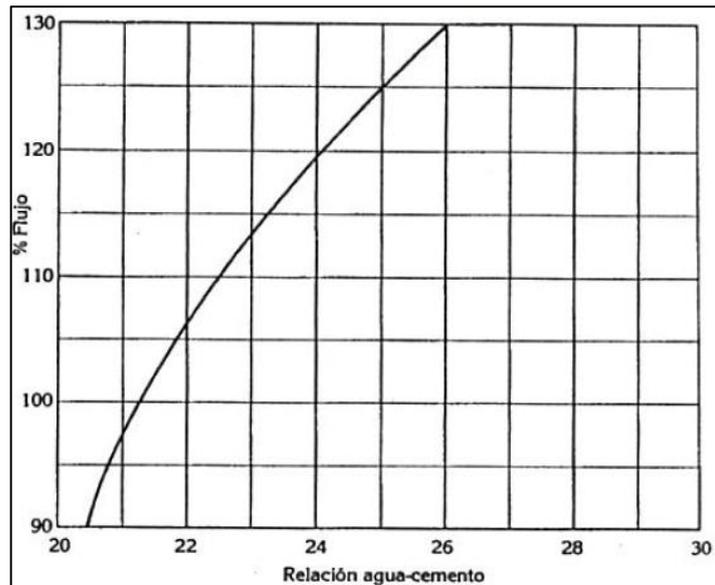


Figura 6. Relación entre el % de fluidez y relación agua – cemento.
Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (Sánchez, 2000).

Paso 5. Para la determinación de la proporción 1: n se sigue la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{A}{C}\right) - \ln(k)}{b} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

n : proporción de la mezcla (número de partes de arena por una parte de cemento en peso).

A/C : relación agua – cemento.

k : valor de la relación agua – cemento de acuerdo a la consistencia (Figura 6).

b : factor de relación entre la consistencia, el módulo de finura, forma y textura de la arena.

Paso 6. El cálculo del contenido de cemento por unidad de volumen se da con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{1000}{\frac{1}{G_c} + \frac{1}{G_a} + \frac{A}{C}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

C : es el cemento (kg).

G_c : peso específico del cemento.

G_a : densidad aparente seca de la arena.

A/C : relación agua – cemento.

Paso 7. El contenido de agua se obtiene según:

$$A = (A/C)C \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

C : es el cemento (kg).

A/C : relación agua – cemento.

Paso 8. El contenido de arena se da según:

$$a = nC \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

a : contenido de arena.

n : proporción de la mezcla (número de partes de arena por una parte de cemento en peso).

C : es el cemento.

Paso 9. Corrección que se da por la humedad de la arena en campo.

Paso 10. Se verifica las proporciones calculadas con mezclas de prueba.

2.2.7. Manejabilidad del mortero

Corresponde a una medida de la facilidad de la colocación de la mezcla, en las unidades de albañilería o en revestimientos. Está relacionada con la consistencia la misma que refiere al estado de fluidez (Sánchez, 2000).

La fluidez se determina con el método de ensayo que estipula la NTP 334.057:2019.

Tabla 9. Fluidez del mortero para diversos tipos de estructuras.

Consistencia	% de flujo	Ejemplo de tipos de estructuras
Seca	80 - 100	Reparaciones, recubrimientos de túneles, galerías, pantallas de cimentación y pisos.
Plástica	100 - 120	Pega de albañilería, baldosines, pañetes y revestimientos.
Fluida	120 - 150	Pañetes rellenos de albañilería estructural, morteros autonivelantes para pisos.

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (Sánchez, 2000).

2.2.8. Temperatura del mortero

Corresponde a una propiedad que afecta las propiedades del concreto en estado fresco, al asentamiento y el contenido de aire; las temperaturas elevadas hacen que se requiera más agua de mezclado para conservar su trabajabilidad y mayor aditivo para mantener el contenido de aire requerido (Sánchez, 2000). Aunque no existe parámetros establecidos para la temperatura del mortero, la norma E.060 del Reglamento Nacional de edificaciones (MVCS, 2010), hace mención que el concreto para climas fríos debe encontrarse en rangos de 5 °C a 32 °C.

El ensayo para la medición de la temperatura del concreto se estable en la NTP 339.184:2013 (revisada el 2018).

2.2.9. Velocidad de endurecimiento del mortero

Es el paso de la mezcla del estado fluido o plástico al estado sólido y corresponde al tiempo de fraguado inicial y final de la mezcla que debe estar entre 2 y 24 horas, (Rivera, 2007; Sánchez, 2001); no obstante, es dable señalar que el endurecimiento se da a partir del fraguado final y es el estado donde se incrementa las características de resistencia (Pasquel, 1998).

El ensayo para la determinación del tiempo de fragua se da de acuerdo a la NTP 339.082:2017.

2.2.10. Contenido de aire del mortero

Es el volumen de aire que se encuentra de manera variable en cantidad, forma y tamaño de burbujas, pero de encontrarse en burbujas de diámetro menor a 1 mm, otorga al concreto mayor durabilidad y trabajabilidad. Además, se tiene, que el incremento del contenido de aire en las mezclas de concreto, se da por mezclas pobres de cemento, agregados con tamaño máximo menor, mayor cantidad de arena, consistencias más húmedas, operaciones de mezclado más fuertes o prolongadas o incluso de aditivos incorporados de aire (Sánchez, 2000).

Asimismo, la NTP 399.610 (INDECOPI, 2013) establece los valores máximos de contenido de aire para morteros, el mismo que se muestra en la Tabla 6.

2.2.11. Retención de agua en el mortero

Es la habilidad del mortero para mantener su plasticidad cuando queda en contacto con una superficie absorbente, como una unidad de albañilería, esta propiedad incide en la velocidad de endurecimiento y en la resistencia a la compresión del mortero, pues una mezcla incapaz de retener agua imposibilita la hidratación del cemento (Sánchez, 2000). Además, según la NTP 399.610 (INDECOPI, 2013) los valores mínimos de retención de agua se muestran en la Tabla 6.

El ensayo para la retención de agua se da según la NTP 334.138:2014 (revisada el 2019).

2.2.12. Resistencia a compresión del mortero

Es la capacidad del mortero de soportar cargas sucesivas; además que el efecto del agua sobre la resistencia depende de la

densidad del mortero, pues morteros secos presentan mayor resistencia a comparación de los morteros húmedos, pues presentan mayor densidad al ser compactados, en cuanto a los morteros plásticos los resultados de resistencia son más uniformes (Sánchez, 2000).

De acuerdo a la NTP 399.610 (INDECOPI, 2013) resalta que para la medición de la resistencia a compresión del mortero según la NTP 334.051:2019 este deberá ser elaborado con los materiales y proporciones que se utilizará en obra, además de establecer los valores mínimos, tal como se muestra en la Tabla 6.

2.2.13. Resistencia a compresión axial en pilas

Corresponde a la determinación de la resistencia a compresión de la albañilería y consiste en un prisma de unidades asentadas una sobre otra (Figura 7). En la albañilería de ladrillo la relación alto – ancho del prisma debe estar entre 1.3 a 5 y el alto no deberá ser menor de 30 cm. El ensayo se realiza con una máquina universal de compresión con la aplicación de carga controlada hasta que el prisma no admita más carga, el resultado se obtiene con la división de la carga última entre el área del testigo (Gallegos, 2005).

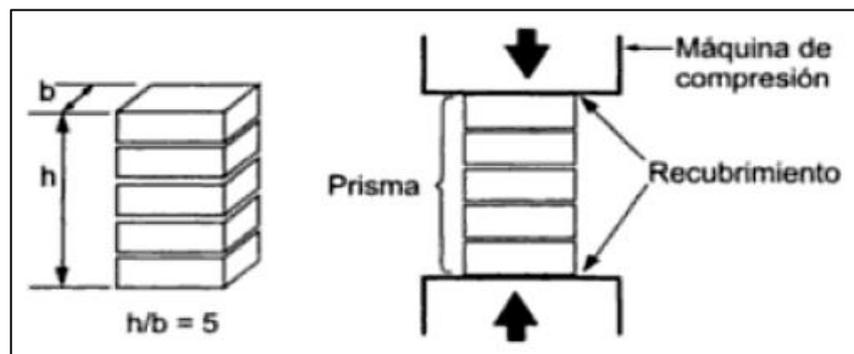


Figura 7. Prisma estándar de ladrillo para el ensayo a compresión. Fuente: Albañilería estructural (Gallegos, 2005).

La resistencia característica de la albañilería se obtiene con:

$$f'm = aC(X - m\sigma) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

a : es el coeficiente en relación a la edad del testigo en el momento del ensayo, siendo a igual a 1 cuando es ensayado a los 28 días y 1.1 cuando se realiza a los 7 días.

C : factor de corrección de esbeltez (λ).

X : promedio de los resultados de las pruebas.

m : número dependiente del porcentaje de resultados defectuosos aceptables (por lo general es 10 %), siendo este igual a 1.3.

σ : desviación estándar de las pruebas realizadas.

Tabla 10. Factor de corrección de esbeltez.

Esbeltez	1.30	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Factor de corrección C			0.73	0.80	0.91	0.85	0.98	1.00

Fuente: Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2010).

Asimismo, es dable mencionar que la norma que rige el ensayo corresponde a la NTP 399.605:2018 y los requisitos son:

Tabla 11. Resistencia mínima de pilas de albañilería de arcilla.

Materia prima	Denominación	f'm de pilas (kg/cm ²)
Arcilla	King kong artesanal	35
	King kong industrial	65
	Rejilla industrial	85

Fuente: Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2010).

2.2.14. Resistencia a compresión diagonal en muretes

Según Gallegos (2005), refleja la resistencia al corte o resistencia a la compresión diagonal, esto por la similitud de la forma de la falla con ciertos muros de edificaciones por acciones sísmicas (Figura 8). El testigo estándar corresponde a un murete cuadrado de 1.2 m y el ensayo se da a los 28 días, el cual consiste en cargar diagonalmente el murete con una carga de compresión

creciente y a un ritmo controlado hasta su rotura, el resultado del ensayo es el valor nominal unitario de corte (v'_m) que se obtiene con la siguiente fórmula:

$$v'_m = \frac{0.71 P_u}{A_n} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

P_u : es la carga de rotura.

A_n : es el área del espécimen que se obtiene según:

$$A_n = \frac{1}{2}(L_1 + L_2)by \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

L_1 y L_2 : son los lados del testigo.

b : es el espesor.

y : proporción del área con relación al área bruta de las unidades.

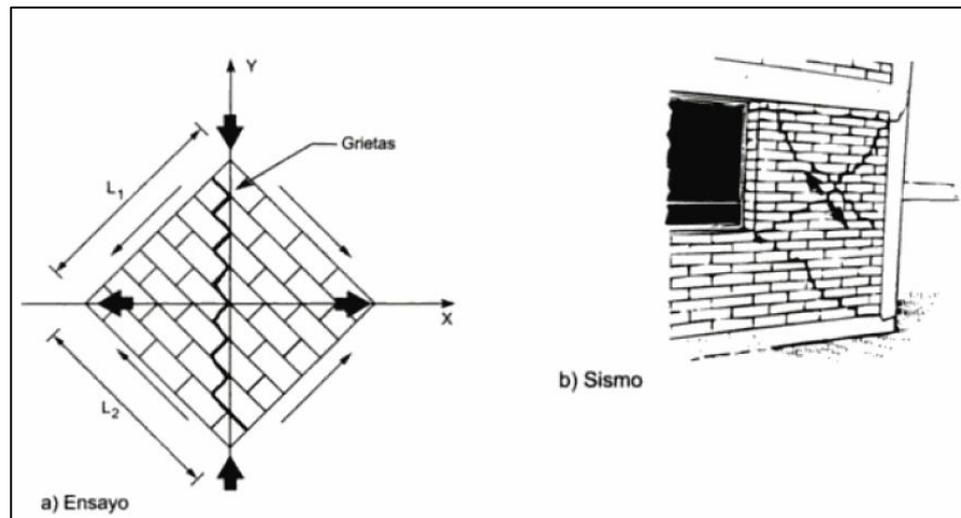


Figura 8. Similitud de la falla en el ensayo de corte y en un sismo.
Fuente: Albañilería estructural (Gallegos, 2005).

La norma que rige la realización del ensayo corresponde a la NTP 399.621:2004 (revisada el 2015) y los requisitos mínimos son:

Tabla 12. Resistencia mínima de muretes de albañilería de arcilla.

Materia prima	Denominación	v_m de muretes (kg/cm ²)
Arcilla	King kong artesanal	5.1
	King kong industrial	8.1
	Rejilla industrial	9.2

Fuente: Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2010).

2.2.15. Cenizas procedentes de la biomasa

Es producto de la combustión de biomasa que genera dos tipos de residuo, cenizas de fondo (CF) formadas por el material total o parcialmente quemado, presentan una fracción gruesa que se mezcla con impurezas minerales y cenizas volantes (CV), partículas que son arrastradas por la corriente de gases al exterior de una cámara de combustión, son partículas finas que se recogen después de su precipitación (CEDEX, 2014).

2.2.16. Aplicación de la ceniza de fondo

A pesar de que no existe muchos estudios que mencionen la utilización de las cenizas procedentes de la combustión de la biomasa en materiales de construcción, sí se presentan como uso en materiales de baja y media resistencia, sustituyendo de forma parcial algún componente como cemento o áridos, a fin de no afectar en demasía sus propiedades. Uno de sus principales usos, se da como sustitución de cemento en morteros, en porcentajes de 5 a 30 %, recomendando su uso por su potencial contenido de mineral puzolánico y por ende activador en materiales tratados con cemento (CEDEX, 2014).

2.2.17. Ceniza de hoja de eucalipto

Es procedente de la combustión de las hojas de eucalipto, cuya composición química se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13. Composición química de la ceniza de hoja de eucalipto.

Composición química	Resultado (%)
Óxido de potasio (K ₂ O)	31.26
Óxido de magnesio (MgO)	28.75
Óxido de calcio (CaO)	20.24
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	6.53
Dióxido de silicio (SiO ₂)	5.63
Pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅)	3.74
Trióxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	2.79
Óxido de manganeso (MnO)	0.36
Trióxido de azufre (SO ₃)	0.25

Continuación de la Tabla 13.

Composición química	Resultado (%)
Cloruro (Cl ⁻)	0.23
Dióxido de titanio (TiO ₂)	0.15
Óxido de zinc (ZnO)	0.04
Dióxido de zirconio (ZrO ₂)	0.03
Bromuro (Br)	0.02

Fuente: Carrillo (2018).

2.3. Definición de términos

Agua de mezclado. Es la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento, para producir una pasta hidratada y con determinada fluidez que permite la lubricación adecuada de los agregados (Sánchez, 2000).

Falso fraguado. Es la rigidez prematura y anormal del cemento, se presenta en los primeros minutos después de realizado el mezclado con agua (Rivera, 2007).

Módulo de finura. Corresponde a un factor empírico que permite la estimación de qué tal fino o grueso es un material, se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices N° 100 hacia adelante, hasta el tamaño máximo que se encuentre, dividido en 100 (Sánchez, 2000).

Muros no portantes. Diseñado y construido para soportar sólo cargas de su propio peso y transversales a su plano (MVCS, 2010).

Unidad de albañilería. Componente básico para la construcción de la albañilería, es elaborado por arcilla, concreto de cemento portland, mezcla de sílice o cal (Gallegos, 2005).

Unidad de albañilería hueca. Unidad cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento consigna un área equivalente menor a 70 % del área bruta en el mismo plano (MVCS, 2010).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Las cenizas de hojas de eucalipto mejoran las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto incide significativamente en las propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero.
- b) La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto se relaciona significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X): Ceniza de hoja de eucalipto. – Las cenizas de eucalipto es el residuo de quemar en un horno o recipiente especial las hojas de *Eucalyptus* (Márquez, 2014).

Variable dependiente (Y): Propiedades del concreto simple para mortero. – Características físicas y mecánicas del concreto, sin ningún tipo de reforzamiento, en estado fresco y endurecido (Mejía, 2018).

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente 1 (X₁): Ceniza de hojas de eucalipto. – La aplicación de la ceniza de eucalipto fue en reemplazo del cemento en 4, 8 y 12 %.

Variable dependiente (Y): Propiedades del concreto simple para mortero. – Esta variable se midió considerando las propiedades en estado fresco (asentamiento, temperatura, tiempo de fragua, contenido de aire y retención de agua) y en estado endurecido (resistencia a la compresión, resistencia a la compresión axial en pilas y resistencia a la compresión diagonal en muretes).

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 14. Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable independiente (X): Ceniza de hojas de eucalipto	Cantidad de ceniza de hojas de eucalipto	Porcentaje de ceniza de eucalipto	%
	Variable dependiente (Y): Concreto simple para mortero	Propiedades en estado fresco	Asentamiento
Temperatura			Temperatura (°C)
Tiempo de fragua			Horas (H)
Aire incorporado			Porcentaje (%)
Retención de agua			Porcentaje (%)
Propiedades en estado endurecido	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a compresión	kg/cm ²
		Resistencia a compresión axial	kg/cm ²
		Resistencia a compresión diagonal	kg/cm ²

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de investigación en la presente tesis, fue el científico, pues este método propone una serie de pasos ordenados y sistematizados para generar conocimiento; estos son: la observación, planteamiento del problema, formulación de hipótesis, la experimentación y la conclusión; los cuales fueron aplicados para el desarrollo de esta tesis.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue la aplicada, pues este tipo de investigación utiliza las teorías y leyes ya existente para generar nuevos conocimientos con el fin de proponer o establecer soluciones a un problema. En tal sentido esta tesis utiliza conocimientos referentes a el diseño de mezcla para morteros, propiedades en estado fresco y endurecido del mismo y lo referente a la ejecución de los ensayos para cada propiedad del mortero; con el fin de establecer si la sustitución parcial del cemento por ceniza de hojas de eucalipto en 4, 8 y 12 % modifican el comportamiento del mortero.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación en la presente tesis fue el explicativo, debido a que se buscó establecer los efectos de la variable independiente (cantidad de ceniza de hojas de eucalipto) en la variable dependiente (propiedades del mortero). Este tipo de investigación además de describir las variables busca establecer la causa y el efecto entre ellas.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación de esta tesis fue experimental, pues según este diseño modifica deliberadamente las variables independientes y solo presenta un grupo de control; es decir, se sustituyó la cantidad de ceniza de hoja de eucalipto en 4, 8 y 12 % respecto al peso del cemento, para después comparar sus propiedades con un mortero normal y establecer si las modificaciones tienen una influencia significativa.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población correspondió al concreto simple para mortero con reemplazo de ceniza de hojas de eucalipto en el cemento, donde la cantidad de ensayos realizados son:

Tabla 15. Población.

Propiedades	Patrón	Sustitución de cemento por ceniza			Total
		4%	8%	12%	
Asentamiento	5	5	5	5	20
Temperatura	5	5	5	5	20
Tiempo de fragua	3	3	3	3	12
Contenido de aire	5	5	5	5	20
Retención de agua	3	3	3	3	12
Resistencia a la compresión	12	12	12	12	48
Compresión axial de pilas	3	3	3	3	12
Compresión diagonal en murete	3	3	3	3	12
Total					156

Por lo tanto, la población final correspondió a un total de 156 especímenes de mortero tanto convencional y modificado.

3.5.2. Muestra

La muestra considerada en la presente investigación fue el total de la población, por lo que no hubo un tipo de muestreo, sino que fue un censo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

a) Observación directa

Esta técnica fue aplicada con la finalidad de obtener una perspectiva general del comportamiento de las variables estudiadas, es decir, fue útil, por ejemplo, al momento de establecer características superficiales como color, textura y apariencia de la ceniza y el mortero; las cuales no se consideraron en el estudio, pero sirvieron de referencia para determinar si el procedimiento de ejecución eran las adecuadas.

