



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el  
concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Pataz-La Libertad 2022

**AUTORES:**

Cruzado Castillo, Maritza Yasmin (ORCID: [0000-0003-3693-1360](https://orcid.org/0000-0003-3693-1360))

Olivera Payano, Ricardo ([ORCID: 0000-0003-1666-2917](https://orcid.org/0000-0003-1666-2917))

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: [/0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño Sísmico y Estructural**

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional. (Ricardo Olivera Payano)

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia y también a todas las personas que me apoyaron. (Maritza Yazmín Cruzado Castillo)

### **AGRADECIMIENTOS**

A Dios porque me dio todo lo necesario para lograr este trabajo. A mi madre, que me impulsó para seguir adelante. (Ricardo Olivera Payano)

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento. (Maritza Yasmín Cruzado Castillo)

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1. Tipo y diseño de Investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización: .....	13
3.3. Población, Muestra y Muestreo .....	15
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos. ....	16
3.5. Procedimiento .....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS .....	19
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES .....	52
VII. RECOMENACIONES .....	54
REFERENCIAS .....	56
ANEXOS .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de probetas, vigas y muestras .....	16
Tabla 2: Ensayos de laboratorio.....	17
Tabla 3: Determinación de contenido de cenizas, PH y Peso específico Ceniza de Madera de Eucalipto .....	21
Tabla 4: Composición química de Ceniza de Madera de Eucalipto .....	21
Tabla 5: Determinación de contenido de cenizas, PH y Peso específico Ceniza de Hoja de Eucalipto .....	22
Tabla 6: Composición química de Ceniza de Hoja de Eucalipto .....	22
Tabla 7: Peso Unitario Compactado Agregado grueso .....	23
Tabla 8: Peso Unitario Suelto Agregado Grueso .....	24
Tabla 9: Peso Específico de Agregado Grueso .....	24
Tabla 10: Porcentaje de Absorción Agregado Grueso .....	24
Tabla 11: Contenido de Humedad, TMN, MF de Agregado Grueso .....	25
Tabla 12: Peso Unitario Compactado Agregado Fino .....	25
Tabla 13: Peso Unitario Suelto Agregado Fino .....	26
Tabla 14: Peso Específico de Agregado Fino .....	26
Tabla 15: Porcentaje de Absorción Agregado Fino .....	26
Tabla 16: Contenido de Humedad, TMN, y MF para agregado fino.....	27
Tabla 17: Análisis granulométrico para Agregado Grueso .....	27
Tabla 18: Análisis Granulométrico Agregado Fino .....	28
Tabla 19: Diseño Teórico – $f'c$ 210kg/cm <sup>2</sup> .....	30
Tabla 20: Materiales para el diseño de mezcla en peso seco.....	31
Tabla 21: Materiales para el diseño de mezcla en peso húmedo .....	31
Tabla 22: Ensayos en concreto fresco: Consistencia - Slump .....	32
Tabla 23: Resistencia a la compresión 7 días Ceniza de madera de Eucalipto .....	34
Tabla 24: Resistencia a la compresión 28 días Ceniza de madera de Eucalipto .....	34
Tabla 25: Resistencia a la compresión 7 días Ceniza de hoja de Eucalipto .....	35
Tabla 26: Resistencia a la compresión 28 días Ceniza de hoja de Eucalipto .....	36
Tabla 27: Resistencia a la tensión 28 días Ceniza de madera de Eucalipto .....	36
Tabla 28: Resistencia a la tensión 28 días Ceniza de hoja de Eucalipto .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Mapa del Perú.....	19
Figura 02: Mapa de la Región La Libertad .....	19
Figura 03: Provincia de Pataz .....	20
Figura 04: Localización del Jr. San Martín N 680 Lote 2.....	20
Figura 05: Curva Granulométrica Agregado Grueso.....	28
Figura 06: Curva Granulométrica Agregado Fino.....	29
Figura 07: Propiedades físicas y químicas.....	30
Figura 8: Porcentaje de Ceniza de Hoja de Eucalipto y Slump.....	32
Figura 9: Porcentaje de Ceniza de Madera de Eucalipto y Slump .....	33
Figura 10: Porcentaje de ceniza de madera de eucalipto y resistencia a la compresión 7 días .....	34
Figura 11: Porcentaje de ceniza de madera de eucalipto y resistencia a la compresión 28 días .....	35
Figura 12: Porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto y resistencia a la compresión 7 días .....	35
Figura 13: Porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto y resistencia a la compresión 28 días .....	36
Figura 14: Porcentaje de ceniza de madera de eucalipto y resistencia a la tensión 28 días .....	37
Figura 15: Porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto y resistencia a la tensión 28 días .....	38
Figura 16: Ensayo de consistencia del concreto para todos los diseños .....	40
Figura 17: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días .....	43
Figura 18: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días .....	44
Figura 19: Ensayo de tensión por flexión del concreto a los 28 días .....	46
Figura 20: Certificado de Ensayo Granulométrico Agregado Grueso .....	66
Figura 21: Certificado de Laboratorio Peso Unitario para Agregado Grueso .....	67
Figura 22: Certificado de Laboratorio Peso Específico y Absorción para Agregado Grueso .....	68
Figura 23: Certificado de Laboratorio Análisis Granulométrico para Agregado Fino	69
Figura 24: Certificado de Laboratorio Peso Unitario Agregado Fino .....	70

Figura 25: Certificado de Laboratorio Peso Específico y Absorción para Agregado Fino .....	71
Figura 26: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto Patrón.....	72
Figura 27: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 5% Ceniza de Hoja de Eucalipto .....	73
Figura 28: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 10% Ceniza de Hoja de Eucalipto .....	74
Figura 29: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 15% Ceniza de Hoja de Eucalipto .....	75
Figura 30: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 5% Ceniza de Madera de Eucalipto .....	76
Figura 31: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 10% Ceniza de Madera de Eucalipto .....	77
Figura 32: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 15% Ceniza de Madera de Eucalipto .....	78
Figura 33: Resistencia a la Flexión Patrón y Ceniza de Madera de Eucalipto .....	79
Figura 34: Resistencia a la flexión Ceniza de Hoja de Eucalipto .....	80
Figura 35: Ensayo de asentamiento de concreto fresco Patrón y Ceniza de Madera .....	81
Figura 36: Ensayo de asentamiento de concreto fresco Ceniza de Hoja .....	82
Figura 37: Ensayo de resistencia a la compresión patrón y ceniza de madera de eucalipto 7 días .....	83
Figura 38: Ensayo de resistencia a la compresión ceniza de hoja de eucalipto 7 días .....	84
Figura 39: Ensayo de resistencia a la compresión patrón y ceniza de madera de eucalipto 28 días .....	85
Figura 40: Ensayo de resistencia a la compresión ceniza de hoja de eucalipto 28 días .....	86
Figura 41: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 1	87
Figura 42: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 2	88
Figura 43: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 3	89
Figura 44: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 4	90
Figura 45: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Madera de Eucalipto Parte 1 .....	91

Figura 46: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 2	92
Figura 47: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 3	93
Figura 48: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 4	94
Figura 49: Tamizado Agregado Grueso 1 .....	95
Figura 50: Tamizado Agregado Grueso 2 .....	95
Figura 51: Tamizado Agregado Fino .....	95
Figura 52: Ceniza de Madera de Eucalipto 1 .....	95
Figura 53: Ceniza de Madera de Eucalipto 2 .....	96
Figura 54: Ceniza de Madera de Eucalipto 3 .....	96
Figura 55: Ceniza de Hoja de Eucalipto .....	96



## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la ceniza de hoja (CHE) y madera de eucalipto (CME) en el concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Pataz-La Libertad, 2022; empleando los ensayos de consistencia, resistencia a la compresión y resistencia a la tensión por flexión. Formulando la metodología con diseño cuasi experimental, nivel explicativo, y enfoque cuantitativo. Los resultados, según los objetivos específicos, al sustituir parcialmente el cemento con CHE y CME en porcentajes de 5%, 10% y 15% para ambos e independientemente, fueron: el primer objetivo específico fue determinar la disminución de la trabajabilidad, que se redujo con el incremento de la CHE, igualmente para la CME; el segundo objetivo específico fue determinar la disminución de la resistencia a la compresión, que se redujo respecto al patrón en 22%, 31%, y 29%; y en 8.6%, 7.6%, y 14.43% para CHE y de CME respectivamente a los 28 días; el tercer objetivo específico fue determinar la mejora de la resistencia a la tensión por flexión, que aumentó en 4.4% respecto al patrón para el 5% de CME, pero disminuyendo para otras sustituciones de CME y CHE. Conclusión, la incorporación de CME mejoró la resistencia a la tensión por flexión.

Palabras clave: Ceniza de hoja de eucalipto, ceniza de madera de eucalipto, resistencia a la compresión, trabajabilidad, resistencia a la tensión por flexión.

## **ABSTRACT**

The general objective of this research was to evaluate the influence of leaf ash (ELA) and eucalyptus wood (EWA) on concrete  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> in Patatz-La Libertad, 2022; using consistency, compressive strength and flexural tensile strength tests. Formulating the methodology with quasi-experimental design, explanatory level, and quantitative approach. The results, according to the specific objectives, when partially substituting cement with CHE and CME in percentages of 5%, 10% and 15% for both and independently, were: the first specific objective was to determine the decrease in workability, which was reduced with the increase of CHE, also for CME; the second specific objective was to determine the decrease in compressive strength, which was reduced with respect to the standard by 22%, 31%, and 29%; and by 8.6%, 7.6%, and 14.43% for ELA and of EWA respectively at 28 days; the third specific objective was to determine the improvement in flexural tensile strength, which increased by 4.4% with respect to the standard for 5% CME, but decreased for other substitutions of ELA and EWA. Conclusion, the incorporation of EWA improved the flexural tensile strength.

Keywords: Eucalyptus leaf ash, eucalyptus wood ash, compressive strength, workability, flexural tensile strength

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto se ha constituido el insumo más importante para la construcción contemporánea; sus características inherentes lo hacen el material predilecto para su utilización en un gran número de aplicaciones estructurales. En ese sentido, la optimización de sus características a través de modificaciones en su composición fue un campo de investigación bastante rico. En ese contexto, parte de la investigación actual se centró en sustituir el cemento por materiales cementantes, que mejoren el comportamiento del concreto tanto a nivel estructural, como en su función de mortero. Adicionalmente, se vino buscando la reutilización de los residuos orgánicos, como parte del interés ambiental, y en ese sentido, las cenizas consideradas como desecho tuvieron la posibilidad de ser utilizarlas sustituyendo al cemento para elaboración de concreto. Ello, implicó una reducción en la utilización de cemento, y a su vez una reducción en la contaminación derivada de su explotación. A nivel mundial, el concreto fue el material constructivo más empleado, lo cual lo hizo objeto de constante investigación; se destacó el estudio del concreto con sustituciones del cemento por cenizas provenientes de biomasa, desarrollado en muchos países como: Brasil, Colombia y Estados Unidos. En Brasil se han realizado estudios que evaluaron el comportamiento del mortero ante la incorporación de biomasa de origen vegetal y cal en el mortero, reemplazando al cemento; estas sustituciones se llevaron a cabo utilizando ceniza de astilla de eucalipto, cenizas de cáscara de arroz y ceniza de caña de azúcar, de donde se logró evidenciar un buen comportamiento del mortero en estado endurecido. En Colombia, se ha ensayado con incorporación de ceniza volante proveniente de actividades industriales, donde se ha encontrado que es posible, bajo porcentajes cercanos al 10% lograr el mismo nivel de resistencia que mezclas de concreto sin dicha sustitución; se destacó que para porcentajes mayores existió disminuciones progresivas en la resistencia a la compresión. En Estados Unidos, se usó la pulpa de madera de eucalipto como aditivo en la preparación del concreto, es así que se demostró su capacidad para acelerar el tiempo de curado del concreto a la vez que mejoró la hidratación del cemento, mejoró la trabajabilidad del mortero, y no disminuyó la resistencia a la compresión.