Además, sirvió como parte del control al momento de la ejecución de los ensayos en laboratorio.

b) Análisis de documentos

Esta técnica fue de utilidad al momento de la recopilación de información pre y post ejecución de ensayos, pues mediante ella se pudo definir los métodos y ensayos necesario para el correcto desarrollo de la tesis, además se pudo establecer si las propiedades evaluadas de los morteros se encuentran dentro de lo reglamentado.

c) Ejecución del trabajo en campo

La ejecución del trabajo en campo es una técnica de suma importancia, pues mediante ello se estableció el procedimiento

necesario para el desarrollo de la tesis; el cual se describe a continuación:

- Recolección de hojas de eucalipto en el anexo de Umuto, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo y departamento de Junín.
- Secado al sol de las hojas recolectadas, durante un periodo de siete días.
- Incineración de las hojas de eucalipto en horno a una temperatura de 180 °C durante 1 hora.
- Tamizaje de las cenizas de eucalipto por medio de la malla N° 200.
- Extracción y preparación de los agregados de la cantera ubicada en el distrito 3 de diciembre, provincia de Chupaca, departamento Junín según la NTP 400.010:2020.
- Análisis granulométrico del agregado fino, según lo establecido en la NTP 400.012: 2013 (revisada el 2018).
- Se determinó el peso específico y la absorción del agregado mediante la NTP 400.022:2013 (revisada el 2018).
- Se diseñó las mezclas del mortero tanto convencional y modificados con ceniza de hojas de eucalipto.
- Se midió el asentamiento de las mezclas de mortero, según lo especificado en la NTP 339.035: 2015.
- Se estableció la retención de agua en los morteros mediante lo especificado en la NTP 334.138:2014 (revisada el 2019).
- Se midió la temperatura de los morteros, tal y como se establece en la NTP 339.184 (revisado el 2018).

- El tiempo de fraguado en los morteros se obtuvo según lo especificado en la NTP 339.069:2017.
- Se obtuvo el contenido de aire en los morteros siguiendo lo recomendado en la NTP 334.069:2017.
- La resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días se midió según la NTP 334.051:2019.
- Para un análisis completo del comportamiento del mortero convencional y con sustitución de ceniza de hojas de eucalipto, se midió la resistencia a compresión simple en pilas con ladrillo pandereta a rayas marca “Fortaleza” a los 28 días de edad, tal como establece la NTP 394.605:2018.
- La resistencia a la compresión diagonal en muretes con el mortero convencional y del modificado con ceniza de hojas de eucalipto los 28 días se determinó mediante las recomendaciones de la NTP 399.621:2004 (revisada el 2015).
- Los valores obtenidos fueron comparados con la normativa referida a morteros, concretos y autores especializados; además de compararlos entre grupos.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados, fueron aquellos que las normas descritas anteriormente mencionan para la ejecución de cada ensayo; por lo que se encuentra estandarizadas por normativas como la ASTM y adaptado a la realidad peruana mediante las Normas Técnicas Peruanas (NTP).

3.7. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información fue mediante la digitalización de los datos obtenidos; por lo que fue necesario utilizar softwares como Excel para

así obtener tablas dinámicas y gráficos que coadyuvaron a una mejor interpretación de los resultados obtenidos; además de la utilización del SPSS para la prueba estadística de las hipótesis planteadas.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para el análisis de datos se consideró un enfoque cuantitativo, aplicando la estadística descriptiva para el procesamiento de los datos; además de la estadística inferencial para la contrastación de las hipótesis planteadas:

a) Prueba de hipótesis de la investigación

Para la prueba de hipótesis, el paso primordial es establecer que estadístico inferencial debe utilizarse; para ello fue necesario establecer la normalidad de los datos mediante la técnica Shapiro – Wilk (por tener una cantidad de muestras menor a 50). Según esto, se planteó las siguientes hipótesis:

- H_{01} : Los datos de las propiedades en estado fresco del mortero tiene una distribución no normal, con un nivel de significancia menor a 0.05.
- H_1 : Los datos de las propiedades en estado endurecido del mortero tiene una distribución normal, con un nivel de significancia mayor a 0.05.

Tabla 16. Normalidad para propiedades del mortero en estado fresco.

	Morteros	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	Mortero convencional	0.75	3.00	0.00
	Mortero con CE al 4 %	1.00	3.00	1.00
	Mortero con CE al 8 %	0.75	3.00	0.00
	Mortero con CE al 12 %	0.75	3.00	0.00
Temperatura	Mortero convencional	0.75	3.00	0.00
	Mortero con CE al 8 %	0.75	3.00	0.00
	Mortero con CE al 12 %	0.96	3.00	0.64
Tiempo de fragua	Mortero convencional	1.00	3.00	1.00
	Mortero con CE al 4 %	0.84	3.00	0.21
	Mortero con CE al 8 %	0.96	3.00	0.64
	Mortero con CE al 12 %	0.96	3.00	0.64

Continuación de la Tabla 16.

	Morteros	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Aire incorporado	Mortero con CE al 4 %	0.75	3.00	0.00
	Mortero con CE al 8 %	0.75	3.00	0.00
	Mortero con CE al 12 %	1.00	3.00	1.00
Retención de agua	Mortero convencional	0.86	3.00	0.28
	Mortero con CE al 4 %	0.80	3.00	0.10
	Mortero con CE al 8 %	0.91	3.00	0.42
	Mortero con CE al 12 %	1.00	3.00	1.00

En la Tabla 16 se observa que la significancia de todas las propiedades en estado fresco del mortero convencional y sus sustituciones en 4, 8 y 12 %, son menores a 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir los datos obtenidos tienen una distribución no normal.

Asimismo, para hallar la normalidad de los datos de las propiedades en estado endurecido de los morteros, al igual que lo mencionado anteriormente se planteó las siguientes hipótesis:

- H_{02} : Los datos de las propiedades del mortero en estado endurecido tiene una distribución no normal, pues el nivel de significancia es menor a 0.05.
- H_2 : Los datos de las propiedades del mortero en estado endurecido tiene una distribución normal, pues el nivel de significancia es mayor a 0.05.

Tabla 17. Prueba de normalidad para propiedades en estado endurecido.

	Morteros	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión	Mortero convencional	1.00	3.00	1.00
	Mortero con CE al 4 %	0.75	3.00	0.00
	Mortero con CE al 8 %	1.00	3.00	1.00
	Mortero con CE al 12 %	0.96	3.00	0.64
Resistencia a compresión axial	Mortero convencional	0.82	3.00	0.16
	Mortero con CE al 4 %	1.00	3.00	0.98
	Mortero con CE al 8 %	0.89	3.00	0.34

	Mortero con CE al 12 %	0.88	3.00	0.33
Resistencia a compresión diagonal	Mortero convencional	0.83	3.00	0.19
	Mortero con CE al 4 %	0.99	3.00	0.78
	Mortero con CE al 8 %	0.75	3.00	0.00
	Mortero con CE al 12 %	0.75	3.00	0.00

En la Tabla 17 se observa que el nivel de significancia de algunos valores de las propiedades del mortero en estado endurecido es menor a 0.05; esto demuestra que la distribución de estos datos es no normal.

Según Hernández et al. (2014) la prueba de hipótesis debe realizarse con el estadístico de Kruskal – Wallis, el cual es el equivalente de la prueba estadística ANOVA.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero en muros no portantes con ceniza de hojas de eucalipto

4.1.1. Asentamiento

El asentamiento del mortero, es una propiedad muy importante, pues indica su manejabilidad, es decir, es un indicador de que tan seca o fluida es una mezcla cuando se encuentra en un estado plástico.

Tabla 18. Asentamiento del mortero.

Muestras	Asentamiento (Pulgadas)	Variación porcentual
Mortero convencional	3.88	
Mortero con CE al 4 %	3.58	-7.73%
Mortero con CE al 8 %	3.18	-18.04%
Mortero con CE al 12 %	2.80	-27.84%

De acuerdo a los ensayos de laboratorio, se ha demostrado que, la inclusión de la ceniza en sustitución del cemento reduce esta propiedad en 27.84 %.

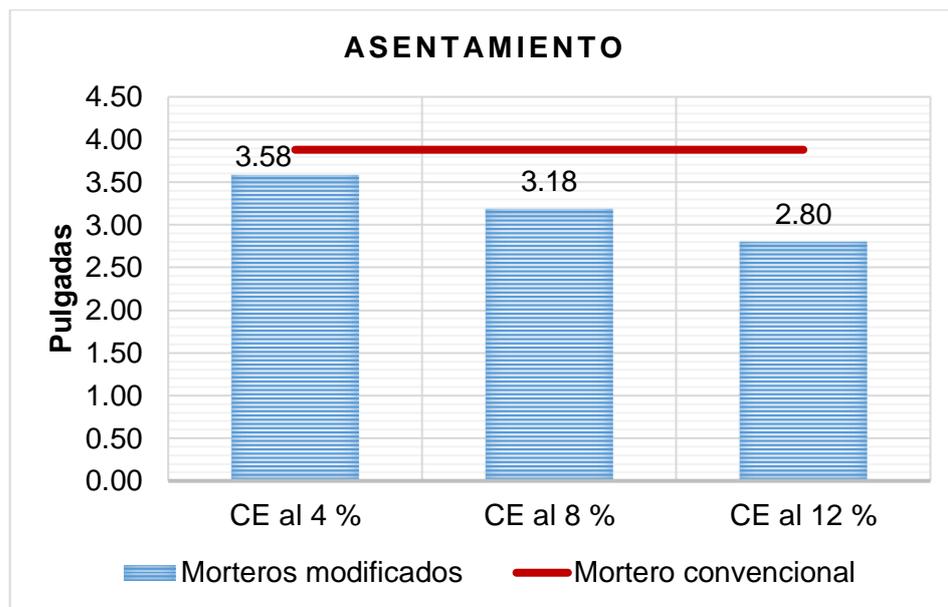


Figura 9. Variación del asentamiento en el mortero.

Lo mencionado anteriormente se ha esquematizado en la Figura 9, en la que se puede observar que existe una relación inversa entre la proporción de ceniza y el asentamiento; sin embargo, según Abanto (200), las mezclas son consideradas como trabajables, pues se encuentran en el rango de 2 a 4 pulgadas.

4.1.2. Temperatura

La temperatura del mortero generalmente se encuentra relacionadas con la temperatura de sus componentes. En este sentido, no se obtuvo modificaciones significativas de esta propiedad, desde un punto de vista técnico, pues todos los materiales fueron mezclados a temperatura ambiente.

Tabla 19. Variación de la temperatura del mortero.

Muestras	Temperatura (°C)	Variación porcentual
Mortero convencional	22.94	
Mortero con CE al 4 %	23.08	0.61%
Mortero con CE al 8 %	23.30	1.57%
Mortero con CE al 12 %	23.44	2.18%

Lo mencionado se puede verificar en la tabla anterior, en la que la sustitución del 12 % de la ceniza, solo incrementa su temperatura

en 2.18 % con respecto al mortero convencional; es decir, de 22.94 a 23.44 °C.

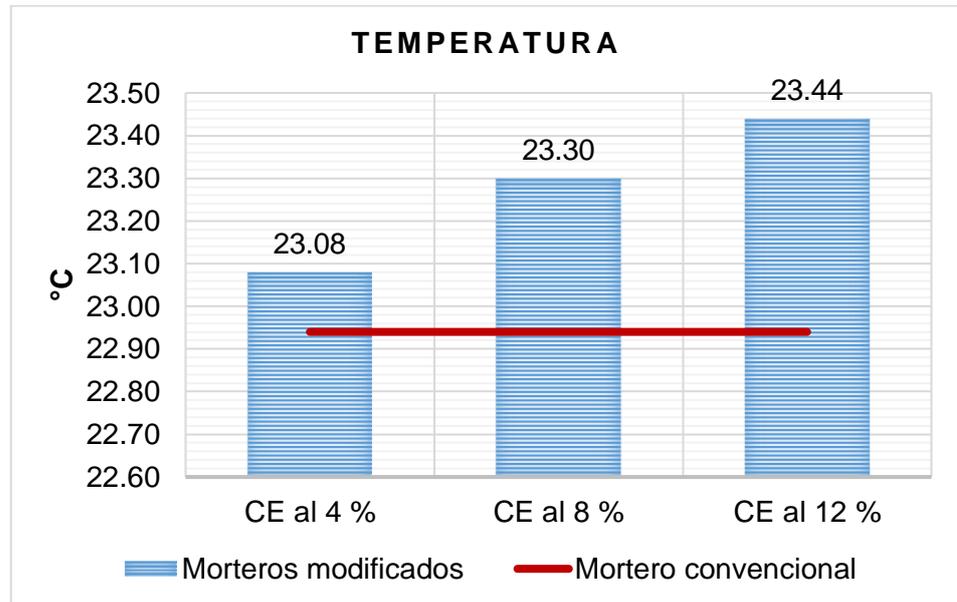


Figura 10. Variación de la temperatura en le mortero.

A pesar de no existir una gran variación de la temperatura en el mortero, se puede mencionar que existe un incremento directamente proporcional a la cantidad de sustitución de ceniza, tal como se observa en la Figura 10.

4.1.3. Tiempo de fragua

El tiempo de fragua o velocidad de endurecimiento, es la propiedad del mortero y de todo tipo de concreto, con el que se puede establecer una programación para el trabajo de colocación. Esta depende de muchos factores, pero esencialmente de la cantidad de agua y de la temperatura del mortero.

Tabla 20. Variación del tiempo de fragua en el mortero.

Muestras	Tiempo de fragua (horas)	Variación porcentual
Mortero convencional	3.46	
Mortero con CE al 4 %	3.04	-12.04%
Mortero con CE al 8 %	2.55	-26.40%
Mortero con CE al 12 %	2.21	-36.03%

Los resultados muestran que, al incrementarse el porcentaje de sustitución de cemento por ceniza, este se va reduciendo hasta en 36.03 % del valor convencional; sin embargo, esto solo puede explicarse debido a una reducción del agua, pues como se ha mencionado, la temperatura no sufrió grandes variaciones.

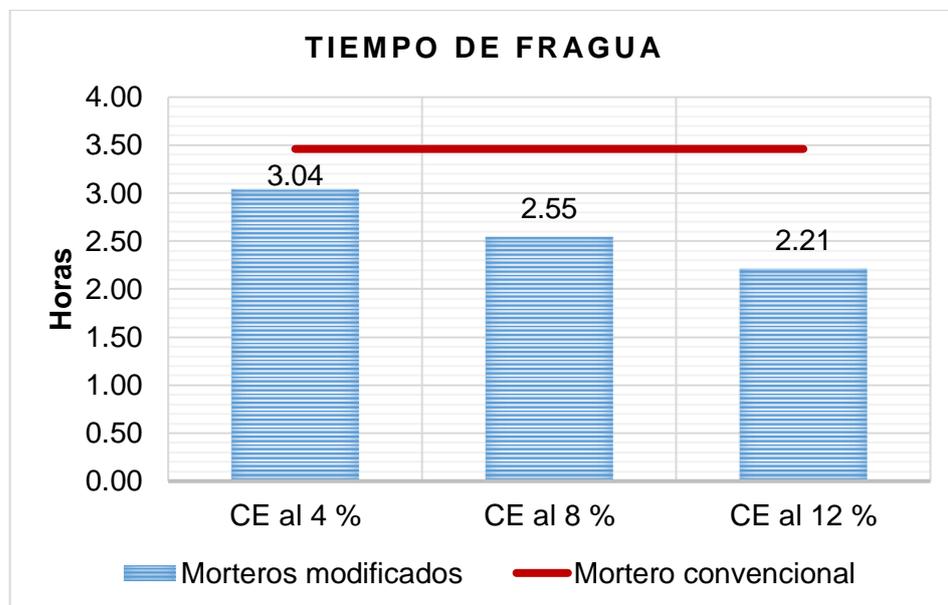


Figura 11. Modificación del tiempo de fragua del mortero.

Si bien la Figura 11 muestra esquemáticamente la variación del tiempo de fragua del mortero al sustituirlo con ceniza, también da referencias a que existe una relación proporcional del tiempo de fraguado y los porcentajes de sustitución.

También es dable mencionar que, las reducciones obtenidas no difieren de los valores de los morteros convencionales, el cual según Sánchez (2000) es de 2 a 24 horas.

4.1.4. Contenido de aire

Tabla 21. Contenido de aire en el mortero.

Muestras	Contenido de aire (%)	Variación porcentual
Mortero convencional	2.00	
Mortero con CE al 4 %	2.03	1.67%
Mortero con CE al 8 %	2.03	1.67%
Mortero con CE al 12 %	2.20	10.00%

El contenido de aire en una mezcla, no es un valor que se pueda diseñar, por lo que solo queda controlarla mediante ensayos que las normas vigentes recomiendan.

Por lo general la cantidad de aire, depende de la inclusión de aditivos especiales o adiciones, pero como se muestra en la tabla anterior, la sustitución de cemento por ceniza en 4 y 8 % solo incrementa un 1.67 % de aire. Sin embargo, al considerar un porcentaje de sustitución del 12 %, el contenido de aire se incrementa hasta un 10 % (ver Tabla 21).

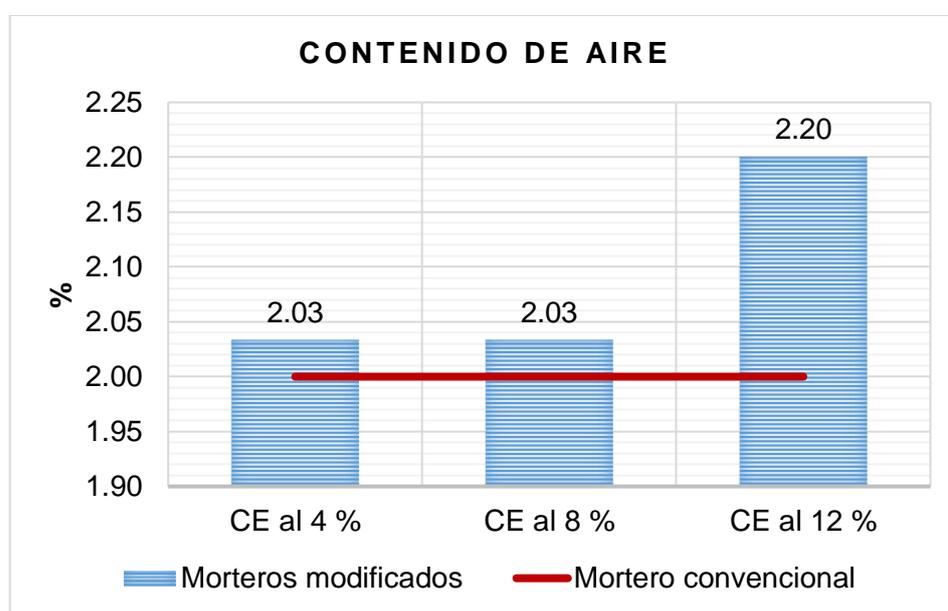


Figura 12. Variación del contenido de aire en el mortero.

La figura anterior muestra que no existe alguna relación entre la cantidad de ceniza y el aire incorporado, pues los porcentajes del 4 y 8 % dieron la misma cantidad de aire. Sin embargo, debe resaltarse que todos los valores obtenidos en laboratorio, superaron al valor de la muestra convencional. Otro aspecto importante es que, los valores obtenidos no superan las recomendaciones de la norma NTP 399.610, donde se menciona que en el óptimo contenido de aire no debe superar el 12 %.

4.1.5. Retención de agua

La retención de agua en el mortero es una propiedad de suma importancia para establecer la plasticidad de la misma al estar en contacto con una superficie absorbente, por lo que su disminución puede repercutir en otras propiedades como el fraguado y la resistencia.

Tabla 22. Modificación de la retención del agua en el mortero.

Muestras	Retención de agua (%)	Variación porcentual
Mortero convencional	92.18	
Mortero con CE al 4 %	85.84	-6.87%
Mortero con CE al 8 %	81.41	-11.68%
Mortero con CE al 12 %	75.51	-18.09%

Los resultados obtenidos en laboratorio muestran que la incorporación de la ceniza de hojas de eucalipto, disminuyen la retención de agua en el mortero; siendo que, si se sustituye ceniza por cemento en 4, 8 y 12 %, esta propiedad disminuye en 6.87, 11.68 y 18.09 % respectivamente.

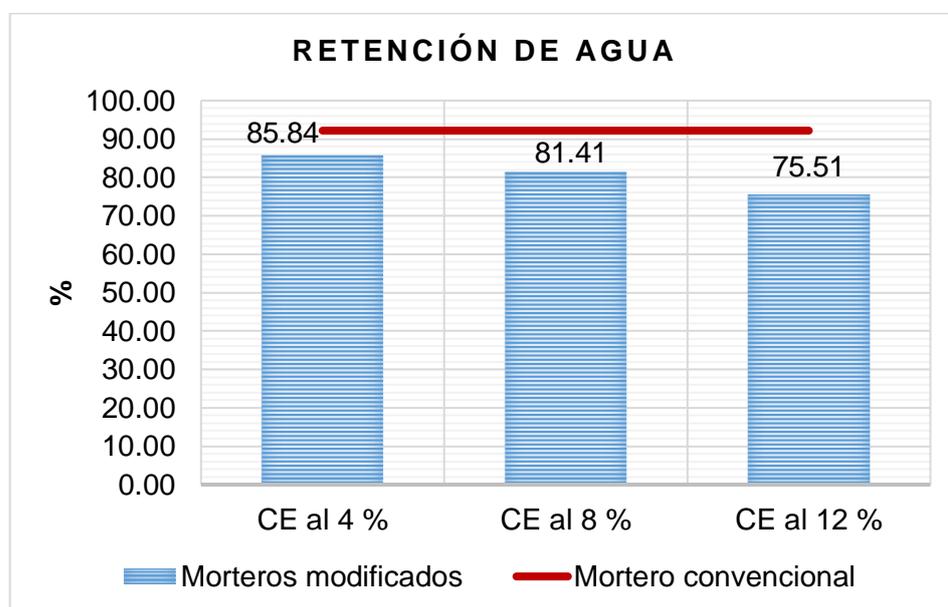


Figura 13. Modificación del tiempo de fraguado del mortero.

En la Figura 13 se observa que ninguna de las sustituciones de ceniza por cemento logran superar la retención de agua en el

mortero, esto no resulta conveniente pues, disminuye el tiempo de fraguado; esto, según Sánchez (2000) porque la mezcla disminuye su capacidad de hidratación.

4.1.6. Prueba de hipótesis específica A

Según se especifica en el numeral 3.8 (ítem a) de la presente tesis, el estadístico para probar las hipótesis A planteada, fue el propuesto por Kruskal – Wallis; pues los datos de las propiedades físicas del mortero tuvieron una distribución no normal.

En tal sentido las hipótesis a contrastar fueron:

- H_{01} : La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto no incide significativamente en las propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero.
- H_1 : La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto incide significativamente en las propiedades físicas del concreto en estado endurecido para mortero.

Tabla 23. Kruskal – Wallis para las propiedades en estado fresco.

Hipótesis nula	Significancia
Las distribuciones del asentamiento son las mismas.	0.000
Las distribuciones del temperatura son las mismas.	0.032
Las distribuciones del tiempo de fragua son las mismas.	0.016
Las distribuciones del contenido de aire son las mismas.	0.002
Las distribuciones de la retención de agua son las mismas.	0.016

El análisis mediante el estadístico de Kruskal - Wallis, formula de manera independiente una hipótesis nula (tal como se observa en la Tabla 23), la cual, mediante la significancia se rechaza o acepta. En este sentido, se puede interpretar que, al poseer una significancia menor a 0.05, las propiedades como: el asentamiento, la temperatura, el tiempo de fragua, el contenido de aire y la retención de agua, rechazan la hipótesis nula planteada en el

análisis, es decir, que la sustitución de ceniza de hojas de eucalipto por cemento, incide de manera significativa en todas las propiedades del mortero en estado fresco. Aceptándose así, la hipótesis planteada en la presente investigación (H₁).

Una ventaja del análisis de Kruskal – Wallis, es que además de obtener la significancia general puede realizar una comparación entre todos los grupos considerados en el estudio; esto se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 24. Comparación de grupos del asentamiento en el mortero fresco.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
CE al 12 %	CE al 8 %	4.80	3.72	1.29	0.20	1.00
CE al 12 %	CE al 4 %	9.90	3.72	2.66	0.01	0.05
CE al 12 %	Sin CE	14.90	3.72	4.01	0.00	0.00
CE al 8 %	CE al 4 %	5.10	3.72	1.37	0.17	1.00
CE al 8 %	Sin CE	10.10	3.72	2.72	0.01	0.04
CE al 4 %	Sin CE	5.00	3.72	1.34	0.18	1.00

Como se muestra en la Tabla 24, al comparar los grupos “CE al 12 %”, “CE al 8 %” y “CE al 4 %” con el mortero patrón “sin CE” se muestra que la significancia (sig. Ajust.) es 0.00, 0.01 y 1.00 respectivamente; esto se interpreta como: los grupos “CE al 12 %”, “CE al 8 %” influyen con el mortero patrón; mientras el grupo “CE al 4% ” no.

Tabla 25. Comparación de grupos de la temperatura.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
Sin CE	CE al 4 %	-2.10	3.59	-0.59	0.56	1.00
Sin CE	CE al 8 %	-7.50	3.59	-2.09	0.04	0.22
Sin CE	CE al 12 %	-9.20	3.59	-2.56	0.10	0.62
CE al 4 %	CE al 8 %	-5.40	3.59	-1.50	0.13	0.80
CE al 4 %	CE al 12 %	-7.10	3.59	-1.98	0.05	0.29
CE al 8 %	CE al 12 %	-1.70	3.59	-0.47	0.64	1.00

Para el análisis entre grupos de la variable temperatura, se ha demostrado que al comparar los grupos “CE al 12 %”, “CE al 8%” y

“CE al 4 %”, con el grupo “CE al 4 %”, no inciden significativamente; pues la significancia en cada grupo es mayor a 0.05.

Tabla 26. Comparación de grupos del tiempo de fragua.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
CE al 12 %	CE al 8 %	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
CE al 12 %	CE al 4 %	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
CE al 12 %	Sin CE	9.00	2.94	3.06	0.00	0.01
CE al 8 %	CE al 4 %	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
CE al 8 %	Sin CE	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
CE al 4 %	Sin CE	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00

Al analizar el comportamiento del tiempo de fragua se ha notado que el grupo “CE al 12 %” incide de manera significativa; mientras que los grupos “CE al 8 %” y “CE al 4 %” no.

Tabla 27. Comparación de grupos del contenido de aire.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
Sin CE	CE al 4 %	-1.60	3.18	-0.50	0.61	1.00
Sin CE	CE al 8 %	-1.60	3.18	-0.50	0.61	1.00
Sin CE	CE al 12 %	-10.80	3.18	-3.40	0.00	0.00
CE al 4 %	CE al 8 %	0.00	3.18	0.00	1.00	1.00
CE al 4 %	CE al 12 %	-9.20	3.18	-2.90	0.00	0.02
CE al 8 %	CE al 12 %	-9.20	3.18	-2.90	0.00	0.02

La tabla anterior muestra que los grupos “CE al 8 %” y “CE al 4 %”, no modifican de manera significativa el contenido de aire; a diferencia del grupo “CE al 12 %”.

Tabla 28. Comparación de grupos de retención de agua.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
CE al 12 %	CE al 8 %	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
CE al 12 %	CE al 4 %	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
CE al 12 %	Sin CE	9.00	2.94	3.06	0.00	0.01
CE al 8 %	CE al 4 %	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
CE al 8 %	Sin CE	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
CE al 4 %	Sin CE	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00

Finalmente, la retención de agua se diferencia de manera significativa cuando el concreto patrón se compare con el

grupo “CE al 12 %”, mientras que los grupos CE al 8 %” y “CE al 4 %” no la modifican de manera significativa.

4.2. Propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero en muros no portantes con ceniza de hojas de eucalipto

4.2.1. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es una de las principales propiedades del mortero, y está muy vinculada a la relación agua – cemento. Su importancia radica en que, el mortero debe cumplir las características necesarias para soportar esfuerzos a compresión al momento de asentar varias filas de ladrillos.

Tabla 29. Valores de la resistencia a compresión del mortero.

Muestras	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)				Variación
	7	14	21	28	
Mortero convencional	107.33	119.93	128.80	145.60	
Mortero con CE al 4 %	111.53	124.60	135.33	152.13	4.49%
Mortero con CE al 8 %	103.60	116.67	125.07	141.40	-2.88%
Mortero con CE al 12 %	97.53	111.53	121.80	135.33	-7.05%

Según se observa en la tabla anterior, los resultados obtenidos muestran que sólo una de las sustituciones del cemento por ceniza cumple los requisitos de diseño, superando hasta en 4.49 % la resistencia del mortero convencional a los 28 días.

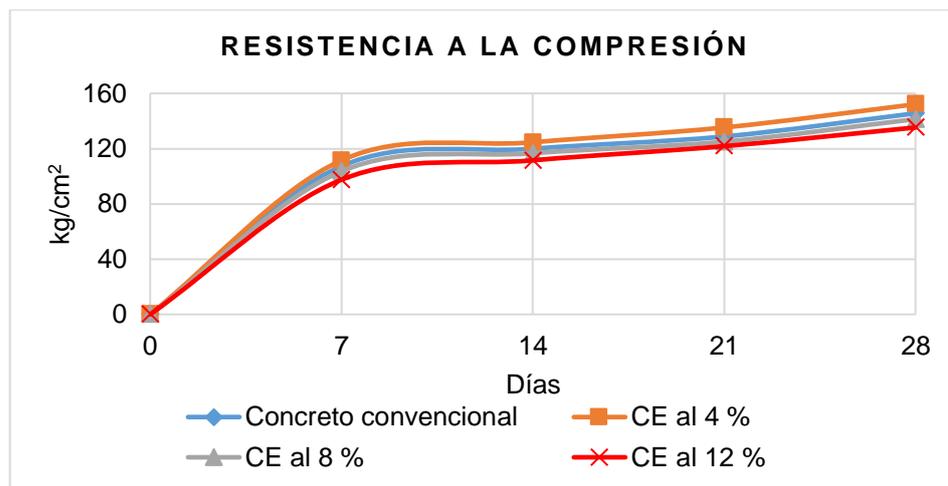


Figura 14. Resistencia a la compresión del mortero y adición de cenizas.

Lo descrito anteriormente se muestra de manera esquemática en la Figura 14, observándose claramente que una sustitución de ceniza al 4 % de cemento tiene un adecuado comportamiento de resistencia a los 7, 14 y 28 días.

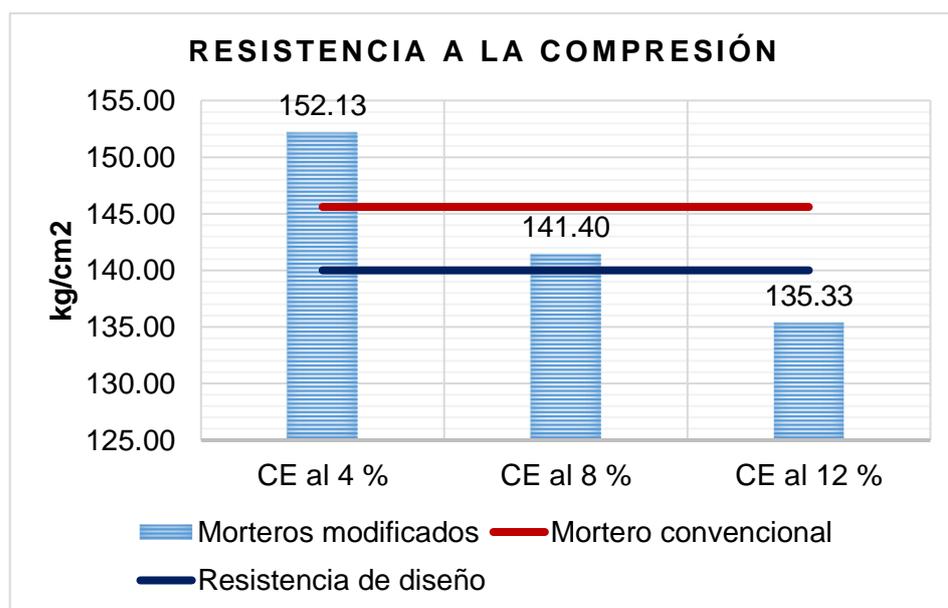


Figura 15. Resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

Al analizar solamente los resultados obtenidos a los 28 días, se puede observar que solo dos porcentajes (4 y 8 %) alcanzaron la resistencia de diseño (140 kg/cm²), pero el que superó incluso al convencional fue el porcentaje de 4 %, esto resulta importante, pues según los diseños de mezcla la resistencia debería de disminuir, lo que da indicios a suponer que la ceniza tiene

propiedades cementantes que no modifican significativamente la relación agua – cemento al momento de la elaboración del mortero.

4.2.2. Compresión axial

La resistencia a la compresión simple o axial es utilizada generalmente para determina el valor de f_m de una pila de ladrillos, asentada con mortero; por ello es un indicador de la calidad de este.

Tabla 30. Resistencia a la compresión axial en pilas.

Muestras	Resistencia a compresión axial (kg/cm ²)	Variación porcentual
Mortero convencional	36.15	
Mortero con CE al 4 %	38.47	6.42%
Mortero con CE al 8 %	36.92	2.14%
Mortero con CE al 12 %	35.89	-0.71%

Ante lo mencionado, los resultados obtenidos muestran que la sustitución de ceniza de eucalipto con 4 % y 8 %, superan los valores del mortero convencional en 6.42 y 2.14 % respectivamente. Si bien estos resultados dependen de la calidad del ladrillo, es innegable que la función del mortero es muy importante, pues coadyuva a soportar las cargas.

También es necesario mencionar que, al comparar los resultados con los que recomienda la norma a los 28 días, todas las pilas ensayadas, superan lo recomendado de 35 kg/cm² tal como se muestra en la Tabla 11.

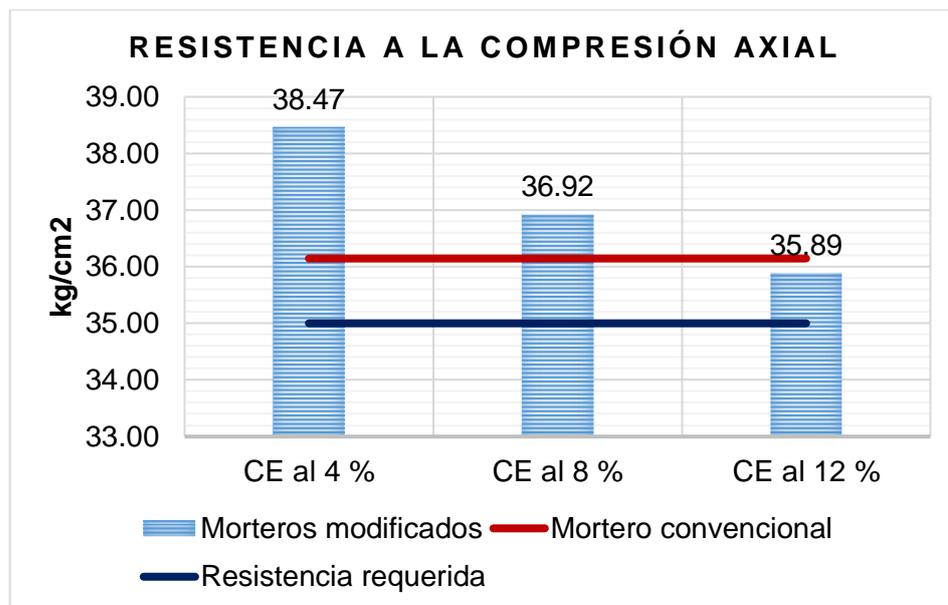


Figura 16. Resistencia a la compresión en 28 días.

La figura anterior muestra que existe una relación proporcional entre la cantidad de ceniza sustituida y la resistencia a la compresión simple en pilas, lo cual es un indicador de que el mortero cumple adecuadamente sus funciones.

4.2.3. Compresión diagonal

La compresión diagonal fue realizada para determinar la resistencia al corte puro ($v'm$) en muretes; y al igual que la resistencia a compresión simple, un buen comportamiento del murete, se debe al mortero que une los elementos de albañilería de forma adecuada.

Tabla 31. Resistencia a la compresión diagonal en muretes.

Muestras	Resistencia a compresión diagonal (kg/cm ²)	Variación porcentual
Mortero convencional	6.16	
Mortero con CE al 4 %	6.85	11.13%
Mortero con CE al 8 %	6.34	2.93%
Mortero con CE al 12 %	6.11	-0.83%

Según los resultados, la sustitución de cemento por ceniza de hojas de eucalipto en concentraciones del 4 y 8 % incrementa en,

11.13 y 2.93 % respectivamente, la resistencia al corte; mientras que un 12 % de sustitución, la disminuye en 0.83 %.

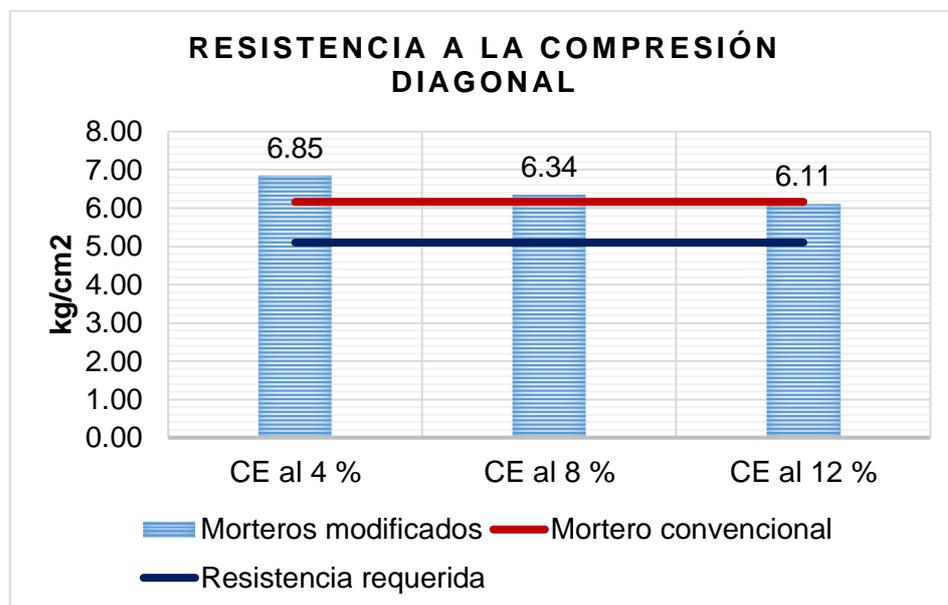


Figura 17. Resistencia a la compresión diagonal en muretes.