A nivel nacional, la búsqueda por contar con infraestructura en buen estado, de estudiar nuevos elementos cementantes y velar por el cuidado del ambiente guió múltiples investigaciones. De esa manera, se ha ensayado la incorporación de diversos materiales de origen orgánico como aditivo o sustituto para el concreto, como es el caso de la utilización de la ceniza de la hoja de eucalipto en algunas regiones del Perú como Huancayo, Huaraz, y Chimbote. En Huancayo, se ensayó con distintos porcentajes de la ceniza de las hojas de eucalipto en mortero para muros no portantes donde se evidenció mejoras en las propiedades del concreto simple a nivel de la trabajabilidad, absorción de agua y resistencia a la compresión diagonal y axial. En Huaraz, se efectuó la incorporación de cenizas de eucalipto a base de tronco como sustituto del cemento a fin de evaluar la resistencia del concreto para uso estructural, lográndose evidenciar incrementos leves en el mismo. En Chimbote, se evaluó la resistencia del concreto ante la sustitución parcial de cemento por ceniza de eucalipto traída de Cajamarca; destacando la presencia de materiales cementantes en la ceniza de tronco como es el Oxido de Calcio y el Oxido de Silicio; incrementando a su vez la resistencia a la compresión.

El distrito de Nuevo Parcoy, en provincia de Pataz departamento La libertad limitado con el distrito del Huayo (por el norte), con el distrito de Buldibuyo (por el este) y por el con el distrito de Chilia (sur- este). Hoy en día es el segundo pueblo liberteño con migrantes siendo la causa principal la minería artesanal, situado a 177 km de la ciudad de Trujillo situado en medio de dos ríos y grandes bosques de eucalipto, con 11, 920 habitantes según el censo 2017 ha experimentado en los recientes años desastres asociados a derrumbes y deslizamientos provocados por la actividad minera y por las intensas precipitaciones observadas buena parte del año. En los últimos años, la contaminación aumentó debido a métodos incorrectos de eliminación de residuos altamente contaminantes. En ese contexto, la infraestructura habitacional, predominante en la zona, necesitó contar con una resistencia más elevada a fin de afrontar los diversos sucesos que la han amenazado. Por tanto, se consideró llevar a cabo el reciclaje de las cenizas de hojas y de tronco de eucalipto como sustituto del cemento para analizar su impacto en las propiedades del concreto, se tomó en cuenta que son materiales producidos como residuo de diversas actividades económicas de la zona.

Formulación del Problema: La gran mayoría de las viviendas que se encontraron en el distrito de Nuevo Parcoy contaron con deficiencia estructural ya que muchas suelen ser prefabricas y otras de calamina o triplay, no garantizando el bienestar de los pobladores; se planteó la reutilización de la ceniza de hoja y de madera de eucalipto, como sustituto parcial del cemento a fin de mejorar sus características físicas y mecánicas como la trabajabilidad, resistencia a la compresión y a la tensión por flexión.

Por ello, se planteó el *problema general*: ¿De qué manera influye la ceniza de hoja y de madera de eucalipto en porcentajes de 5%, 10% y 15% en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022? A su vez, los *problemas específicos* de esta investigación son: ¿Cuánto influye la ceniza de hoja y de madera de eucalipto en la trabajabilidad del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz, La Libertad 2022?; ¿Cuánto influye la ceniza de hoja y de madera de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022?; y ¿Cuánto influye la ceniza de hoja y de madera de eucalipto en la resistencia a la tensión por flexión en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022?

Esta tesis poseyó una justificación técnica en cuanto que se propuso usar la ceniza de hojas de eucalipto en proporciones de 5%, 10% y 15% y la ceniza de madera de eucalipto en proporciones de 5%, 10 y 15% con referencia al peso del material y analizar su impacto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en el distrito de Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022. Ello con el propósito de mejorar dichas propiedades y poder contar con edificaciones más resistentes. Asimismo, se tuvo una justificación social, dado que este Proyecto beneficiará a los pobladores de Nuevo Parcoy-Pataz -La Libertad, 2022, al contar con edificaciones cuyos insumos de construcción posean características mecánicas mejoradas. Por otro lado, la justificación económica consistió en que la utilización de un material de origen orgánico y de abundancia en la zona tendría como consecuencia económica directa un abaratamiento de los costos de construcción de edificaciones y otras estructuras en la zona de Nuevo Parcoy-Pataz -La Libertad, 2022; con la posibilidad de ampliar su utilización a otras regiones del país. Finalmente, la justificación ambiental se refirió a que el material con el que se dispone trabajar es habitualmente desechado, por lo que utilizarlo para la construcción y el

mejoramiento de uno de sus insumos más importantes contribuye a incrementar el valor de un material de procedencia orgánica y de esa forma a la conservación de este recurso forestal.

La *Hipótesis general* fue: La incorporación de la ceniza de la hoja de eucalipto en porcentajes de 5%, 10% y 15% y la ceniza de madera de eucalipto en porcentajes de 5%, 10% y 15% mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022. Asimismo, las *Hipótesis Específicas* de esta investigación fueron: La incorporación de la ceniza de la hoja y de madera de eucalipto mejora la trabajabilidad del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022; La incorporación de la ceniza de la hoja y de madera de eucalipto mejora la resistencia a la compresión del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022; La incorporación de la ceniza de la hoja y de madera de eucalipto mejora la resistencia a la tensión por flexión del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022.

Esta investigación tuvo como *Objetivo General* evaluar la influencia de la ceniza de hoja de y de madera de eucalipto en porcentajes de 5%, 10% y 15% en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022. Los *Objetivos Específicos* de esta investigación fueron: Determinar la influencia de la ceniza de la hoja de y de madera de eucalipto en la trabajabilidad del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022; Determinar la influencia de la ceniza de la hoja de eucalipto y de madera de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022; determinar la influencia de la ceniza de la hoja de eucalipto en la resistencia a la tensión por flexión del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, Gonçalves, Soares, Paula (2021), en su investigación tuvieron por objetivo estudiar el efecto de la adición de biomasa conformada por astillas de eucalipto y cenizas de cáscara de arroz en el mortero, y bagazo de caña de azúcar morteros mixtos de cemento y cal, teniendo en cuenta sus propiedades y rendimiento mecánico. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto, para una sustitución parcial del cemento Portland en una proporción de 15 y 30%. A su vez se encontró que la capacidad de absorción de agua se redujo en las muestras con sustitución de cemento por eucalipto. A manera de conclusión se tiene que el comportamiento de las astillas de eucalipto es capaz de mejorar la resistencia del mortero <sup>8</sup>.