La anterior figura muestra esquemáticamente los descrito anteriormente; también da a conocer que, a medida se incrementa la cantidad de ceniza el valor de la resistencia al corte (v'm) disminuye.

4.2.4. Prueba de hipótesis específica B

La prueba de hipótesis B fue determinada según lo especificado el numeral 3.8 (ítem a), por tal motivo, se aplicó el modelo Kruskal – Wallis, para contrastar las siguientes hipótesis:

- H_{02} : La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto no se relaciona significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero.
- H_2 : La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto se relaciona significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero.

Tabla 32. Kruskal – Wallis de las propiedades en estado endurecido.

Hipótesis nula	Significancia
La distribución de la resistencia a compresión son las mismas.	0.015
La distribución de la resistencia a compresión axial son las mismas.	0.019
La distribución de la resistencia a compresión diagonal son las mismas.	0.015

Como se observa en la tabla anterior, el estadístico Kruskal – Wallis, plantea hipótesis nula para cada propiedad del mortero en estado endurecido. De ella se puede observar que todas son rechazadas debido a que la significancia es menor a 0.05, es decir, la sustitución de cemento con cenizas de hojas de eucalipto se relaciona de manera significativa todas las propiedades del mortero en estado endurecido; aceptándose la hipótesis planteada en la presente tesis (H₂).

Una ventaja de esta prueba estadística es que además se pueden comparar los grupos considerados en el estudio; estos valores se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 33. Comparación de grupos de la resistencia a la compresión.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
CE al 12 %	CE al 8 %	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
CE al 12 %	Sin CE	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
CE al 12 %	CE al 4 %	9.00	2.94	3.06	0.00	0.01
CE al 8 %	Sin CE	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00
CE al 8 %	CE al 4 %	6.00	2.94	2.04	0.04	0.25
Sin CE	CE al 4 %	-3.00	2.94	-1.02	0.31	1.00

La tabla anterior, compara los grupos “CE al 4 %”, “CE al 8 %” y “CE al 12 %” con el mortero patrón (sin CE), con el fin de establecer si existe una influencia en la resistencia a compresión del mortero; obteniéndose así significancias de 1.00, 1.00 y 0.25 respectivamente. Estos valores indican que no existe una variación significativa de esta propiedad respecto a la muestra patrón.

Tabla 34. Comparación de grupos de la resistencia a compresión en pilas.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
CE al 12 %	Sin CE	2.33	2.94	0.79	0.43	1.00
CE al 12 %	CE al 8 %	5.67	2.94	1.93	0.05	0.33
CE al 12 %	CE al 4 %	8.67	2.94	2.94	0.00	0.02
Sin CE	CE al 8 %	-3.33	2.94	-1.13	0.26	1.00
Sin CE	CE al 4 %	-6.33	2.94	-2.15	0.03	0.19
CE al 8 %	CE al 4 %	3.00	2.94	1.02	0.31	1.00

En la Tabla 34 se observa que los grupos “CE al 4 %”, “CE al 8 %” y “CE al 12 %” comparado con la muestra patrón, no presentan variaciones significativas, es decir la significancia es mayor a 0.05; demostrando así que la adición de cenizas de hojas de Eucalipto no influyen en la resistencia a compresión axial en pilas.

Tabla 35. Comparación de grupos en resistencia a compresión diagonal.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
CE al 12 %	Sin CE	3.00	2.93	1.02	0.31	1.00
CE al 12 %	CE al 8 %	6.00	2.93	2.05	0.04	0.25
CE al 12 %	CE al 4 %	9.00	2.93	3.07	0.00	0.01
Sin CE	CE al 8 %	-3.00	2.93	-1.02	0.31	1.00
Sin CE	CE al 4 %	-6.00	2.93	-2.05	0.04	0.25
CE al 8 %	CE al 4 %	3.00	2.93	1.02	0.31	1.00

Finalmente, según la Tabla 35, al comparar la significancia del mortero patrón y los grupos CE al 4 %, “CE al 8 %” y “CE al 12 %”, se obtuvieron valores de 1.00, 1.00 y 0.25 respectivamente; esto demuestra que sustituir ceniza de hojas de Eucalipto, no influyen en la resistencia a compresión diagonal en muretes.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero en muros no portantes con ceniza de hojas de eucalipto

En primera instancia se analizó la granulometría de la arena gruesa obtenida de la cantera de río 3 de diciembre a fin de determinar si es apta para elaboración de morteros de cemento portland, resultando que esta cumple con lo estipulado por la norma E. 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Tabla 2), lo cual asegurará su trabajabilidad y una buena penetración de la humedad (Sánchez, 2000), procediendo con el diseño de mezcla del mortero convencional de $f'c$: 140 kg/cm² cuya relación agua - cemento fue de 0.80 y una dosificación de cemento y arena de 1:3.74, para el mortero con sustitución de cemento en 4 % una relación agua – cemento de 0.83 con dosificación de cemento y arena de 1:3.90, para el mortero con sustitución de cemento en 8 % una relación agua – cemento de 0.87 con dosificación de cemento y arena de 1:4.06 y para el mortero con sustitución de cemento en 12 % una relación agua – cemento de 0.91 con dosificación de cemento y arena de 1:4.25, de los cuales en función a su dosificación se encuentran dentro de los rangos de 1:3 a 1:5 cuyo uso es dable para pega de ladrillos en muros (Tabla 1) y cumple con el requerimiento para un

muro no portante por encontrarse dentro de la dosificación de hasta 1:6 (Tabla 4); asimismo, es dable mencionar que el incremento de la relación agua – cemento se da por la adición de finos (ceniza de hojas de eucalipto), resultados que también fueron obtenidos por Carrillo (2018), Gluitz y Marafão (2013), Pérez (2017) y Ricardo (2012) donde a mayor reemplazo de cemento por ceniza la relación agua – cemento se ve incrementada.

Establecidos los diseños de los morteros, se procedió a la medición de las propiedades en estado fresco del mortero, para ello se consideró en primer lugar al asentamiento, esto al no contar con el instrumento para la medición de la fluidez, donde a mayor contenido de ceniza de hojas de eucalipto el asentamiento se ve reducido en hasta -27.84 % (Tabla 18), lo cual en comparación con la investigación de Carrillo (2018) con el reemplazo de ceniza por cemento, no guardaría relación pues obtuvo el incremento de la fluidez del mortero en un reemplazo de 8 %; no obstante, este fenómeno estaría en relación con la temperatura del mortero, pues presentó un ligero incremento en 2.18 % más en comparación del mortero convencional, lo cual se vería reflejado en el requerimiento de mayor cantidad de agua para conservar su trabajabilidad (Sánchez, 2000); asimismo, respecto a esta propiedad no existe parámetros establecidos para la temperatura del mortero, más la norma E.060 del Reglamento Nacional de edificaciones (MVCS, 2010), hace mención que el concreto para climas fríos debe encontrarse en rangos de 5 °C a 32 °C, bajo esta premisa se tiene que los morteros evaluados se encuentran dentro de lo establecido (Tabla 6).

Lo concerniente al tiempo de fragua, se obtuvo que este se redujo en los morteros modificados con ceniza en -36.03 % a comparación del mortero convencional, lo cual resultaría beneficioso pues el calor de hidratación del mortero está controlado asegurando sus características de resistencias (Pasquel, 1998); en relación a rangos recomendables se tiene que este debe estar entre 2 y 24 horas (Sánchez, 2001), valores que se cumplen tal como se muestra en la Tabla 20.

En relación al contenido de aire se denotó que, con el crecimiento contenido de ceniza en el mortero, este también va en incremento en hasta 10 % más en relación al mortero convencional (Tabla 21) situación que es favorable pues asegurara la mayor durabilidad y trabajabilidad del mismo (Sánchez, 2000); adicional a ello se tiene que el contenido de aire cumple con lo establecido en la NTP 399.610 (INDECOPI, 2013) según la Tabla 6 con un máximo de 12 %.

Asimismo, se consideró la retención de agua del mortero, donde el reemplazo de cemento por ceniza de hojas de eucalipto la disminuye en hasta -18.09 % en relación al mortero convencional, bajo la premisa que la retención de agua es la habilidad del mortero para mantener su plasticidad cuando queda en contacto con una superficie absorbente, como una unidad de albañilería (Sánchez, 2000); esta propiedad no se vería afectada pues según la NTP 399.610 (INDECOPI, 2013) los valores mínimos de retención de agua (Tabla 6) es del 75 %, valor que se cumplió tal como se detalla en la Tabla 22 por encontrarse entre los rangos de 75.51 % a 92.18 %.

Por último, de acuerdo a la contrastación estadística según el estadístico de Kruskal – Wallis (Tabla 23), la significancia resultó menor a 0.05 en lo referido al asentamiento, temperatura, tiempo de fragua, contenido de aire y la retención de agua, con lo cual se deduce que la sustitución de ceniza de hojas de eucalipto por cemento, incide de manera significativa en todas las propiedades del mortero en estado fresco.

5.2. Propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero en muros no portantes con ceniza de hojas de eucalipto

Siguiendo con lo estipulado por la NTP 399.610 (INDECOPI, 2013), la resistencia a compresión del mortero simple de pega a los 28 días debe ser un mínimo de 2.4 Mpa (24.47 kg/cm²), valor que se cumple según los resultados obtenidos en la Tabla 29, pues los porcentajes de 4 % y 8 % alcanzaron la resistencia de diseño (140 kg/cm²), del cual este primero superó al mortero convencional, lo cual resulta importante, pues a pesar de

la disminución del contenido de cemento portland se da una buena resistencia del mortero, lo cual estaría relacionado con la reducción del asentamiento, pues morteros secos presentan mayor resistencia a comparación de los morteros húmedos (Sánchez, 2000), otro aspecto importante es que según las investigaciones de CEDEX (2014), uno de los principales usos de la ceniza de biomasa, se da como sustitución de cemento en morteros, en porcentajes de 5 a 30 %, recomendando su aplicación por su potencial contenido de mineral puzolánico y por ende activador en materiales tratados con cemento. Asimismo, es dable mencionar que en las investigaciones de Pérez (2017), Matias (2018) y Carrillo (2018) también se denotó el incremento de la resistencia a compresión del mortero con la sustitución de cemento portland por ceniza.

Otro aspecto importante considerado fue la resistencia a compresión en pilas y muretes, a fin de determinar si el comportamiento de los morteros modificados con ceniza de hoja de eucalipto se vería reflejado en el comportamiento de la albañilería; además, considerando la premisa que estable la norma E. 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, que si la granulometría o dosificación de morteros no guardar relación con lo establecido en la Tabla 2 y Tabla 4 se denotará su eficacia con el cumplimiento de ensayos en pilas y muretes.

De acuerdo a ello se tiene la Tabla 30, donde la sustitución de ceniza de eucalipto con 4 % y 8 %, superan los valores del mortero convencional en 6.42 y 2.14 % respectivamente, adicional a ello al comparar los resultados con lo recomendado por la norma E. 070, a los 28 días las pilas ensayadas superan el mínimo de 35 kg/cm², en cuanto a la resistencia a compresión diagonal por la sustitución de cemento por ceniza de hojas de eucalipto en concentraciones del 4 y 8 % se incrementa en 11.13 y 2.93 %; mientras que un 12 % de sustitución, la disminuye en 0.83 %; no obstante, los valores obtenidos superar lo mínimo requerido por la norma E. 070 de 5.1 kg/cm². Este incremento de la resistencia a compresión tanto axial y diagonal en los especímenes elaborados con ceniza de hoja de eucalipto

se daría por la variación de la resistencia a compresión de los morteros tal como señala Gallegos (2005).

Finalmente, según la Tabla 32 obtenida con la aplicación del estadístico Kruskal – Wallis, los niveles de significancia resultaron menor a 0.05, es decir, la sustitución de cemento con cenizas de hojas de eucalipto se relaciona de manera significativa con todas las propiedades del mortero en estado endurecido.

CONCLUSIONES

1. Se evaluó que las cenizas de hoja de eucalipto mejoran las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes, siendo que, el mejor comportamiento se da con sustitución de ceniza en 4 %, reduciéndose el asentamiento y la retención de agua en 7.73 % y 6.87 %; mientras que la resistencia a compresión en mortero, a la compresión axial en pilas y a compresión diagonal incrementan en 4.49 %, 6.42 % y 11.13 %.
2. La sustitución de cemento por ceniza de hojas de eucalipto en proporciones del 4, 8 y 12 % modifican de manera significativa las propiedades del concreto simple para morteros en muros no portantes, sin embargo, esta modificación no resulta beneficiosa para el mortero, pues el asentamiento, el tiempo de fragua y la retención del agua se reducen hasta en 27.84 %, 36.03 % y 18.09 % respectivamente, cuando se considera una sustitución del 12 % de ceniza. Con respecto a la temperatura y el contenido de aire, estas se incrementan, pero no representan un cambio sustancial desde el punto de vista técnico.
3. De acuerdo al análisis estadístico la sustitución de cemento por ceniza de hojas de eucalipto en proporciones del 4, 8 y 12 % influyen de manera significativa en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes; sin embargo, esta modificación sólo resulta óptima si se considera un porcentaje de sustitución del 4 %; pues al considerar un 8 y 12 % de sustitución, la resistencia a la compresión del mortero, la resistencia a la compresión simple en pilas y la resistencia a la compresión diagonal en muretes disminuyen en 7.05 %, 0.71 % y 0.83 %.

RECOMENDACIONES

1. Se ha demostrado que el uso de la ceniza de hojas de eucalipto puede mejorar algunas propiedades del mortero, por lo que se recomienda su uso en sustituciones de hasta 4 % con respecto al peso del cemento.
2. Se recomienda el uso de cenizas provenientes de otras fuentes como la leña, el carbón vegetal, etc.; con el fin ampliar el conocimiento con distintos materiales utilizables como ceniza en el mortero o el concreto.
3. Se recomienda para la elaboración de morteros, realizar los respectivos diseños de mezcla, pues aquellos estandarizados en las normativas actuales, suelen variar dependiendo de las propiedades de arenas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASOCEM. (2019). Indicadores internacionales de cemento al 2018. Recuperado de <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-internacionales>
- ASOCEM. (2020). Reporte estadístico nacional. Recuperado de <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales>
- Carrillo, R. (2018). *Sustitución del cemento por 8% y 16% en combinación del molusco *Trachy Cardium Procerum* (pata de mula) y hoja de Eucalipto en mortero y determinar su resistencia* (Universidad San Pedro). Recuperado de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/4370>
- CEDEX. (2014). Cenizas procedentes de la biomasa. Recuperado de Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas website: <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/23/diciembre-2014/>
- Del Cid, A., Sandoval, R., & Sandoval, F. (2007). *Investigación. Fundamentos y metodología* (Primera; H. Rivera, Ed.). México: Pearson Educación.
- Franco, Á., Ferreira, G., Barreto, G., Schawantes-Cezario, N., & Morales, G. (2019). Initial study of eucalyptus wood ash (EWA) as a mineral admixture in concrete. *DYNA (Colombia)*, 86(208), 264–270. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.74580>
- Gallegos, H. (2005). *Albañilería estructural* (3a ed.). Lima - Perú: Fondo Editorial de la PUCP.
- Gluitz, A., & Marafão, D. (2013). *Utilização da cinza da madeira de eucalipto na substituição parcial do cimento portland em argamassa* (Univerisdad Tecnológica Federal Do Paraná). Recuperado de http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1994/1/PB_COQUI_2013_1_03.pdf
- Google Earth. (2020). Google Earth Pro. Recuperado de <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la

- investigación. En *Mc Graw Hill* (5°). México D.F.
- INDECOPI. (2013). *Unidades de albañilería. Especificación normalizada (NTP 399.610:2013 revisada el 2018)*. Lima - Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
- Márquez, B. (2014). *Cenizas y grasas*. Universidad Nacional de San Agustín.
- Matias, S. (2018). *Resistencia de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto* (Universidad San Pedro). Recuperado de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8015>
- Mejía, E. (2018). *Resistencia de concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ con sustitución del cemento en 8% 10% de ceniza de hoja de eucalipto*. Universidad San Pedro.
- MVCS. (2010). *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Tercera; Empresa Editora Macro E.I.R.L., Ed.). Lima - Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú* (Segunda). Lima - Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Pérez, Y. (2017). *Resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (*Eucaliptus Globulus*)* (Universidad San Pedro). Recuperado de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7975>
- Ricardo, N. (2012). *Estudo preliminar da viabilidade do aproveitamento da cinza proveniente de filtro multiclone pela combustão de lenha de Eucalipto em caldeira fumotubular como adição ao concreto* (Universidad Federal do Rio Grande do Sul). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10183/75712>
- Rivera, G. (2007). *Concreto simple* (Primera, p. 256). Primera, p. 256. Recuperado de <https://www.udocz.com/read/tecnologia-concreto-y-mortero-rivera-pdf>
- Sánchez, D. (2000). *Tecnología del concreto y del mortero* (Cuarta). Santafé de Bogotá: Bhandar Editores Ltda.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de consistencia

Tesis: “Influencia de la ceniza de hojas de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿De qué manera las cenizas de hojas de eucalipto modifican las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto incide en las propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero en muros no portantes? b) ¿La cantidad de ceniza de hojas de eucalipto se relaciona con las propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero en muros no portantes?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar de qué manera las cenizas de eucalipto modifican las propiedades del concreto simple para morteros en muros no portantes.</p> <p>Objetivos específicos: a) Analizar cómo la cantidad de ceniza de eucalipto incide en las propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero en muros no portantes. b) Diferenciar cómo la cantidad de ceniza de eucalipto se relaciona con las propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero en muros no portantes.</p>	<p>Hipótesis general: Las cenizas de eucalipto mejoran las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La cantidad de ceniza de eucalipto incide significativamente en las propiedades en estado fresco del concreto simple para mortero. b) La cantidad de ceniza de eucalipto se relaciona significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto simple para mortero.</p>	<p>Variable independiente (X): ceniza de eucalipto.</p> <p>Variable dependiente (Y): concreto simple para mortero.</p>	<p>- Cantidad de ceniza de eucalipto.</p> <p>- Propiedades en estado fresco.</p> <p>- Propiedades en estado endurecido.</p>	<p>Porcentaje de ceniza de eucalipto.</p> <p>- Asentamiento. - Temperatura. - Tiempo de fragua. - Aire incorporado. - Retención de agua.</p> <p>- Resistencia a compresión axial. - Resistencia a compresión diagonal.</p>	<p>Método general: Método científico.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel: Explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental.</p> <p>Población: La población correspondió al concreto simple para mortero con reemplazo de ceniza de eucalipto en el cemento, donde la cantidad de ensayos realizados se muestra en la Tabla 15, lo que hace un total de 156 especímenes.</p> <p>Muestra: La muestra considerada en la presente investigación fue el total de la población, por lo que no hubo un tipo de muestreo, sino que fue un censo.</p>

ANEXO N° 02: DISEÑO DE MEZCLAS DE MORTERO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

SOLICITA / PETICIONARIO : Bach. JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS

PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES*

CANTERA N° / UBICACIÓN : ARENA GRUESA 3 DE DICIEMBRE CHUPACA

UBICACIÓN DE OBRA Distrito HUANCAYO

Provincia HUANCAYO

Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V

FECHA : 13/01/2020

ARENA GRUESA			
AGREGADO FINO MTC - 205			
N°	IDENTIFICACION	M1	M-2
			PROMEDIO
A	Peso de Mat. Satu.Sup. Seca (en aire)	250	250
B	Peso del frasco + H2O	206.2	205.6
C	Peso del frasco + H2O + Arena = A+B	456.2	455.6
D	Peso del mat. + H2O en el frasco	358	359
E	Vol. de masa + Vol. de vacios = C-D	98.2	96.6
F	Peso del material seco en estufa (105° c)	246.8	246.5
G	Volumen de masa = E-(A-F)	95	93.1
	P. Esp. Bulk (Base seca) = F/E	2.513	2.552
	P. Esp. Bulk (Base saturada) = A/E	2.546	2.588
	P.Esp. Aparente (Base seca) = F/G	2.598	2.648
	% de Absorcion = ((A-F) /F) x100	1.297	1.420
	Peso Especifico Adoptado		2.567

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP. 130103
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALTO

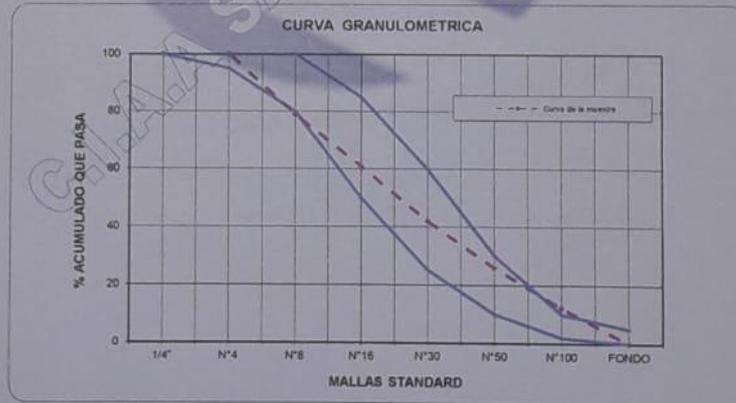
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

AGREGADO FINO

SOLICITA / PETICIONARIO: Bach. JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES*
 SECTOR :
 CANTERA / UBICACION : ARENA GRUESA - 3 DE DICIEMBRE- CHUPACA - JUNIN
 UBICACION DE OBRA : Distrito : HUANCAYO
 Provincia : HUANCAYO TECNICO : J. S. C. Y.
 Region : JUNIN FECHA : 13/01/2020

N° MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMULADO QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					inf.	Sup.
1/4"				100.00	100	100
N°4	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
N°8	233.00	21.11	21.11	78.89	80	100
N°16	198.00	17.93	39.04	60.96	50	85
N°30	210.00	19.02	58.06	41.94	25	60
N°50	178.00	16.12	74.18	25.82	10	30
N°100	150.00	13.69	87.77	12.23	2	10
FONDO	135.00	12.23	100.00	0.00	0	5
TOTAL	1104.00					

MODULO DE FINURA M.F. = 2.80



C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Islu
 CIP: 130183
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALFA

EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E-114

PROYECTO / OBRA : Bach. JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 SOLICITA / PETICIONARIO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES*
 SECTOR :
 CANTERA N° / UBICACIÓN : ARENA GRUESA 3 DE DICIEMBRE CHUPACA
 UBICACIÓN DE OBRA : Distrito HUANCAYO
 Provincia HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V
 Region JUNIN FECHA : ENERO DEL 2020

No	DESCRIPCION	EQUIVALENTE DE ARENA		
		M-1	M-2	M-1
	TAMAÑO MAXIMO	4.75 mm.	4.75 mm	4.75 mm.
A	HORA ENTRADA A SATURACION	10.1	10.12	10.14
2	SALIDA DE SATURACION	10.2	10.22	10.24
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	10.22	10.24	10.24
4	SALIDA DECANTACION	10.42	10.44	10.46
5	ALTURA MATERIAL FINO (pulg)	5.20	5.00	5.20
6	ALTURA ARENA (pulg.)	3.90	3.80	3.90
7	EQUIV. ARENA	75.00	76.00	75.00
	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)		75.33	

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP-130103
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFARTE

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS Y CLORUROS EN SUELOS - NTP 339.178 (2002)

SOLICITA / PETICIONARIO : Bach. JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES*
 SECTOR :
 CANTERA N° / UBICACION : ARENA GRUESA 3 DE DICIEMBRE CHUPACA
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01
 UBICACION DE OBRA : Distrito : HUANCAYO
 Provincia : HUANCAYO TECNICO : J. Santa Cruz V
 Region : JUNIN FECHA : 06/01/2020

RESULTADOS

PIEDRA	CLORUROS CL ASTM D-3370;1999 NTP 339.177;2002 %	SULFATOS (SO4) ASTM E-225;2001 NTP 339.178;2002 %	SALES TOTALES %	PH MTC E - 129 ASTM - 4792
GRAVA	0.0079	0.02400	0.0319	6.57
ARENA	0.0052	0.0190	0.0242	6.98

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP: 130103
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALTO

ENSAYO DE DURABILIDAD

MTC E 209 EM 2000

PROYECTO / OBRA : Bach. JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 SOLICITA / PETICIONARIO : INFLUENCIA DE LA GENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES*
 SECTOR :
 CANTERA N° / UBICACIÓN : ARENA GRUESA 3 DE DICIEMBRE CHUPACA
 UBICACIÓN DE OBRA :
 Distrito : HUANCAYO
 Provincia : HUANCAYO
 Region : JUNIN
 TECNICO : J. Santa Cruz V.
 FECHA : 06/01/2020

ARENA GRUESA					
TAMAÑO DE PARTICULA	GRANULOMETRIA ORIGINAL	PESO DE LA FRACCION ENSAYADA		% PERDIDA TOTAL	PERDIDA MEDIA
		ANTES	DESPUES		
N°8	21.11	233.00	215.00	7.73	1.63
N°16	17.93	198.00	185.00	6.57	1.18
N°30	19.02	210.00	192.00	8.57	1.63
N°50	16.12	178.00	165.00	7.30	1.18
AGREGADO FINO	25.82	285.00	265.00	7.02	1.81
TOTAL	100.00	1104.00			7.43

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan C. Dionisio Isla
 CIP: 130100
 ESPECIALISTA EN SUABIZADO DE CONCRETO Y ALFALTO

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO F'C=140 KG/CM²

TESISTA : JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS

TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"

FECHA : ENERO - 2020

Datos de diseño

Material	Pvss (kg/m ³)	GE	%Abs	R a/c
Arena	1430	2.35	4.98	0.8
Cemento	1310	3.15		

1. Volumen de lechada (VL)

$$V.L = 1 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \cdot \gamma_w}$$

W _{ar} :	1430	kg
GE _{ar} :	2.35	
γ _w :	1000	kg/m ³
VL:	0.391	m ³

Cuadro 1. Influencia de la relación agua/cemento en la resistencia del cemento.

A/C	f _c (kg/cm ²)
0.36	330
0.40	370
0.45	390
0.50	295
0.55	275
0.60	230
0.65	220
0.70	185
0.75	165
0.80	140

2. Volumen de lechada (VL) por bolsa de cemento

2.1 Peso del agua

$$W_w = R_{a/c} \cdot W_c$$

R _{a/c} :	0.8	
W _c (bolsa):	42.5	kg
W _w :	34	kg

2.2 Volumen del agua

$$V_w = \frac{W_w}{GE_w \cdot \gamma_w}$$

GE _w :	1	
γ _w :	1000	kg/m ³
W _w :	34	kg
V _w :	0.034	m ³

2.3 Volumen del cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c \cdot \gamma_w}$$

W _c :	42.5	kg
GE _c :	3.15	
V _c :	0.013	m ³

2.4 Volumen de lechada por bolsa de cemento

VL:	0.047	m ³
-----	-------	----------------

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP: 130103
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ACERVO

3. Volumen por metro cúbico de mortero

3.1 Volumen de cemento

$$\frac{VL \rightarrow 1 m^3}{V_c \rightarrow 1 m^3} = \frac{VL \rightarrow 1 bolsa}{V_c \rightarrow 1 bolsa}$$

V _c :	0.111	m ³
------------------	-------	----------------

3.1 Volumen de agua

$$\frac{VL \rightarrow 1 m^3}{V_w \rightarrow 1 m^3} = \frac{VL \rightarrow 1 bolsa}{V_w \rightarrow 1 bolsa}$$

V _w :	0.280	m ³
------------------	-------	----------------

3.3 Volumen de lechada por metro cúbico

VL:	0.391	m ³
-----	-------	----------------

4. Determinación de peso por metro cúbico

4.1 Volumen de arena

V _{ar} :	0.609	m ³
-------------------	-------	----------------

4.2 Peso de cemento

$$W_c = V_c \cdot GE_c \cdot \gamma_w$$

W _c :	350.338	kg
------------------	---------	----

4.3 Peso de la arena

$$W_{ar} = V_{ar} \cdot GE_{ar} \cdot \gamma_w$$

W _{ar} :	1430.0	kg
-------------------	--------	----

4.4 Peso de agua

$$W_w = V_w \cdot GE_w \cdot \gamma_w$$

W _w :	280.271	kg
W _w :	280.271	L

4.5 relación agua - cemento

R a/c	0.8000	kg/kg
-------	--------	-------

5. Corrección por absorción y humedad del agregado

$$W_{abs} = W_{ar} \cdot \left(\frac{\%abs}{100} \right)$$

$$W_{hum} = W_{ar} \cdot \left(\frac{\%hum}{100} \right)$$

%hum:	0.000	%
W _{abs} :	71.214	L
W _{hum} :	0.000	L
V _w Total:	351.485	L

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP: 130103
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

6. Proporción del material para ensayo

6.1 Determinación del volumen de concreto

Días	Cantidad	Vol (m ³)	Vol. Parcial (m ³)
------	----------	-----------------------	--------------------------------

7	3	0.0053	0.0159
14	3	0.0053	0.0159
28	3	0.0053	0.0159
Vol. Total			0.0477

7. Dosificación de tandas para el ensayo

Volumen (m ³)	Cemento (kg)	Arena (kg)	Agua (L)
1.00	350.34	1430.00	351.48
0.048	16.72	68.23	16.77

8. Dosificación por tandas

V _{sc}	0.267
Var/V _c	3.74
Relación:	1 : 3.74

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dignisio Isla
CIP. 135103
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALTO

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO F'C=140 KG/CM² + 4% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO

TESISTA : JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"
 FECHA : ENERO - 2020

Datos de diseño

Material	Pvss (kg/m ³)	GE	%Abs	R a/c
Arena	1430	2.35	4.98	0.8
Cemento	1310	3.15		

1. Volumen de lechada (VL)

$$V.L = 1 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \cdot \gamma_w}$$

W _{ar} :	1430	kg
GE _{ar} :	2.35	
γ _w :	1000	kg/m ³
VL:	0.391	m ³

Cuadro 1. Influencia de la relación agua/cemento en la resistencia del cemento.

A/C	f'c (kg/cm ²)
0.36	120
0.40	170
0.45	210
0.50	245
0.55	275
0.60	300
0.65	320
0.70	335
0.75	345
0.80	350

2. Volumen de lechada (VL) por bolsa de cemento

2.1 Peso del agua

$$W_w = R_{a/c} \cdot W_c$$

R _{a/c} :	0.8	
W _c (bolsa):	42.5	kg
W _w :	34	kg

2.2 Volumen del agua

$$V_w = \frac{W_w}{GE_w \cdot \gamma_w}$$

GE _w :	1	
γ _w :	1000	kg/m ³
W _w :	34	kg
V _w :	0.034	m ³

2.3 Volumen del cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c \cdot \gamma_w}$$

W _c :	42.5	kg
GE _c :	3.15	
V _c :	0.013	m ³

2.4 Volumen de lechada por bolsa de cemento

VL:	0.047	m ³
-----	-------	----------------

3. Volumen por metro cúbico de mortero

3.1 Volumen de cemento y ceniza

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP-130103
ESPECIALISTA EN DISEÑOS, CONCRETO Y ALFALTO

$$\frac{VL \rightarrow 1 m^3}{V_c \rightarrow 1 m^3} = \frac{VL \rightarrow 1 bolsa}{V_c \rightarrow 1 bolsa}$$

Vc:	0.111	m ³
Vc:	0.107	m ³
Vcz:	0.004	m ³

3.1 Volumen de agua

$$\frac{VL \rightarrow 1 m^3}{V_w \rightarrow 1 m^3} = \frac{VL \rightarrow 1 bolsa}{V_w \rightarrow 1 bolsa}$$

V _w :	0.280	m ³
------------------	-------	----------------

3.3 Volumen de lechada por metro cúbico

VL:	0.391	m ³
-----	-------	----------------

4. Determinación de peso por metro cúbico

4.1 Volumen de arena

V _{ar} :	0.609	m ³
-------------------	-------	----------------

4.2 Peso de cemento y ceniza

$$W_c = V_c \cdot GE_c \cdot \gamma_w$$

W _c :	350.338	kg
W _c 96%:	336.325	kg
W _{cz} 4%:	14.014	kg

4.3 Peso de la arena

$$W_{ar} = V_{ar} \cdot GE_{ar} \cdot \gamma_w$$

W _{ar} :	1430.0	kg
-------------------	--------	----

4.4 Peso de agua

$$W_w = V_w \cdot GE_w \cdot \gamma_w$$

W _w :	280.271	kg
W _w :	280.271	L

4.5 Relación agua - cemento

R a/c	0.8333	kg/kg
-------	--------	-------

5. Corrección por absorción y humedad del agregado

$$W_{abs} = W_{ar} \cdot \left(\frac{\%abs}{100} \right)$$

$$W_{hum} = W_{ar} \cdot \left(\frac{\%hum}{100} \right)$$

% _{hum} :	0.000	%
W _{abs} :	71.214	L
W _{hum} :	0.000	L
V _w Total:	351.485	L

6. Proporción del material para ensayo

6.1 Determinación del volumen de concreto

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP: 130103
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Días	Cantidad	Vol (m ³)	Vol. Parcial (m ³)
7	3	0.0053	0.0159
14	3	0.0053	0.0159
28	3	0.0053	0.0159
Vol. Total			0.0477

7. Dosificación de tandas para el ensayo

Volumen (m ³)	Cemento (kg)	Arena (kg)	Agua (L)	Ceniza (kg)
1.00	336.32	1430.00	351.48	14.014
0.048	16.05	68.23	16.77	0.669

8. Dosificación por tandas

Vssc	0.257
Var/Vc:	3.90
Relación:	1 : 3.90

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP: 120103
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO F'C=140 KG/CM² + 8% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO

TESISTA : JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS

TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"

FECHA : ENERO - 2020

Datos de diseño

Material	Pvss (kg/m ³)	GE	%Abs	R a/c
Arena	1430	2.35	4.98	0.8
Cemento	1310	3.15		

1. Volumen de lechada (VL)

$$V.L = 1 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \cdot \gamma_w}$$

W _{ar} :	1430	kg
GE _{ar} :	2.35	
γ _w :	1000	kg/m ³
VL:	0.391	m ³

Cuadro 1. Influencia de la relación agua/cemento en la resistencia del cemento.

A/C	Fc (kg/cm ²)
0.36	420
0.40	370
0.45	340
0.50	295
0.55	275
0.60	230
0.65	220
0.70	185
0.75	165
0.80	140

2. Volumen de lechada (VL) por bolsa de cemento

2.1 Peso del agua

$$W_w = R_{a/c} \cdot W_c$$

R _{a/c} :	0.8	
W _c (bolsa):	42.5	kg
W _w :	34	kg

2.2 Volumen del agua

$$V_w = \frac{W_w}{GE_w \cdot \gamma_w}$$

GE _w :	1	
γ _w :	1000	kg/m ³
W _w :	34	kg
V _w :	0.034	m ³

2.3 Volumen del cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c \cdot \gamma_w}$$

W _c :	42.5	kg
GE _c :	3.15	
V _c :	0.013	m ³

2.4 Volumen de lechada por bolsa de cemento

VL:	0.047	m ³
-----	-------	----------------

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP: 130103
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALTO

3. Volumen por metro cúbico de mortero

3.1 Volumen de cemento y ceniza

$$\frac{VL \rightarrow 1 m^3}{V_c \rightarrow 1 m^3} = \frac{VL \rightarrow 1 bolsa}{V_c \rightarrow 1 bolsa}$$

Vc:	0.111	m ³
Vc:	0.102	m ³
Vcz:	0.009	m ³

3.1 Volumen de agua

$$\frac{VL \rightarrow 1 m^3}{V_w \rightarrow 1 m^3} = \frac{VL \rightarrow 1 bolsa}{V_w \rightarrow 1 bolsa}$$

V _w :	0.280	m ³
------------------	-------	----------------

3.3 Volumen de lechada por metro cúbico

VL:	0.391	m ³
-----	-------	----------------

4. Determinación de peso por metro cúbico

4.1 Volumen de arena

V _{ar} :	0.609	m ³
-------------------	-------	----------------

4.2 Peso de cemento y ceniza

$$W_c = V_c \cdot GE_c \cdot \gamma_w$$

Wc:	350.338	kg
Wc 92%:	322.311	kg
Wcz 8%:	28.027	kg

4.3 Peso de la arena

$$W_{ar} = V_{ar} \cdot GE_{ar} \cdot \gamma_w$$

W _{ar} :	1430.0	kg
-------------------	--------	----

4.4 Peso de agua

$$W_w = V_w \cdot GE_w \cdot \gamma_w$$

W _w :	280.271	kg
W _w :	280.271	L

4.5 Relación agua - cemento

R a/c	0.8696	kg/kg
-------	--------	-------

5. Corrección por absorción y humedad del agregado

$$W_{abs} = W_{ar} \cdot \left(\frac{\%abs}{100} \right)$$

$$W_{hum} = W_{ar} \cdot \left(\frac{\%hum}{100} \right)$$

% _{hum} :	0.000	%
W _{abs} :	71.214	L
W _{hum} :	0.000	L

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP: 130103
ESPECIALISTA EN DISEÑO DE CONCRETO Y ASFALTO

V _w Total:	351.485	L
-----------------------	---------	---

6. Proporción del material para ensayo

6.1 Determinación del volumen de concreto

Días	Cantidad	Vol (m ³)	Vol. Parcial (m ³)
7	3	0.0053	0.0159
14	3	0.0053	0.0159
28	3	0.0053	0.0159
Vol. Total			0.0477

7. Dosificación de tandas para el ensayo

Volumen (m ³)	Cemento (kg)	Arena (kg)	Agua (L)	Ceniza (kg)
1.00	322.31	1430.00	351.48	28.027
0.048	15.38	68.23	16.77	1.337

8. Dosificación por tandas

V _{sc}	0.246
Var/Vc	4.06
Relación:	1 : 4.06

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP: 130103
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO F'C=140 KG/CM² + 12 % CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO

TESISTA : JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS

TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"

FECHA : ENERO - 2020

Datos de diseño

Material	Pvss (kg/m ³)	GE	%Abs	R a/c
Arena	1430	2.35	4.98	0.8
Cemento	1310	3.15		

1. Volumen de lechada (VL)

$$V.L = 1 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \cdot \gamma_w}$$

W _{ar} :	1430	kg
GE _{ar} :	2.35	
γ _w :	1000	kg/m ³
VL:	0.391	m ³

Cuadro 1. Influencia de la relación agua/cemento en la resistencia del concreto

A/C	F _c (kg/cm ²)
0.36	420
0.40	370
0.45	340
0.50	295
0.55	275
0.60	230
0.65	220
0.70	185
0.75	165
0.80	140

2. Volumen de lechada (VL) por bolsa de cemento

2.1 Peso del agua

$$W_w = R_{a/c} \cdot W_c$$

R _{a/c} :	0.8	
W _c (bolsa):	42.5	kg
W _w :	34	kg

2.2 Volumen del agua

$$V_w = \frac{W_w}{GE_w \cdot \gamma_w}$$

GE _w :	1	
γ _w :	1000	kg/m ³
W _w :	34	kg
V _w :	0.034	m ³

2.3 Volumen del cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c \cdot \gamma_w}$$

W _c :	42.5	kg
GE _c :	3.15	
V _c :	0.013	m ³

2.4 Volumen de lechada por bolsa de cemento

VL:	0.047	m ³
-----	-------	----------------

3. Volumen por metro cúbico de mortero

3.1 Volumen de cemento y ceniza

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP-130103
ESPECIALISTA EN SUELOS DE CONCRETO Y ALFALTO

$$\frac{VL \rightarrow 1 m^3}{V_c \rightarrow 1 m^3} = \frac{VL \rightarrow 1 bolsa}{V_c \rightarrow 1 bolsa}$$

Vc:	0.111	m ³
Vc:	0.0979	m ³
Vcz:	0.0133	m ³

3.1 Volumen de agua

$$\frac{VL \rightarrow 1 m^3}{V_w \rightarrow 1 m^3} = \frac{VL \rightarrow 1 bolsa}{V_w \rightarrow 1 bolsa}$$

V _w :	0.280	m ³
------------------	-------	----------------

3.3 Volumen de lechada por metro cúbico

VL:	0.391	m ³
-----	-------	----------------

4. Determinación de peso por metro cúbico

4.1 Volumen de arena

V _{ar} :	0.609	m ³
-------------------	-------	----------------

4.2 Peso de cemento y ceniza

$$W_c = V_c \cdot G E_c \cdot \gamma_w$$

Wc:	350.338	kg
Wc 88%:	308.298	kg
Wcz 12%:	42.041	kg

4.3 Peso de la arena

$$W_{ar} = V_{ar} \cdot G E_{ar} \cdot \gamma_w$$

W _{ar} :	1430.0	kg
-------------------	--------	----

4.4 Peso de agua

$$W_w = V_w \cdot G E_w \cdot \gamma_w$$

W _w :	(280.271)	kg
W _w :	280.271	L

4.5 Relación agua - cemento

R a/c	0.909	kg/kg
-------	-------	-------

5. Corrección por absorción y humedad del agregado

$$W_{abs} = W_{ar} \cdot \left(\frac{\%abs}{100} \right)$$

$$W_{hum} = W_{ar} \cdot \left(\frac{\%hum}{100} \right)$$

% _{hum} :	0.000	%
W _{abs} :	71.214	L
W _{hum} :	0.000	L
V _w Total:	351.485	L

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
CIP: 130103
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALTO

6. Proporción del material para ensayo

6.1 Determinación del volumen de concreto

Dias	Cantidad	Vol (m ³)	Vol. Parcial (m ³)
7	3	0.0053	0.0159
14	3	0.0053	0.0159
28	3	0.0053	0.0159
Vol. Total			0.0477

7. Dosificación de tandas para el ensayo

Volumen (m ³)	Cemento (kg)	Arena (kg)	Agua (L)	Ceniza (kg)
1.00	308.30	1430.00	351.48	42.041
0.048	14.71	68.23	16.77	2.006

8. Dosificación por tandas

Vssc	0.235
Var/Vc:	4.25
Relación:	1 : 4.25

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L

Ing. Juan G. Dionisio Isla

ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y CALZADO

ANEXO N° 03: ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DE LOS MORTEROS

- Asentamiento.
- Temperatura.
- Tiempo de fragua.
- Contenido de aire.
- Retención de agua.

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 PROYECTO / OBRA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"
 ESPECIMENES / CANTIDAD : 5 ESPECIMENES DISEÑO 140KG/CM2
 UBICACION DE OBRA : HUANCAYO - JUNIN ADITIVO CENIZA AL 4%

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO - METODO DE OPRESION

MT C E 706 - 2000 - ASTM C 231 - AASHTO T 182
 OLLA WASHINGTON MARCA FORNEY

ENSAYO A CONCRETO FRESCO DISEÑO 140 KG/CM2 - 4% DE CENIZA						
N° DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	% AIRE INCORPORADO	TEMPERATURA °C	HORA DE ENSAYO	AIRE TOTAL
1	13/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 4%	23.00	10.45	2.10%
2	13/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 4%	23.00	10.50	2.00%
3	13/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 4%	23.00	10.53	2.00%
4	13/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 4%	23.20	10.58	2.00%
5	13/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 4%	23.20	10.59	2.00%

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP 120103
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ACEROS

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 PROYECTO / OBRA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"
 ESPECIMENES / CANTIDAD : 5 ESPECIMENES DISEÑO 140KG/CM2
 UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO - JUKIN ADITIVO CONVENSIONAL

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO - METODO DE OPRESIÓN

MTC E 706 - 2000 - ASTM C 231 - AASHTO T 152
 OLLA WASHINGTON MARCA FORNEY

ENSAYO A CONCRETO FRESCO DISEÑO 140 KG/CM2- CONVENSIONAL						
N° DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	% AIRE INCORPORADO	TEMPERATURA C°	HORA DE ENSAYO	AIRE TOTAL
1	12/01/2020	FC 140 GR/CM2	CONVECCIONAL	22.50	10.30	2.00%
2	12/01/2020	FC 140 GR/CM2	CONVECCIONAL	23.00	10.32	2.00%
3	12/01/2020	FC 140 GR/CM2	CONVECCIONAL	23.00	10.40	2.00%
4	12/01/2020	FC 140 GR/CM2	CONVECCIONAL	23.00	10.42	2.00%
5	12/01/2020	FC 140 GR/CM2	CONVECCIONAL	23.20	10.45	2.00%

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

 Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP 130103
 ESPECIALISTA EN SUELOS CONCRETO Y ALFALTO

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES.
 ESPECIMENES / CANTIDAD : 5 ESPECIMENES DISEÑO 140KG/CM2
 UBICACION DE OBRA : HUANCAYO - JUNIN ADITIVO CENIZA AL 8%

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO - METODO DE OPRESION

MTS E 706 - 2000 - ASTM C 231 - AASHTO T 152
 OLLA WASHINGTON MARCA FORNEY

ENSAYO A CONCRETO FRESCO DISEÑO 140 KG/CM2 - 8% DE CENIZA						
Nº DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	% AIRE INCORPORADO	TEMPERATURA Cº	HORA DE ENSAYO	AIRE TOTAL
1	14/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 8%	23.50	10.25	2.00%
2	14/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 8%	23.30	10.28	2.10%
3	14/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 8%	23.50	10.32	2.00%
4	14/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 8%	23.50	10.35	2.00%
5	14/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 8%	23.00	10.37	2.00%

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP: 137103
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALD.

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 PROYECTO / OBRA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"
 ESPECIMENES / CANTIDAD : 5 ESPECIMENES DISEÑO 140KG/CM2
 UBICACION DE OBRA : HUANCAYO - JUNIN ADITIVO CENIZA AL 12%

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO - MÉTODO DE OPRESION

MTC E 706 - 2000 - ASTM C 231 - AASHTO T 152
 OLLA WASHINGTON MARCA FORNEY

ENSAYO A CONCRETO FRESCO DISEÑO 140 KG/CM2- 12% DE CENIZA						
N° DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	% AIRE INCORPORADO	TEMPERATURA °C	HORA DE ENSAYO	AIRE TOTAL
1	15/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 12%	23.30	10.25	2.10%
2	15/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 12%	23.00	10.28	2.20%
3	15/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 12%	23.90	10.32	2.30%
4	15/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 12%	23.50	10.35	2.20%
5	15/01/2020	FC 140 GR/CM2	CENIZA AL 12%	23.50	10.37	2.20%

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP 132100
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALACANTO

ENSAYO DE RETENCIÓN DE AGUA NTP 334.138

TESISTA : JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"
 FECHA : JULIO - 2020

MUESTRA	FLUJO DESPUÉS DE LA SUCCIÓN	FLUJO INMEDIATAMENTE DESPUÉS DEL MEZCLADO INICIAL	RETENCIÓN DE AGUA (%)
MORTERO CONVENCIONAL	1.00	110.00	91.67
	2.00	109.00	92.37
	3.00	111.00	92.50
MORTERO CON CE AL 4 %	1.00	98.00	85.22
	2.00	97.00	85.09
	3.00	99.00	87.22
MORTERO CON CE AL 8 %	1.00	85.00	80.95
	2.00	84.00	81.55
	3.00	85.00	81.73
MORTERO CON CE AL 12 %	1.00	74.00	75.51
	2.00	73.00	75.26
	3.00	75.00	75.76

MUESTRA	RETENCIÓN DE AGUA (%)
MORTERO CONVENCIONAL	92.18
MORTERO CON CE AL 4 %	85.84
MORTERO CON CE AL 8 %	81.41
MORTERO CON CE AL 12 %	75.51

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
 Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP: 130103
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALTO

ANEXO N° 04: ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DE LOS MORTEROS

- Resistencia a compresión.
- Resistencia a compresión axial en pilas.
- Resistencia a compresión diagonal en muretes.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA - NTP 399.605

TESISTA : JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"
 FECHA : JULIO - 2020

MUESTRA	DIMENSIONES			HITADA S	ÁREA (cm ²)	FUERZA (kg)	ESBELTEZ	FACTOR DE ESBELTEZ	COMPRESIÓN N f _m (kg/cm ²)	COMPRESIÓN CORREGIDA f _m (kg/cm ²)
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
MORTERO CONVENCIONAL - M1	23.10	10.50	39.00	4.00	242.55	9362.56	3.71	0.94	38.60	36.23
MORTERO CONVENCIONAL - M2	22.95	10.55	39.00	4.00	242.12	9361.82	3.70	0.94	38.67	36.26
MORTERO CONVENCIONAL - M3	23.21	10.53	39.00	4.00	244.40	9363.74	3.70	0.94	38.31	35.94
MORTERO CON CE AL 4% - M1	23.05	10.48	39.00	4.00	241.56	9899.25	3.72	0.94	40.98	38.47
MORTERO CON CE AL 4% - M2	23.10	10.52	39.00	4.00	243.01	9898.59	3.71	0.94	40.73	38.22
MORTERO CON CE AL 4% - M3	22.90	10.49	39.00	4.00	240.22	9905.64	3.72	0.94	41.24	38.71
MORTERO CON CE AL 8% - M1	22.80	10.51	39.00	4.00	239.63	9508.25	3.71	0.94	39.68	37.24
MORTERO CON CE AL 8% - M2	23.00	10.53	39.00	4.00	242.19	9503.49	3.70	0.94	39.24	36.81
MORTERO CON CE AL 8% - M3	23.15	10.50	39.00	4.00	243.08	9507.08	3.71	0.94	39.11	36.71
MORTERO CON CE AL 12% - M1	23.18	10.53	39.00	4.00	244.09	9319.14	3.70	0.94	38.18	35.82
MORTERO CON CE AL 12% - M2	22.96	10.55	39.00	4.00	242.23	9320.57	3.70	0.94	38.48	36.09
MORTERO CON CE AL 12% - M3	23.11	10.57	39.00	4.00	244.27	9317.46	3.69	0.94	38.14	35.76

MUESTRA	COMPRESIÓN CORREGIDA f _m (kg/cm ²)
MORTERO CONVENCIONAL	36.15
MORTERO CON CE AL 4%	38.47
MORTERO CON CE AL 8%	36.92
MORTERO CON CE AL 12%	35.89

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP: 130103
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALTO

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL - NTP 399.621

TESISTA : JUAN EMERSON SOLANO CAMPOS
 TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE PARA MORTERO EN MUROS NO PORTANTES"
 FECHA : JULIO - 2020

MUESTRA		DIMENSIONES		HILADAS	ÁREA (cm ²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA A CORTE v'm (kg/cm ²)
		DIAGONAL (cm)	ESPESOR (cm)				
MORTERO CONVENCIONAL	1.00	78.00	10.51	5.00	819.78	5027.58	6.13
	2.00	77.90	10.53	5.00	820.29	5035.65	6.14
	3.00	77.00	10.49	5.00	807.73	5024.14	6.22
MORTERO CON CE AL 4 %	1.00	77.60	10.46	5.00	811.70	5562.24	6.85
	2.00	77.35	10.55	5.00	816.04	5567.56	6.82
	3.00	77.45	10.46	5.00	810.13	5569.49	6.87
MORTERO CON CE AL 8 %	1.00	77.68	10.51	5.00	816.42	5196.32	6.36
	2.00	78.10	10.50	5.00	820.05	5194.17	6.33
	3.00	77.86	10.53	5.00	819.87	5193.35	6.33
MORTERO CON CE AL 12 %	1.00	77.85	10.49	5.00	816.65	4987.36	6.11
	2.00	77.35	10.53	5.00	814.50	4986.17	6.12
	3.00	77.68	10.51	5.00	816.42	4987.35	6.11

MUESTRA	RESISTENCIA A CORTE v'm (kg/cm ²)
MORTERO CONVENCIONAL	6.16
MORTERO CON CE AL 4 %	6.85
MORTERO CON CE AL 8 %	6.34
MORTERO CON CE AL 12 %	6.11

C.I.A.A. - SANTA CRUZ S.R.L.

Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP: 130103
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ALFALTO

ANEXO N° 05: RESUMEN DE DATOS DE LABORATORIO

Tabla 36. Resumen de resultados de las propiedades en estado fresco del mortero.

Muestras	Asentamiento (Pulgadas)	Temperatura (°C)	Tiempo de fragua (Horas)	Aire incorporado (%)	Retención de agua (%)
Mortero convencional de f'c: 140 kg/cm ² - M1	4.0	22.50	3.45	2.00	91.67
Mortero convencional de f'c: 140 kg/cm ² - M2	3.8	23.00	3.46	2.00	92.37
Mortero convencional de f'c: 140 kg/cm ² - M3	3.8	23.00	3.47	2.00	92.50
Mortero convencional de f'c: 140 kg/cm ² - M4	3.8	23.00		2.00	
Mortero convencional de f'c: 140 kg/cm ² - M5	4.0	23.20		2.00	
Mortero con CE al 4 % - M1	3.70	23.00	3.00	2.10	85.22
Mortero con CE al 4 % - M2	3.60	23.00	2.98	2.00	85.09
Mortero con CE al 4 % - M3	3.50	23.00	3.15	2.00	87.22
Mortero con CE al 4 % - M4	3.50	23.20		2.00	
Mortero con CE al 4 % - M5	3.60	23.20		2.00	
Mortero con CE al 8 % - M1	3.20	23.50	2.55	2.00	80.95
Mortero con CE al 8 % - M2	3.30	23.30	2.53	2.10	81.55
Mortero con CE al 8 % - M3	3.20	23.50	2.56	2.00	81.73
Mortero con CE al 8 % - M4	3.20	23.20		2.00	
Mortero con CE al 8 % - M5	3.00	23.00		2.00	
Mortero con CE al 12 % - M1	3.00	23.30	2.20	2.10	75.51
Mortero con CE al 12 % - M2	2.80	23.00	2.23	2.20	75.26
Mortero con CE al 12 % - M3	2.80	23.90	2.21	2.30	75.76
Mortero con CE al 12 % - M4	2.80	23.50		2.20	
Mortero con CE al 12 % - M5	2.60	23.50		2.20	

Tabla 37. Resumen de resultados de las propiedades en estado endurecido del mortero.

Muestras	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)				Resistencia a compresión axial (kg/cm ²)	Resistencia a compresión diagonal (kg/cm ²)
	7	14	21	28		
Mortero convencional de f'c: 140 kg/cm ² - M1	105.00	119.00	128.80	145.60	36.23	6.13
Mortero convencional de f'c: 140 kg/cm ² - M2	109.20	120.40	130.20	144.20	36.26	6.14
Mortero convencional de f'c: 140 kg/cm ² - M3	107.80	120.40	127.40	147.00	35.94	6.22
Mortero con CE al 4 % - M1	112.00	123.20	133.00	151.20	38.47	6.85
Mortero con CE al 4 % - M2	110.60	124.60	137.20	154.00	38.22	6.82
Mortero con CE al 4 % - M3	112.00	126.00	135.80	151.20	38.71	6.87
Mortero con CE al 8 % - M1	105.00	116.20	126.00	141.40	37.24	6.36
Mortero con CE al 8 % - M2	100.80	114.80	123.20	140.00	36.81	6.33
Mortero con CE al 8 % - M3	105.00	119.00	126.00	142.80	36.71	6.33
Mortero con CE al 12 % - M1	99.40	112.00	120.40	135.80	35.82	6.11
Mortero con CE al 12 % - M2	98.00	110.60	123.20	133.00	36.09	6.12
Mortero con CE al 12 % - M3	95.20	112.00	121.80	137.20	35.76	6.11

**ANEXO N° 06: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE
INSTRUMENTOS**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-016-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF - LE 238-19

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)	Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
	Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	501.0	501.0	501.0	-0.2	0.0	0.38
20	1000	1001.0	1001.0	1001.0	-0.1	0.0	0.28
30	1500	1503.0	1503.0	1503.0	-0.2	0.0	0.26
40	2000	2005.0	2005.0	2005.0	-0.2	0.0	0.25
50	2500	2505.0	2505.0	2505.0	-0.2	0.0	0.25
60	3000	3006.0	3006.0	3006.0	-0.2	0.0	0.24
70	3500	3507.0	3507.0	3507.0	-0.2	0.0	0.24
80	4000	4009.0	4009.0	4009.0	-0.2	0.0	0.24
90	4500	4510.0	4510.0	4510.0	-0.2	0.0	0.24
100	5000	5010.0	5010.0	5010.0	-0.2	0.0	0.24
Lectura máquina en cero	0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0.00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LF-039-2019

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú

Con Certificado N° INF - LE 213-18

Resultados de medición

Lectura de la máquina (F)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
%	kgf	Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
		kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	505	505	505	505	2,8	0,0	0,2
20	1000	1005	1005	1005	1005	1,3	0,0	0,2
30	1500	1010	1010	1010	1010	0,8	0,0	0,2
40	2000	2010	2010	2010	2010	0,7	0,0	0,2
50	2500	2510	2510	2510	2510	0,9	0,0	0,2
60	3000	3010	3010	3010	3010	0,8	0,0	0,2
70	3500	35150	35150	35150	35150	0,6	0,0	0,2
80	4000	4020	4020	4020	4020	0,4	0,0	0,2
90	4500	4525	4525	4525	4525	0,5	0,0	0,2
100	5000	5030	5030	5030	5030	0,3	0,0	0,2
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 20.8 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO" La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**LF-039-2019**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente**1818****Solicitante****CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL
DE RESPONSABILIDAD LIMITADA****Dirección****AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION -
CONCEPCION****Instrumento de Medición****Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión****Equipo Calibrado****PRENSA MARSHALL(DIGITAL)****Marca (o Fabricante)****A&A INSTRUMENT****Modelo****STM-1****Número de Serie****130802****Identificación****NO INDICA****Procedencia****CHINO****Indicador de Lectura****INDICADOR DIGITAL****Alcance de Indicación****0 Kgf a 5000 Kgf****Resolución****0.1 Kgf****Marca (o Fabricante)****HIWEIGH****Modelo****NO INDICA****Número de Serie****NO INDICA****Transductor de Fuerza****CELDA TIPO S****Marca (o Fabricante)****ZEMIC****Modelo****H3-C3-5-0t-6B****Número de Serie****5.0 T P2C 032509****Ubic. Del Equipo****INSTALACION DEL SOLICITANTE****Lugar de Calibración****INSTALACION DEL SOLICITANTE****Fecha de Calibración****2019-07-18****Sello****Fecha de emisión****2019-07-18****Jefe de Laboratorio de Calibración****ROBERTO QUINTANA****CALIBRADO**KAIZACORP S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín de Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985.016 / 987.325 869E-mail: metrologia@kaizacorp.com
ventas@kaizacorp.com
Web: www.kaizacorp.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-015-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF - LE 238-19