Agudelo, A. y Espinosa, B. (2017), en la tesis se tiene por objetivo analizar la resistencia de la compresión ante la incorporación de la ceniza volante de la termoeléctrica de Paipa sobre el concreto en un tiempo de 72 días. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. La población estuvo compuesta por 40 cilindros, cuya muestra fueron de 10 que sirvieron de guía; 30 con porcentajes de ceniza volante repartidas en 10%, 20%, 25% y 30%. Los resultados revelaron que las muestras tratadas aumentan su resistencia. Sin embargo, no es conveniente utilizar porcentajes altos de ceniza, porque se corre el riesgo de obtener una mezcla seca, la cual es menos dúctil y manejable. Se concluyó que la compresión dado en el laboratorio es funcional siempre y cuando el porcentaje esté en 2% y 10% de ceniza volante.

Passarin (2014) en su tesis doctoral tuvo por objetivo examinar los efectos de pulpa de eucalipto en la resistencia a la compresión y la permeabilidad del hormigón. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. Los resultados de las muestras curadas al aire también confirman la mejora del espacio poroso mediante el aumento del grado de hidratación y la disminución de la microfisuración debido a la mitigación de la contracción. A manera de conclusión se tiene que la fibra de eucalipto duro es capaz de evitar la aparición temprana de grietas en el concreto, y disminuir la absorción de agua durante el curado. <sup>9</sup>

A nivel nacional se tiene a Solano, J. (2018), en su investigación tuvo por objetivo analizar la sustitución del cemento por ceniza de las hojas de eucalipto en muros de tabiquería. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. Como resultado, la sustitución en 4% optimiza las propiedades del concreto en su uso de mortero, reduciendo la absorción de agua en 6.87% y el asentamiento en 7.73%, y mejorando la resistencia a la compresión axial en 4.49%. Como conclusión, la ceniza de hoja de eucalipto mejora el comportamiento del concreto para mortero<sup>4</sup>.

Acuña, J. (2018), en su tesis tuvo por objetivo evaluar el impacto de sustituir cemento por ceniza de Ichu respecto a la resistencia mecánica del concreto. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. Los resultados indican que para sustituciones de 12% de ceniza de Ichu se tiene una resistencia menor al concreto convencional. Como conclusión se tiene que no es recomendable sustituir al cemento por ceniza de Ichu<sup>5</sup>.

Matias, S. (2018) desarrolló una investigación con el objetivo de analizar la resistencia a la compresión de un concreto con  $f'c$  de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, ante sustituciones parciales de 7.5% de cáscara de huevo más 2.5% de ceniza de hoja de eucalipto y 12 % de cáscara de huevo más 4 % de ceniza de hoja de eucalipto. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. Como resultado, a los 28 días, la resistencia a la compresión evidenció un 102 % para las probetas al 10 %, y las de 16 % un 111 % respecto al patrón. Como conclusión se logró comprobar, que al usar las sustituciones de ambos materiales conjuntamente se logra potenciar de las propiedades evaluadas del concreto<sup>6</sup>.

Carrillo, R. (2018) desarrolló un estudio con objetivo de estudiar la resistencia a compresión de un concreto que tenga la función de mortero, y que cumpla las características dispuestas en la norma; dicho mortero fue adicionado con la mezcla de ceniza de concha pata de mula 5 % y ceniza de eucalipto en 3 %. La metodología que se aplicó fue cuasi experimental, con una muestra que estuvo comprendida por 27 probetas en porcentajes de 8 % (con 3 % de ceniza de eucalipto), 16 % (con 6 % de ceniza de eucalipto). Entre los resultados, las sustituciones del 8 % y 16 % redujeron la resistencia del concreto en 5 % y 16.86 % respectivamente en relación



a la muestra sin sustitución. En conclusión, se tiene que la sustitución en los porcentajes indicados redujo la resistencia del concreto<sup>7</sup>.

Pérez (2017) tuvo por objetivo evaluar la resistencia del concreto con  $f'c$  de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo al cemento en 4 % y 8 % por cenizas de eucalipto, con el objetivo de identificar materiales alternativos a utilizarse como complementos del concreto. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. Como resultado, la resistencia a la compresión evidenció resistencias más altas en 2 % y 10 % en comparación a la muestra sin tratamiento a los 28 días (para el 4% y 8% respectivamente). A modo de conclusión, se determinó que las cenizas de tronco de eucalipto logran que las construcciones de concreto tengan mayor resistencia<sup>8</sup>.

Lencinas & Incahuanaco (2017) en su tesis plantearon tuvieron como objetivo el análisis del efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto con incorporación de Ceniza de Paja de Trigo sustituyendo al cemento. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. Como resultados, se tiene que con la sustitución parcial de ceniza de paja de trigo se reduce la trabajabilidad en 2.6"-2.1" para sustituciones de 2.5% y 5%; la resistencia a la compresión se obtiene con variaciones, 0.5 % mayor (2.5% de ceniza) y 0.85% menor (5% de ceniza), en comparación con el concreto sin ceniza de trigo a los de 28 días. Como conclusión se tiene que la sustitución parcial de ceniza de paja de trigo reduce la trabajabilidad y permite obtener valores similares que la muestra patrón para la resistencia a la compresión<sup>9</sup>.

En otros idiomas se tiene a Franco, et al (2019), en Colombia, elaboraron un artículo cuyo objetivo fue evaluar la incorporación de la ceniza de madera de eucalipto como del concreto. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. Los resultados del estudio indican que el material en estudio es un aditivo mineral que compromete las propiedades mecánicas del concreto. En conclusión, la incorporación de cenizas de madera de eucalipto no es adecuada para su uso como aditivo del hormigón<sup>10</sup>.

Mansilla, C.et al (2020) en Chile, desarrollaron una investigación cuyo objetivo fue estudiar la incorporación de la fibra de eucalipto en las propiedades mecánicas tradicionales del concreto (resistencia a la compresión y a la flexión). La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de

nivel causa efecto. Como resultado, las propiedades mecánicas mencionadas experimentan sólo una ligera reducción y una aceptable trabajabilidad del hormigón. En conclusión, el refuerzo de morteros y hormigones con fibra de eucalipto es una alternativa ecológica que aprovecha este residuo industrial<sup>11</sup>.