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)	Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre	
	Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad		
%	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)	
10	10000	10005	10005	10005	10005	0.0	0.0	0.24
20	20000	20010	20010	20010	20010	0.0	0.0	0.24
30	30000	30010	30010	30010	30010	0.0	0.0	0.24
40	40000	40010	40010	40010	40010	0.0	0.0	0.24
50	50000	50010	50010	50010	50010	0.0	0.0	0.24
60	60000	60020	60020	60020	60020	0.0	0.0	0.24
70	70000	70020	70020	70020	70020	0.0	0.0	0.24
80	80000	80030	80030	80030	80030	0.0	0.0	0.24
90	90000	90040	90040	90040	90040	0.0	0.0	0.24
100	100000	100080	100080	100080	100080	-0.1	0.0	0.24
Lectura máquina en cero	0	0	0	—	0	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-015-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 2012
Solicitante ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ
 SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMI SOC.COM.RESPONS. LTDA
Dirección AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION - CONCEPCION
Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
 Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)
Alcance de Indicación 100000 KGF
Marca (o Fabricante) TAMIEQUIPOS LTDA
Modelo TCP038
Número de Serie 507
Identificación NO INDICA
Procedencia COLOMBIA
Indicador de Lectura DIGITAL
Marca (o Fabricante) HIGH WEIGHT
Modelo NO INDICA
Número de Serie 507
Identificación NO INDICA
Procedencia CHINA
Alcance de Indicación 0 KGF A 100000 KGF
Resolución 10 KGF
Transductor de Fuerza TRANSDUCTOR
Alcance de Indicación 70 Mpa
Marca (o Fabricante) ZEMIC
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Fecha de Calibración 2020-01-17
Ubic. Del Equipo INSTALACIONES DEL SOLICITANTE
Lugar de Calibración LABORATORIO DE FUERZA DE CALIBRACIONES PERU SAC

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2020-01-17

Karen Vanessa Izarra Tupia
KAREN VANESSA IZARRA TUPIA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20604149721



5	1.00	0.03	0.02	200.00	0.04	0.01	-0.01	0.1
---	------	------	------	--------	------	------	-------	-----

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-061-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	25.1 °C	Final	25.1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga	e.m.p								
	L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.00	0.04	0.46						
2	2.00	0.05	-0.09	-0.10	2.00	0.04	-0.09	0.00	
5	5.00	0.05	-0.09	-0.08	5.00	0.04	-0.10	-0.10	
90	100.00	0.05	-0.09	-0.09	90.00	0.05	-0.09	-0.09	
100	150.00	0.05	-0.09	-0.10	100.00	0.05	-0.11	-0.1	
150	250.00	0.06	-0.11	-0.11	150.00	0.05	-0.09	-0.09	
200	400.00	0.06	-0.09	-0.13	200.00	0.06	-0.10	-0.11	
250	250.00	0.06	-0.10	-0.12	250.00	0.06	-0.09	-0.12	
300	530.00	0.05	-0.10	-0.12	300.00	0.05	-0.10	-0.12	
350	350.00	0.06	-0.11	-0.13	350.00	0.05	-0.11	-0.13	
400	400.00	0.06	-0.11	-0.13	400.00	0.06	-0.11	-0.13	

- Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado
 l: Indicaciones de la balanza. E₀: Error en cero
 ΔL: Carga adicional. E_c: Error corregido

Incertidumbre expandida de medicion $U = 2x \sqrt{0.00169 + 0.00000013463 R^2}$

Lectura corregida $R \text{ CORREGIDA} = R + 0.0004016071 R$

Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta adhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO".
 La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%
 (*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.
 (**) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.
 (***) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.



Fin del documento



2020-01-17

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-061-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

Resultados de Medicion

INSPECCION VISUAL

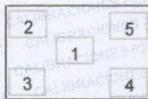
AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE RETABILIDAD

Temperatura	Inicial	25.1 °C	Final	25.1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medicion N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 400,00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.00	0.1	0.00	400.00	0.06	0.09
2	300.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.09
3	300.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.09
4	300.00	0.1	0.00	400.00	0.07	0.09
5	300.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.08
6	300.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.09
7	300.00	0.1	0.00	400.00	0.06	0.09
8	300.00	0.0	0.01	400.00	0.07	0.08
9	300.00	0.0	0.01	400.00	0.06	0.09
10	300.00	0.1	0.00	400.00	0.06	0.09

Carga (gr)	Emax-Emin (gr)	e.m.p (gr)
300.00	0.01	0.3
400.00	0.01	0.3



Ensayo de Excentricidad

Posicion de las Cargas

Temperatura	Inicial	25.1 °C	Final	25.71 °C
-------------	---------	---------	-------	----------



Posicion de la Carga	Carga min (g)	Carga			Carga L (g)	e.m.p			
		l (g)	ΔL (g)	E0 (g)		l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.00	1.00	0.04	0.01	200.00	0.04	0.01	0.00	0.1
2	1.00	1.00	0.03	0.02	200.00	0.04	0.01	-0.01	0.1
3	1.00	1.00	0.04	0.01	200.00	0.04	0.01	0.00	0.1
4	1.00	1.00	0.03	0.02	200.00	0.04	0.01	-0.01	0.1



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMM-061-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 3

Expediente 2060
Solicitante CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMI SOC.COM. RESPONS.LTDA
Dirección AV. ORIENTE NRO 772(FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN-CONCEPCION-CONCEPCION
Instrumento de Medición BALANZA NO AUTOMATICA
Marca (o Fabricante) OHAUS
Modelo SE402F
Numero de Serie B145294233
Procedencia USA
Tipo Electronica
Identificación NO INDICA
Alcance de Indicación 0 gr a 400 gr
Division de escala (d) o resolución 0.1 gr
Div.verific. De escala (e) 0,01 gr (*)
Capacidad Mínima 2 gr (**)
Clase de exactitud III
Ubic. Del instrumento Instalaciones del solicitante CALIBRACIONES PERU
Lugar de Calibración Laboratorio de Masa CALIBRACIONES PERU S.A
Fecha de Calibración 2020-01-17

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente e sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

Trazabilidad
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales de METROLOGIA, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados : M-0984-2019

Sello



Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

Karen Vanessa Izarra Tupia
KAREN VANESSA IZARRA TUPIA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20604149721

17/01/2020

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE
MOLDE CBR - 3 JGO**

MOLDE: 152.4 mm diam. Int. x 177.8 mm alt. (6 x 7 pulg.)
SERIE: NO INDICA
MARCA: KAIZACORP
ESPEJOR DE PARED: 6.5 MM
COLLARIN: 50,8 mm (2 pulg. Alt.) se acopla al molde por ambos lados
PLACA BASE: Perforada; se acopla al molde
FABRICACION: Enteramente en acero enchapado.
PESO APROX.: Neto 9 Kg (20 libras)

PLACA DE AUMENTO DE VOLUMEN

PLACA: 149,2 mm. Diámetro (5-7/8 pulgadas); perforada
CABEZA DE CONTACTO: Ajustable, queda bloqueada en el vástago mediante una tuerca moleteada
FABRICACION: Bronce/Acero
PESO APROX.: Neto 1,1 Kg. (2-1/2 Libras).

SOBRECARGA CIRCULARES Y ANULARES

FABRICACION: Maquinadas en acero.
ACABADO: Enchapado
PESO APROX.: 5 Libras

CUMPLE CON LAS NORMAS ASTM D-1883; AASHTO T-193



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MM-060-202

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	25.4 °C	Final	25.4 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p
									± g
10	10	0.4	4.6						
20	20	0.4	4.6	0.0	20	0.3	4.7	0.1	10
500	500	0.3	4.7	0.1	500	0.3	4.7	0.1	10
1000	1000	0.3	4.7	0.1	1000	0.4	4.6	0.0	10
5001	5001	0.4	4.6	0.0	5001	0.3	4.7	0.1	10
8000	8001	0.4	4.6	0.0	8001	0.4	4.6	0.0	20
10000	10001	0.5	4.5	-0.1	10001	0.4	4.6	0.0	20
15000	15001	0.5	4.5	-0.1	15001	0.5	4.5	-0.1	20
20000	20001	0.5	4.5	-0.1	20001	0.5	3.5	-1.1	20
25000	25001	0.5	3.5	-1.1	25001	0.6	3.4	-1.2	30
30000	30001	0.6	3.4	-1.2	30001	0.6	3.4	-1.2	30

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado
 I: Indicaciones de la balanza. E : Error en cero
 ΔL: Carga adicional. E c : Error corregido

Incertidumbre expandida de medicion

$$U = 2x \sqrt{0.16928 + 0.0000000100932 R^2}$$

Lectura corregida

R CORREGIDA

= 0.0000239780

R

Observaciones

Con fines de identificacion se coloco una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO"

La incertidumbre de medicion se ha obtenido multiplicandola incertidumbre estandar de la medicion por el factor de cobertura k=2 para una distribucion normal de aproximadamente 95%

(*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.

(**) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.

(***) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.

Fin del documento





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-O60-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

Resultados de Medicion

INSPECCION VISUAL

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE RETABILIDAD

Temperatura	Inicial 25.4 °C	Final 25.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15000 g			Carga L2= 30000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
2	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
3	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
4	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
5	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
6	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
7	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
8	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
9	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
10	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4

Carga (gr)	E _{max} -E _{min} (gr)	e.m.p (gr)
15000	0.000	20
30000	0.100	30

2	5	Posicion	Ensayo de Excentricidad
1		de las	
3	4	Cargas	

Temperatura	Inicial	25.4 °C	Final	25.4 °C
-------------	---------	---------	-------	---------



Posicion de la Carga	Carga min (g)	Carga			l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	e.m.p ± gr
		l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)					
1	10	10	0.3	4.7	10000	0.5	3.5	-1.2	20
2	10	10	0.3	4.7	10000	0.4	3.6	-1.1	20
3	10	10	0.2	4.8	10000	0.4	3.6	-1.2	20
4	10	10	0.2	4.8	10000	0.3	4.7	-0.1	20
5	10	10	0.2	4.8	10000	0.4	4.6	-0.2	20



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-060-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 2059

Solicitante **CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL
DE RESPONSABILIDAD LIM1 SOC.COM.RESPONS.
LTDA**

Dirección **AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION -
CONCEPCION**

Instrumento de Medición **BALANZA NO AUTOMATICA**

Marca (o Fabricante) **OHAUS**

Modelo **R31P30**

Numero de Serie **8335440482**

Procedencia **USA**

Tipo **Electronica**

Identificación **No indica**

Alcance de Indicación **0 gr a 30000 gr**

Division de escala (d) o resolución **1 gr**

Div.verific. De escala (e) **10 gr (*)**

Capacidad Minima **20 gr (**)**

Clase de exactitud **III (***)**

Lugar de Calibración **Laboratorio de Masa de CALIBRACIONES PERU**

Fecha de Calibración **2020-01-17**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición Tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados :

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

Sello



Fecha de emisión

2020-01-17

Jefe del laboratorio de calibración

**KAREN VANESSA IZARRA TUPIA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20604149721**

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013 - CLW- 2020

Pág. 2 de 2

6 OBSERVACIONES

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

7 RESULTADOS

N°	DIAMETRO (MM)	PESO (g)
1	47,31	417,7
2	46,62	412,9
3	46,61	411,9
4	46,60	412,6
5	46,65	413,1
6	46,68	414,7
7	46,29	405,6
8	46,31	407,9
9	46,59	412,1
10	46,69	414,2
11	46,61	413,7
12	49,23	449,8
Peso total		4986,2

TIEMPO (s)	N DE VUELTAS	GIRO DEL TAMBOR (rpm)
60	31	33,2
120	63	31,2
180	96	32,5
240	128	33,2
300	160	32,3
360	193	31,4
420	224	32,7
480	257	33,1
540	288	32,8
600	320	32,9
660	354	32,3
720	385	33,1
780	417	33,1
840	451	33,3
900	485	33,5



Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013 - CLW - 2020

Pág. 1 de 2

Fecha de Emisión 1/17/2020

Expediente: 369

1 Solicitante

CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL
DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
SOC.COM.RESPONS. LTDA

Dirección

AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN -
CONCEPCION - CONCEPCION

**2 Instrumento de
Medición**

MAQUINA DE OBRASION DE LOS ANGELES

Marca (o Fabricante)

PINZUAR

Modelo

PC-117

Numero de Serie

1245

Indicación

NO INDICA

Procedencia

COLOMBIANA

Cant. De Billas

12

**Fecha de
Calibración**

1/17/2020

3 METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración del equipo se realizó por el método de
comparación directa usando un Tacometro Patron, marca
MONARCH, con certificado de calibración S8789(Monarca
Calibración Lab.

4 LUGAR DE CALIBRACION

Instalación de Calibraciones Peru SAC.

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 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.

CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento.

Sello



Jefe del laboratorio de calibración

ROBERTO QUINTO C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMT-017-2020

Laboratorio de Temperatura

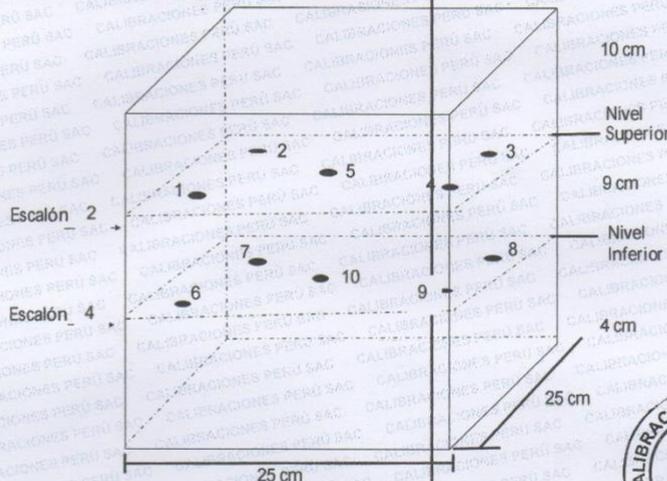
Pág. 3 de 3

- T.PROM : Promedio de la temperatura una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.PROM : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MAX : Temperatura Máxima.
- T.MIN : Temperatura Mínima.
- DTT : desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Distribución de termopares en el equipo



- Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos parrillas.
- Los termopares 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.
- Los termopares 6 al 10 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla inferior.
- Los termopares 1 y 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4.5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo de la estufa.
- Los escalones indican las posiciones de las parrillas.

Observaciones:

- * Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- * La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMT-017-2020

Laboratorio de Temperatura

Pág. 2 de 3

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	T.ind(°C) (Termómetro del equipo)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T.prom °C	Tmax-Tmin C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	3.0
2	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	4.5
4	110.0	110.0	109.2	110.0	110.3	110.0	110.1	110.6	109.0	109.5	109.8	109.9	2.0
6	110.0	110.6	109.0	109.8	110.0	110.0	110.0	109.9	109.9	109.9	110.0	109.9	3.4
8	110.0	110.0	109.5	110.2	109.0	110.1	110.2	109.0	110.2	110.2	109.1	109.8	3.4
10	110.0	110.6	109.5	110.6	110.6	109.9	109.5	110.3	109.8	109.9	110.0	109.8	2.3
12	110.0	110.5	109.0	110.4	109.9	110.0	110.2	111.6	110.9	110.8	110.5	110.4	3.2
14	110.0	109.5	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	110.0	3.4
16	110.0	110.0	109.9	109.0	109.0	109.9	109.8	109.2	110.0	110.5	110.0	109.7	3.7
18	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	4.3
20	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	3.6
22	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	110.1	3.4
24	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	2.2
26	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.4
28	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.0
30	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.8	3.8
32	110.0	110.2	110.6	110.3	109.9	109.9	110.7	109.9	110.1	109.7	109.8	110.1	3.7
34	110.0	109.9	109.8	111.0	110.1	109.9	109.9	110.0	110.0	110.0	110.2	110.1	3.7
36	110.0	109.9	109.9	110.0	109.9	109.8	109.8	109.9	110.2	109.9	110.0	110.0	3.7
38	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.2	3.5
40	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.8
42	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.6
44	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	109.9	3.6
46	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	3.7
48	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.0
50	110.0	105.3	110.2	109.3	109.7	108.5	110.2	110.1	109.7	107.2	109.0	109.5	3.4
52	110.0	110.0	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	3.6
54	111.0	110.0	111.8	109.0	109.0	112.9	114.8	111.2	110.0	110.5	110.0	109.0	3.6
56	110.0	109.5	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	110.0	2.9
58	110.0	109.5	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	109.9	2.6
60	110.0	109.5	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.7
T.PRON	110.0	109.5	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2	110.3	
T.MAX	110.0	109.2	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2		
T.MIN	110.0	110.2	109.4	110.1	110.0	110.2	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1		
DTT	0.0	3.6	4.5	3.0	3.6	3.7	3.7	3.1	3.9	3.6	3.7		



Parámetro	Valor (° C)	Incertidumbre expandida (° C)
Máxima temperatura Medida	111.0	0.5
Mínima Temperatura Medida	109.9	0.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4.5	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.4	0.2
Estabilidad Medida (±)	0.2	0.1
Uniformidad Medida	4.5	0.1

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMT-017-2020

Laboratorio de Temperatura

Pág. 1 de 3

Expediente 2016
Solicitante CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIM I SOC.COM.RESPONS. LTDA
Dirección AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION - CONCEPCION
Equipo
Marca (o Fabricante) EUROTCH
Modelo DHG-9025A
Numero de Serie BMS-EST15-201804001
Procedencia GERMANY
Identificación NO INDICA
Instrumento de Medición Termometro con Indicación Digital.
Marca/ Modelo JTD-2000
Alcance de Indicación 50 °C a 300 °C
Div. de escala (Resoluc) 0.1 °C
Identificación No indica
Selector Digital
Marca/ Modelo JTD-2000
Alcance de Indicación 50 °C a 300 °C
Div. de escala (Resoluc) 0.1 °C
Lugar de Calibración Laboratorio Temperatura Calibraciones Peru S.A.C
Fecha de Calibración 1/17/2020

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Metodo de Calibración

La calibración se realizo por comparación según el PC - 18, 2da.Ed., "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostatico".

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados : T - 2739 - 2019

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial 20.8 °C ; Final : 20.8 °C
Humedad Relativa ambiental : Inicial 68 HR % ; Final : 68 HR %

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2020-01-17

Karen Vanessa Izarra Tupa
KAREN VANESSA IZARRA TUPIA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20604149721



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 010-LL-2020

282

Página 1 de 1

Fecha de Emisión : 2020/01/17
Expediente : 2010

1. SOLICITANTE : CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA SOC.COM.RESPONS. LTDA

DIRECCIÓN : AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION - CONCEPCION

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE

Marca : SOILTEST

Modelo : CL-207

Número de serie : S/N

Procedencia : NO INDICA

FECHA DE CALIBRACION : 2020/01/17

3 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN PATRON 180035

La calibración se realizó en el laboratorio de CALIBRACIONES PERU S.A.C.

TABLA DE RESULTADOS

10 mm	± 1 mm	10 mm
-------	--------	-------



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 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.

CALIBRACIONES PERU 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.

Karen Vanessa Izarra Tuma
KAREN VANESSA IZARRA TUMA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20004149721



**CALIBRACIONES
PERU S.A.C.**

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de
Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-016-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 2013
ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ
SOCIEDAD COMERCIAL DE
Solicitante RESPONSABILIDAD LIMI SOC.COM.RESPONS.
LTDA

Dirección AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Equipo Calibrado PRENSA DE CBR (DIGITAL)

Alcance de Indicación 5000 KGF
Marca (o Fabricante) NO INDICA
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Indicador de Lectura DIGITAL
Marca (o Fabricante) CARDINAL
Modelo 204
Número de Serie NO INDICA
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Alcance de Indicación 0 KGF A 5000 KGF
Resolución 0.1 KGF
Transductor de Fuerza CELDA S
Alcance de Indicación 5000 KGF
Marca (o Fabricante) LOADTRON
Modelo LST-10K
Número de Serie G619132
Fecha de Calibración 2020-01-17
Ubic. Del Equipo INSTALACIONES DEL SOLICITANTE

Lugar de Calibración LABORATORIO DE FUERZA DE CALIBRACIONES PERU SAC

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

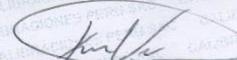
Sello



Fecha de emisión

2020-01-17

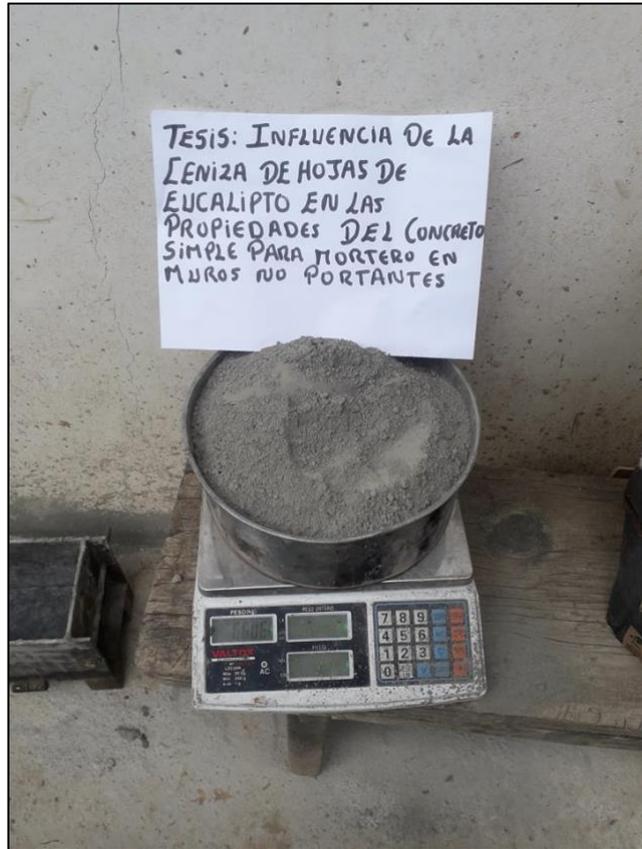
Jefe del laboratorio de calibración


KAREN VANESSA IZARRA TUPIA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20604149721

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe

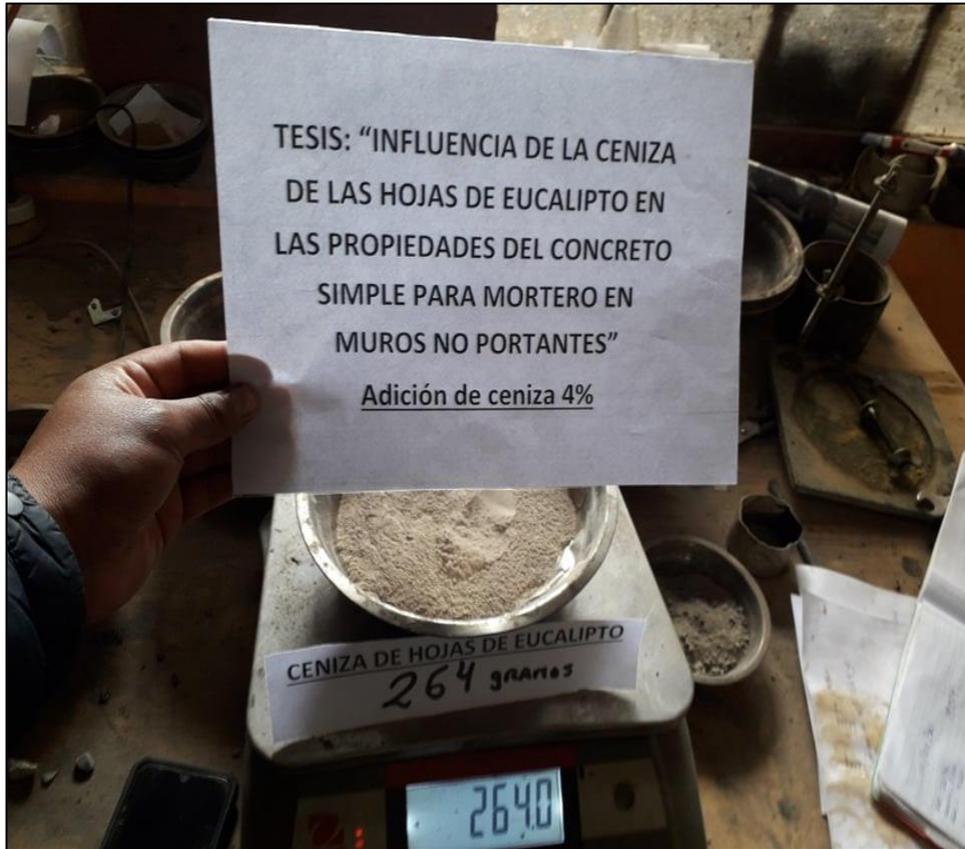
ANEXO N° 07: PANEL FOTOGRÁFICO



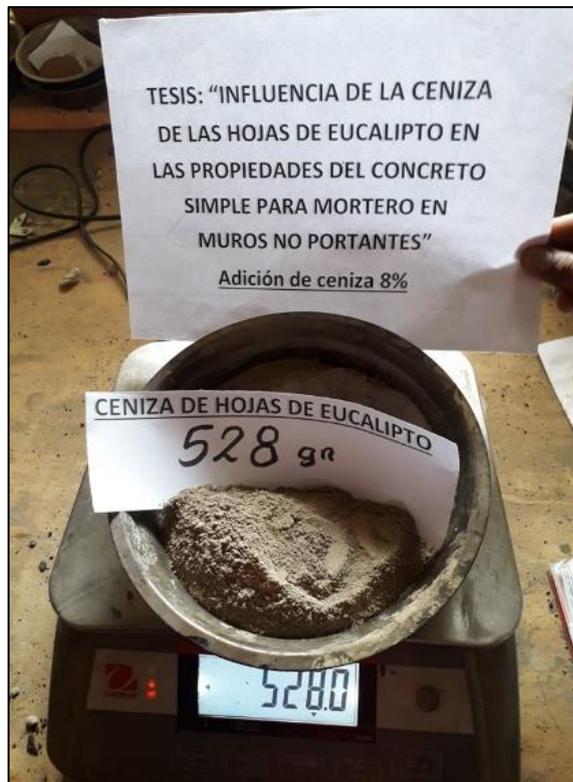
Fotografía 1. Vista de la ceniza de hojas de eucalipto.



Fotografía 2. Mezclado del cemento con la ceniza de hoja de eucalipto.



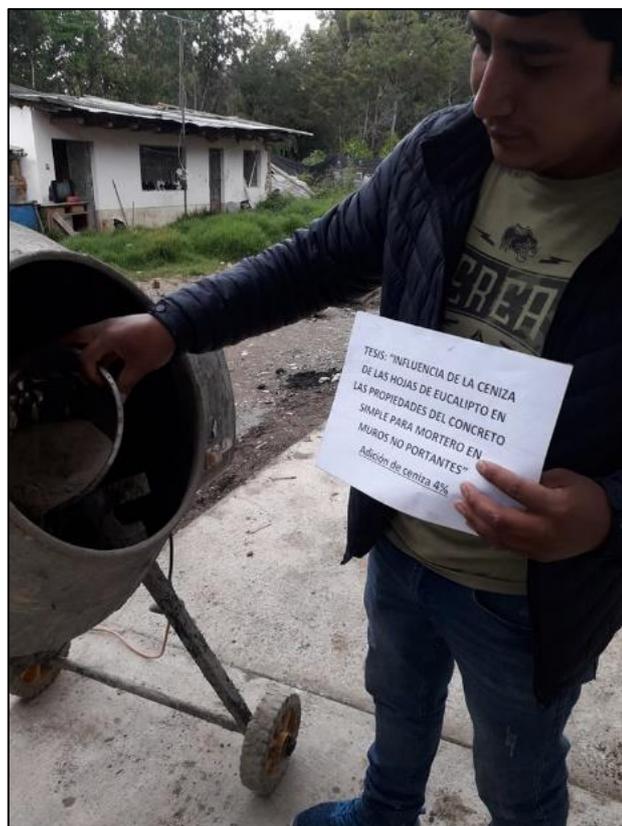
Fotograf3a 3. Ceniza de hojas de eucalipto en 4 %.



Fotograf3a 4. Ceniza de hojas de eucalipto en 8 %.



Fotografía 5. Realización de las mezclas para mortero.



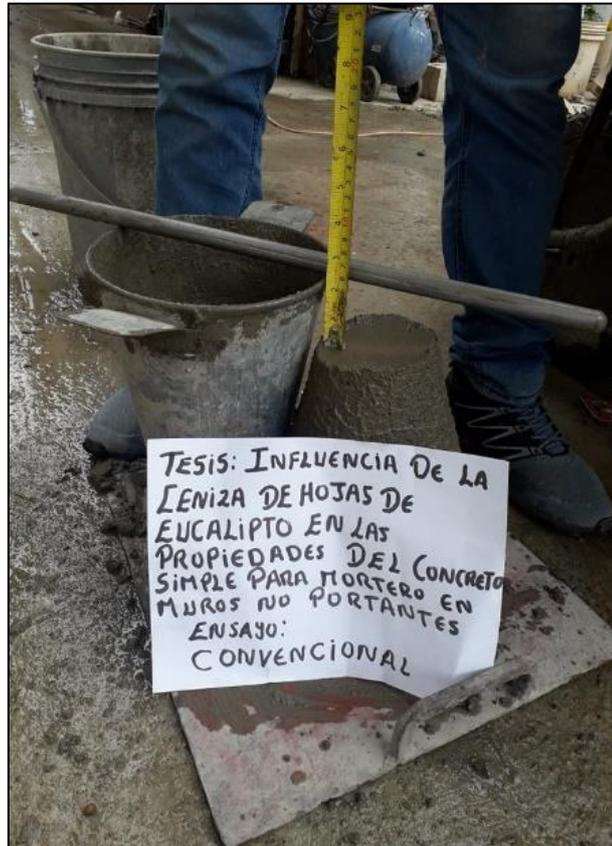
Fotografía 6. Mezclado para mortero con ceniza de hoja de eucalipto en 4 %.



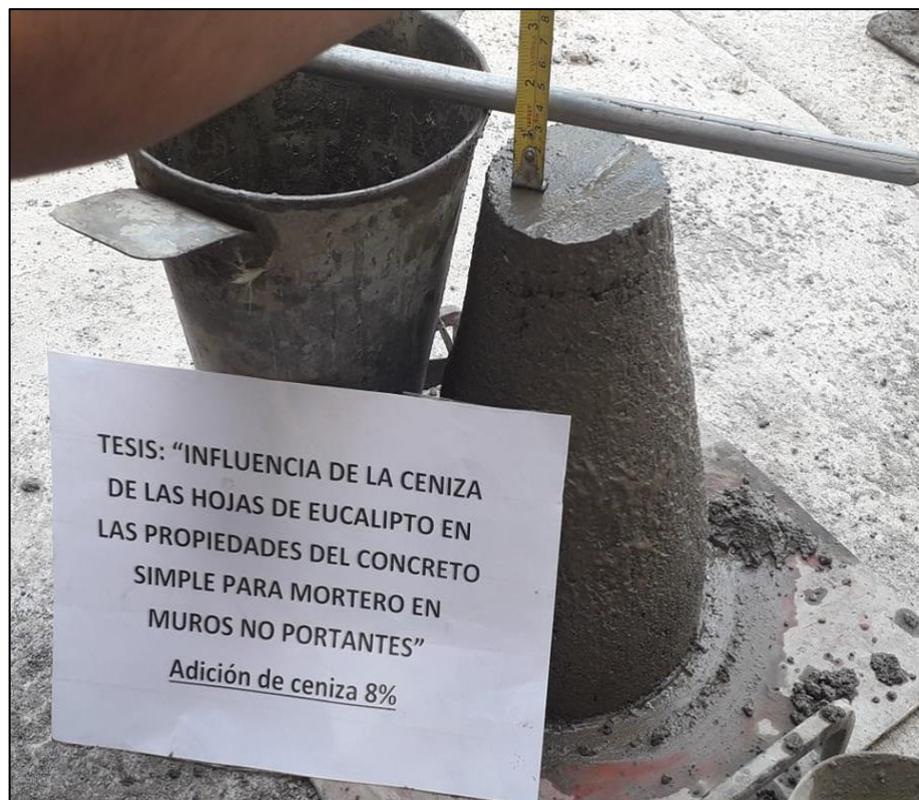
Fotografía 7. Mezclado para mortero con ceniza de hoja de eucalipto en 8%.



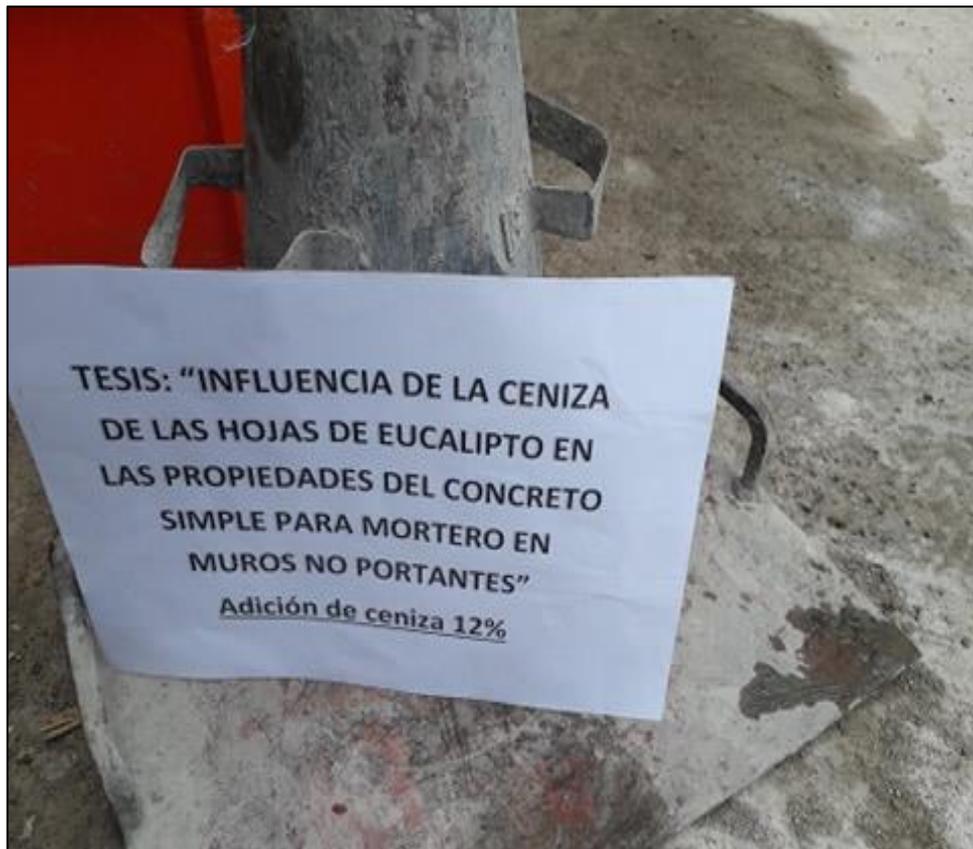
Fotografía 8. Preparación de espécimen para la medición del asentamiento.



Fotografía 9. Medición del asentamiento del mortero convencional.



Fotografía 10. Medición del asentamiento del mortero con ceniza de hoja de eucalipto en 8 %.



Fotografía 11. Medición del asentamiento del mortero con ceniza de hoja de eucalipto en 8 %.



Fotografía 12. Preparación de especímenes de mortero para la medición del contenido de aire.



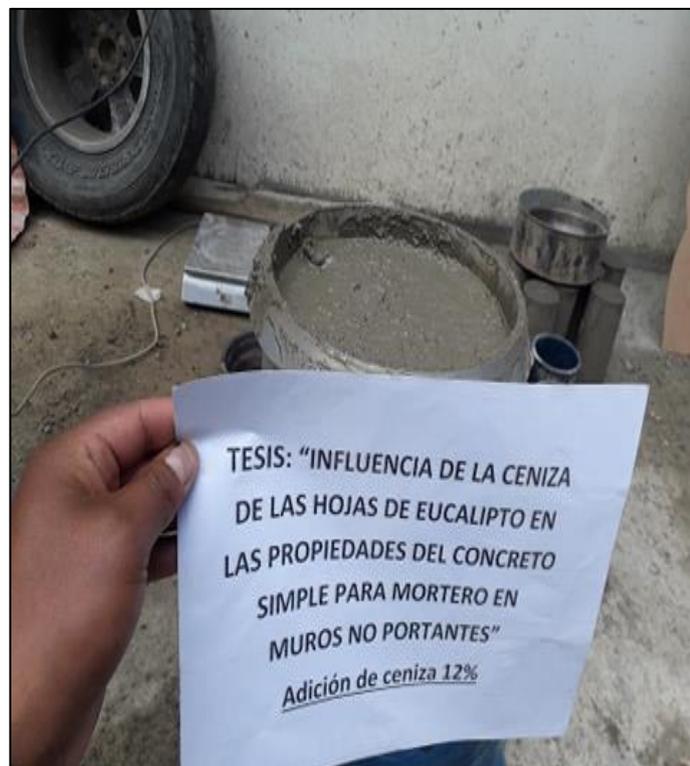
Fotografía 13. Medición del contenido de aire del mortero convencional.



Fotografía 14. Medición del contenido de aire del mortero con ceniza de hoja de eucalipto 4 %.



Fotograf3a 15. Medici3n del contenido de aire del mortero con ceniza de hoja de eucalipto 8 %.



Fotograf3a 16. Contenido de aire del mortero con ceniza de hoja de eucalipto 12 %.



Fotografía 17. Elaboración de probetas de mortero convencional.



Fotografía 18. Vista de probetas de mortero con ceniza de hoja de eucalipto en 4 %.



Fotografía 19. Vista de probetas de mortero con ceniza de hoja de eucalipto en 8 %.



Fotografía 20. Vista de probetas de mortero con ceniza de hoja de eucalipto en 12 %.



Fotografía 21. Rotura de probeta de mortero convencional a los 7 días.



Fotografía 22. Rotura de probeta de mortero con ceniza de hoja de eucalipto a los 14 días.



Fotografía 23. Rotura de probeta de mortero con ceniza de hoja de eucalipto a los 28 días.



Fotografía 24. Vista de pilas de albañilería.



Fotografía 25. Elaboración de muretes de albañilería.



Fotografía 26. Vista de murete de albañilería.



Fotografía 27. Vista de pilas y muretes con los diferentes tipos de mortero.