Behera, P., Tayyab, M., Petru, M. (2020) en su estudio desarrollado en la República Checa, evaluaron los efectos de la fabricación de láminas planas de materiales compuestos de cemento reforzado con pulpa de eucalipto. Se evaluó detalladamente el potencial de los residuos fibrosos de basalto como refuerzo en matrices de cemento y sus efectos sobre las propiedades mecánicas e interfaciales. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. A su vez, las muestras preparadas en condiciones optimizadas (4% de basalto y 2% de pulpa) presentaron una resistencia a la flexión y una densidad aparente significativamente mayores, con una menor absorción de agua y un menor volumen aparente de huecos (porosidad). Además, el mayor porcentaje de pulpa de eucalipto mejoró significativamente los valores de módulo de rotura, módulo de elasticidad, energía específica y límite de proporcionalidad. En conclusión, las láminas planas fabricadas con residuos fibrosos de basalto y pulpa de eucalipto mejoran el comportamiento estructural para el propósito para el que fueron diseñadas, en términos de resistencia a la flexión y absorción de agua<sup>12</sup>.

A nivel de artículos se tiene a Couto (2019) desarrolló un estudio que tuvo por objetivo evaluar la posibilidad de utilizar cenizas de madera de eucalipto procedentes de hornos de aviación como aditivo en el concreto. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. Asimismo, la ceniza se tamizó con 100 mallas y se añadió a la mezcla en 5, 10, 15 y 20% del volumen de cemento. Como resultado se tiene que el análisis físico reveló que este aditivo mineral tiene una gravedad específica superior a la de otros residuos de origen orgánico, mientras que su superficie específica no es suficiente para potenciar sus efectos de relleno y/o puzolánicos. Este aditivo mineral afectó los tiempos de fraguado del cemento, aumentándolos. Como conclusión se tiene que el aditivo afectó negativamente el desempeño mecánico de los hormigones, por lo que el tamizado del mismo por sí solo no es suficiente para admitir su uso como aditivo mineral<sup>13</sup>.

Garcez et al (2017) en su artículo tuvo objetivo principal evaluar las proporciones de las mezclas para el desarrollo de compuestos cementicios ligeros, fabricados con aserrín de *Eucalyptus grandis*. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, con enfoque cuantitativo y de nivel causa efecto. Se evaluaron las propiedades físicas (absorción de agua, relación de vacíos y densidad) y mecánicas. Los resultados muestran que la densidad aparente está directamente relacionada a la resistencia a la compresión y al módulo de elasticidad y el módulo elástico, e inversamente proporcional al porcentaje de madera, sin superplastificante. A manera de conclusión, el rendimiento de los materiales compuestos de cemento y madera, en lo que respecta a las propiedades mecánicas puede mejorarse si se utiliza el superplastificante para aumentar la fluidez de la pasta. Los compuestos con altos porcentajes de madera muestran altos valores de absorción de agua, debido a el comportamiento higroscópico de la madera junto con la porosidad intrínseca de las fibras de madera y el aumento de la porosidad de la matriz, lo que permite el llenado de los huecos existentes por el agua<sup>14</sup>.

Rendón, M. et al (2018), en su artículo tuvo como objetivo analizar la durabilidad del concreto con diferentes contenidos de ceniza volante activada y cemento de tipo portland. La metodología que se aplicó fue experimental. Se obtuvo cinco mezclas con distintos porcentajes de reemplazo de ceniza volante activada. largo. Además, estas fueron hidratadas con agua potable. La investigación tuvo como resultados que las mezclas que se realizaron fueron durables. La resistencia a la comprensión se mostró que a mayor contenido de ceniza volante activada los resultados fueron menores. En conclusión, la utilización de la ceniza volante activada permite el incremento de la resistencia eléctrica<sup>15</sup>.

Pinzón (2013), en su artículo, tuvo por objetivo estudiar la sustitución parcial de fibra de fique por agregado fino en la resistencia a la compresión y flexión del concreto. La metodología que se aplicó fue cuasi experimental, analizando probetas y vigas a los 7, 21 y 28 días. Como resultado, el porcentaje óptimo de incorporación de fibra es de 0.3% del peso de agregado fino. Respecto a la evaluación de la resistencia a la tensión se tiene que la fibra no mejora el desempeño respecto al patrón, permitiendo obtener solamente un concreto para su uso de pavimentación. Como conclusión, la sustitución parcial de fibra de fique no favorece las propiedades mecánicas del concreto.<sup>16</sup>

Como bases teóricas de este estudio según las variables y dimensiones se tiene lo siguiente: Ceniza provenientes de la biomasa. Según indica CEDEX (2014) la ceniza es un producto de la combustión de biomasa que produce dos tipos de ceniza, cenizas de fondo (material total o parcialmente calcinado) y cenizas volantes, donde las partículas pueden ser transportadas por el aire dada su finura (p.2)<sup>17</sup>. Según Cáceres y Belizario (2018), es posible utilizarla como sustituto del cemento en morteros, recomendando su uso en un 5 a 10% por su contenido en minerales puzolánicos (material cementante), cuando los porcentajes de sustitución superan el indicado se observa pérdida de resistencia (p.232)<sup>18</sup>.

Concreto: de acuerdo a Terrenos y Carvajal (2016) Mezcla de materiales, el aglutinante (cemento), los agregados (arena y grava) y agua; que endurece pasada cierta cantidad de días formando un sólido con determinadas propiedades mecánicas, químicas y físicas (p.21)<sup>19</sup>. Propiedades físicas del concreto, según indica Ríos (2022) está constituido por cualidades identificables de modo directo por los sentidos, y no dependen de la cantidad o tamaño de la muestra, comprende contenido de aire, asentamiento, rendimiento, peso unitario, temperatura (p.17)<sup>20</sup>.

De acuerdo a Terrenos y Carvajal (2016), la trabajabilidad es la capacidad que posee el concreto en estado fresco que le permite colocarlo y compactarlo de modo adecuado, de forma que se evite el fenómeno de segregación, es decir, separación de sus componentes. A su vez, a través de esta propiedad, el concreto tiene mayor facilidad para fluir y llenar vacíos en los encofrados (p. 28).<sup>21</sup> Cuba (2017) señala que para medir esta propiedad se necesita evaluar una propiedad física: consistencia del concreto, la cual es está referida al nivel de humedecimiento que posee la mezcla en estado fresco y es evaluada en el ensayo de asentamiento o cono de Abrams (p.34)<sup>22</sup>, el que requiere poner en reposo y compactar la mezcla en el contenedor. Yañez (2014) indica que ello genera naturalmente cierto nivel de estratificación según la densidad de los componentes<sup>23</sup>. De acuerdo a la norma E.060 de Concreto Armado, en el Perú, el Slump debe encontrarse entre los  $\pm 20$  mm de del máximo permitido, y en caso de tener concreto con incorporación de aire, de  $\pm 0.5\%$  respecto al contenido máximo de aire (p.70)<sup>24</sup>.

Propiedades mecánicas del concreto: son evidenciadas cuando el concreto se encuentra en estado endurecido, y se asocian a los principales requerimientos para el adecuado funcionamiento del mismo. Terrenos y Carvajal (2016) detallan dichas

propiedades; se tiene: resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, resistencia a cortante, y resistencia a la compresión (p.31-32)<sup>25</sup>. De acuerdo a Hernández et al (2018), la resistencia a la compresión es la propiedad mecánica más relevante del concreto, consiste en la capacidad que este material posee de soportar el aplastamiento (p.1)<sup>26</sup>. Conforme señala Tangarife y Silva (2019) esta propiedad se obtiene midiendo la relación entre la máxima carga axial que es capaz de soportar hasta la rotura entre el área en la que actúa la carga (p.38)<sup>27</sup>. De acuerdo Kabir et al (2012), el espécimen de hormigón es evaluado a los 7, 14 y 28 días después de curarlo; se espera que su resistencia máxima sea alcanzada a los 28 días (p.18)<sup>28</sup>. Según indica Sepúlveda (2013), entre los factores determinantes de esta propiedad se pueden incluir a la relación agua cemento, al agregado grueso, agregado fino, cemento y la microestructura (p. 3)<sup>29</sup>. De acuerdo a Valencia (2013), esta resistencia a la compresión se encuentra indicada en las correspondientes normas con el fin de minimizar variaciones debido a condiciones como la preparación, forma de la probeta, método de curado, tamaño, velocidad de carga; las normas que detallan este ensayo son la ASTM C39 y la NTP 339.034 (p. 7)<sup>30</sup>.

La resistencia a la tracción es la propiedad del hormigón, que al ser sometido a un esfuerzo interno a raíz de aplicar dos fuerzas con sentido contrario, tiende a estirarse. Según Carrillo et al (2014), su medición se efectúa según: Ensayos a tracción directa y ensayos a tracción indirecta (la medición directa involucra dispositivos complejos, siendo usual evaluarlo mediante ensayos indirectos (p. 263)<sup>31</sup>. Estos ensayos son principalmente dos: El ensayo de tensión por compresión diametral del concreto, o ensayo Brasileiro (ASTM C-496, UNE 83.306 e ISO 4108), y el ensayo de tensión por flexión, o ensayo de flexotracción (ASTM C-192 y C-31.) De acuerdo a Solano (2009), la Resistencia a la Tensión en Flexión se evalúa mediante un ensayo a vigas prismáticas que se elaboran tomando en cuenta a las normas ASTM C-192 y C-31, y se efectúa de acuerdo a la ASTM C-78. Para ello, se apoyan las vigas y se les somete a cargas de compresión colocando las cargas en dos puntos ubicados en los dos tercios medios de la luz de la viga (p. 107).<sup>32</sup>

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de Investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

De acuerdo a Vargas (2009), el objetivo consiste en la utilización de los conocimientos relativos a diseño de concreto, buscando contrastar la realidad con la teoría (p.159)<sup>33</sup>. Este objetivo se logrará analizando el comportamiento del concreto al sustituir parcialmente determinados porcentajes de cemento por ceniza de madera de eucalipto y ceniza de hoja de eucalipto, basado en los antecedentes que utilizaron materiales similares con la finalidad de obtener una mejor resistencia en las estructuras con los diversos porcentajes de la ceniza adicionada, efectuando mediciones en base a los ensayos de Compresión, Tensión por flexión, trabajabilidad, según el ASTM para poder llegar a evaluar el resultado obtenido

La presente investigación es de tipo aplicada, pues tiene como propósito de generar conocimiento que pueda aplicarse directamente en un determinado contexto, y se desarrolla tomando por fundamento a la investigación básica. (Lozada, 2014, p. 35)<sup>34</sup>.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

De acuerdo a White y Shagun (2014), los diseños cuasi experimentales efectúan contrastes de hipótesis causales, empleando una aplicación que también se denomina "intervención"; careciendo de distribución aleatoria, donde a su vez el investigador elige la asignación del tratamiento (p.1)<sup>35</sup>.

A su vez, se probará la hipótesis principal con dos variables independientes (ceniza de hoja de eucalipto y ceniza de hoja de madera) con la finalidad de ver el efecto y el vínculo con la variable dependiente (propiedades mecánicas y físicas del concreto).

El proyecto se considera cuasi experimental, dado que se usará la ceniza de la hoja y de madera de eucalipto y se manipulara (5%, 10% y 15%) como sustituto parcial del cemento teniendo por objetivo evaluar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del concreto; es

cuasi experimental porque el tipo de sustituto parcial de esta investigación ha sido determinado (ceniza de hoja y de madera de eucalipto) por los investigadores, contando con tres ensayos comprendidos por la muestra patrón, la muestra con la ceniza de madera y la muestra con ceniza de hoja de eucalipto en 5%, 10% y 15% para ambos casos, las dosificaciones fueron elegidas tentativamente por medio de diferentes estudios previos de diversos autores (tesis: Solano (4%, 8%, 12%)<sup>33</sup>, Carrillo<sup>7</sup> (15%) y Pérez (4% y 8%)<sup>8</sup>) realizados basados en las propiedades del concreto ante sustituciones parciales de ceniza proveniente de eucalipto.

### **3.2. Variables y operacionalización:**

#### **Variable Independiente 1: Ceniza de Hoja de eucalipto**

##### **Definición conceptual:**

El código ASTM (1992), indica: Las puzolanas vienen a ser materiales que contienen silíceos o alumino-silíceos sin valor cementante en su estado natural; sin embargo, en contacto con agua experimentan reacciones químicas con el hidróxido de calcio obteniendo sustancias con propiedades cementantes” (p.1)<sup>36</sup>

##### **Definición operacional:**

Definida por las sustituciones parciales respecto al peso del cemento por la ceniza de hoja de eucalipto en 5%, 10%,15%, empleándose con el propósito de optimizar las propiedades mecánicas del concreto.

**Indicadores:** 5%, 10% y 15% del peso del cemento acorde al diseño de mezcla.

**Escala de medición:** Razón.

#### **Variable Independiente 2: Ceniza de Madera de eucalipto**

##### **Definición conceptual:**

El código ASTM (1992), indica: Las puzolanas vienen a ser materiales que contienen silíceos o alumino-silíceos sin valor cementante en su estado natural; sin embargo, en contacto con agua experimentan reacciones químicas con el

hidróxido de calcio obteniendo sustancias con propiedades cementantes”  
(p.1)<sup>37</sup>

**Definición operacional:**

Definida por las sustituciones parciales respecto al peso del cemento por la ceniza de hoja de eucalipto en 5%, 10%,15%, empleándose para con el fin de optimizar las propiedades mecánicas del concreto.

**Indicadores:** 5%, 10% y 15% del peso del cemento acorde al diseño de mezcla.

**Escala de medición:** Razón.

**Variable Dependiente: PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO**

**Definición conceptual:**

Ríos (2022) está constituido por cualidades identificables de modo directo por los sentidos, y no dependen de la cantidad o tamaño de la muestra, comprende contenido de aire, rendimiento, asentamiento, peso unitario, temperatura (p.17)<sup>38</sup>.

**Definición operacional:**

En esta tesis se realizó un ensayo de una propiedad física del concreto, para las 3 muestras: muestra patrón, muestra con sustitución parcial de la ceniza de hoja de eucalipto y muestra de madera de eucalipto en proporciones de 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento; las propiedades que se evaluarán son: Trabajabilidad medida a través del ensayo de asentamiento.

**Indicadores:** Slump (pulgadas o “)

**Escala de medición:** Razón.

**Variable Dependiente: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO**

**Definición conceptual:**

Según Carrillo (2018) las propiedades mecánicas del concreto se analizan en su estado endurecido y se asocian a su adecuado, son: Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, resistencia a la cortante (p.31)<sup>39</sup>.



**Definición operacional:**

En esta tesis se realizaron ensayos en las propiedades mecánicas del concreto para las 3 muestras: muestra patrón, muestra con sustitución parcial de la ceniza de hoja de eucalipto y muestra de madera de eucalipto en proporciones de 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento; las propiedades que se evaluarán son: Resistencia a la compresión, y Resistencia a la tensión por flexión del concreto.

**Indicadores:** Resistencia a la compresión ( $\text{kg/cm}^2$ ); resistencia a la tensión por flexión ( $\text{kg-f/cm}^2$ )

**Escala de medición:** Razón.

### 3.3. Población, Muestra y Muestreo

#### 3.3.1. Población

La población, según Arias et al (2016) está integrada por un conjunto de individuos, en base a los que se efectuará la elección de la muestra” (p. 202)<sup>40</sup>. Así, la población es la totalidad de unidades de la cual se efectúa la extracción de la muestra, y a las que se efectúa los ensayos.

Para la tesis, la población está conformada por todas las probetas de 10x20 cm, las vigas de 15x15x50 cm y las muestras de concreto fresco en el cono de abrams (slump) para cada tipo de adición que serán elaboradas en el laboratorio de MTL Geotecnia para así poder fundamentar las hipótesis, que resulten de las sustituciones de 5%, 10% y 15% de ambas cenizas.

#### 3.3.2. Muestra

De acuerdo a López y Fachelli (2015) una muestra proviene de haber efectuado una selección de una parte de una totalidad que es la población (p.5)<sup>41</sup>; donde dicha muestra debe poder representar a la población de donde proviene.

##### Evaluación de propiedades físicas y mecánicas

Para determinar la muestra se tomó un total de 42 probetas de concreto, 14 vigas de concreto, 7 conos de abrams, según se detalla a continuación y de conformidad con NTP 334.009, ASTM C-192 y C-31, ASTM C-78, norma E.060 sobre concreto.

**Tabla 1:** *Número de probetas, vigas y muestras*

	PROPIEDADES FÍSICAS		PROPIEDADES MECÁNICAS	
	SLUMP	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN
	DIA 1	7 DIAS	28 DIAS	28 DÍAS
<b>MUESTRA PATRÓN</b>	1	3	3	2
<b>MUESTRA CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE HOJA</b>				
SUSTITUCIÓN DE 5%	1	3	3	2
SUSTITUCIÓN DE 10%	1	3	3	2
SUSTITUCIÓN DE 15%	1	3	3	2
<b>MUESTRA CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE MADERA</b>				
SUSTITUCIÓN DE 5%	1	3	3	2
SUSTITUCIÓN DE 10%	1	3	3	2
SUSTITUCIÓN DE 15%	1	3	3	2
	7	21	21	14

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3. Muestreo

El muestreo efectuado ha sido no probabilístico dado que el número de ensayos es la igual a la cantidad de muestras. Según Arias (2016), el muestreo no probabilístico es elegido porque resulta muy costoso aplicar un procedimiento probabilístico, como subtipos de este tipo de muestreo se tiene: muestreo por cuotas, muestro intencional o de conveniencia, bola de nieve (p.206)<sup>42</sup>; para este trabajo se utilizó el muestreo no aleatorio por conveniencia, dado que es el investigador aquel que efectúa según su criterio el muestreo.

### 3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.

#### Técnica de recolección de datos

De acuerdo a Arispe et al (2020), se refiere a la selección y utilización de distintas herramientas y técnicas de las que el investigador puede hacer uso para la construcción de su sistema de información que servirá para el desarrollo de la investigación (p.82)<sup>43</sup>.

Para el método de obtención de información se emplea la observación para dar soluciones a la problemática y probar la hipótesis que se brinda.

Se emplean las normativas NTP 334.009, ASTM C-192 y C-31, ASTM C-78, norma E.060 sobre concreto.

### **Instrumentos de recolección de datos**

La técnica de obtención de datos para esta tesis estuvo comprendida por los ensayos en laboratorio como técnica para el recojo de datos, que involucra el estudio de trabajabilidad, resistencia del concreto y resistencia a la tensión por flexión; como instrumento de recolección de datos se tiene a las fichas de los laboratorios de concreto, donde se tiene los formatos de ensayos de laboratorio, fichas de análisis, donde se indican los resultados conseguidos de conformidad con las normas designadas estos ensayos.

Del mismo modo, se indica el detalle de los instrumentos y los ensayos:

- Observación
- Fichas de laboratorio (Ver anexo)
- Ensayos

**Tabla 2:** *Ensayos de laboratorio*

	<b>Ensayo</b>	<b>Instrumento</b>
Ensayos	Ensayo de análisis granulométrico	Ficha de Resultados de Laboratorio – NTP 400.012 ASTM C 136
	Trabajabilidad - SLUMP	Ficha de Resultados de Laboratorio– E.060
	Resistencia a la compresión	Ficha de Resultados de Laboratorio - ASTM C39 y la NTP 339.034
	Resistencia a la flexión del concreto	Ficha de Resultados de Laboratorio - ASTM C-192 y C-31, ASTM C-78

Fuente: Elaboración propia

### **Confiabilidad**

De acuerdo a Santos (2017), la confiabilidad está referida al grado de exactitud o precisión de la medición efectuada, en el sentido de que si aplicamos reiteradamente dicho instrumento al mismo objeto producirá iguales resultados. (p.2)<sup>44</sup>

Para ello, la confiabilidad se sustenta en el procedimiento efectuado por el laboratorio MTL Geotecnia y por la maquinaria empleada para los ensayos.

## **Validez**

Conforme indica Santos (2017), la validez está referida a la medida en que el instrumento logra medir aquello que busca medir, haciendo referencia a la precisión que posee la herramienta de medición; en ese sentido, se asocia a la eficiencia del instrumento, herramienta o equipo (p.9)<sup>45</sup>.

Ello se sustentó de acuerdo a la validez de la norma NTP, a la ASTM y al ACI.

### **3.5. Procedimiento**

La determinación de la cantidad y selección de probetas se efectuó de acuerdo a la norma E-060, siendo un total de 42 probetas y 14 vigas de concreto, evaluadas conforme a los plazos determinados por la NTP (7 y 28 días) y ensayados en el laboratorio de Tecnología de concreto, donde se efectuaron los ensayos de Rotura la Compresión, Rotura a la Flexión, y SLUMP según el ACI y las NTP, evaluándose los resultados.

### **3.6. Método de análisis de datos**

La obtención de datos se llevará a cabo mediante la observación directa, a través de la que se podrá visualizar cada prueba ensayado en el laboratorio, una vez obtenida la información experimental, se procede a procesar los datos con ayuda del paquete MS Excel. Para dicho análisis se hará uso de métodos estadísticos, descriptivos e inferenciales para el procesamiento, descripción, presentación, análisis e interpretación de datos obtenidos por cada indicador evaluado.

### **3.7. Aspectos éticos**

Como alumnos de la carrera profesional de ingeniería civil, esta tesis ha sido elaborada con respeto, honradez, honestidad, y confianza, con disciplina y de acuerdo a los formatos y resoluciones de la universidad César Vallejo, además de los instrumentos que se usan para determinar el objetivo de estudio. También no se ha cometido plagio con la información que se encuentra en otras investigaciones de modo que la información proveniente de ellas será citada y referenciada bibliográficamente según la norma ISO 690-2010; a su vez se efectuó una evaluación de similitud usando el software Turnitin.

## IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Pataz-La Libertad 2022

Ubicación:

Región: La Libertad

Provincia: Pataz

Distrito: Nuevo Parcoy

Ubicación: Calle Jr. San Martín N 680, Lote 2



*Figura 01:* Mapa del Perú  
Fuente: Google Search



*Figura 02:* Mapa de la Región La Libertad  
Fuente: Google Search



*Figura 03:* Provincia de Pataz  
Fuente: Google Search

Localización:



*Figura 04:* Localización del Jr. San Martín N 680 Lote 2  
Fuente: Google Maps

La investigación se desarrolló en el Jr. San Martín N 680, de donde se evaluó a los agregados.

A) Ensayos de caracterización físico química de ceniza de hoja y de madera de eucalipto

**Tabla 3:** *Determinación de contenido de cenizas, PH y Peso específico Ceniza de Madera de Eucalipto*

Contenido de Cenizas - Re calcinación (%)	96.08
Peso específico (g/cc)	0.52
pH (1:5)	11.07

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4:** *Composición química de Ceniza de Madera de Eucalipto*

Composición química	Resultados
Oxido de calcio, CaO	63.18%
Dióxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	16.38%
Trióxido de azufre, SO <sub>3</sub>	10.18%
Oxido de magnesio, MgO	5.93%
Dióxido de manganeso, MnO <sub>2</sub>	1.67%
Trióxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.39%
Trióxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.72%
Oxido de bario, BaO	0.31%
Pentóxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.18%
Oxido de Zinc, ZnO	0.04%
Oxido de cobre, CuO	0.01%
Trióxido de cromo, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01%

Fuente: Elaboración propia

Según las tablas 3 y 4, se tiene que luego de la recalcinación se obtiene una masa de 96.08% de ceniza de madera de eucalipto; a su vez, se constata la presencia de materiales cementantes en referencia al contenido del cemento Sol Tipo I conforme a la figura 7, C<sub>2</sub>S (silicato bicálcico - 3CaO.SiO<sub>2</sub>, Belita) con 11.9%, C<sub>3</sub>S (silicato tricálcico - Ca<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>) con 54.2%, C<sub>3</sub>A (aluminato tricálcico - 3CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) con 10.2%, C<sub>4</sub>AF (ferritoaluminato tetracálcico - 4CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) con 9.7%.

Entonces, en cuanto a la ceniza de madera de eucalipto se aprecian porcentajes importantes de materiales cementantes como el CaO en 63% y el SiO<sub>2</sub> en 16%, también se advierte la presencia de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pero en menor proporción.

**Tabla 5:** *Determinación de contenido de cenizas, PH y Peso específico Ceniza de Hoja de Eucalipto*

Contenido de Cenizas - Re calcinación (%)	88.14
Peso específico (g/cc)	0.69
pH (1:5)	11.19

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6:** *Composición química de Ceniza de Hoja de Eucalipto*

Composición química	Resultados
Oxido de calcio, CaO	62.15%
Dióxido de potasio, K <sub>2</sub> O	17.37%
Dióxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	6.03%
Trióxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.33%
Dióxido de cloro, ClO <sub>2</sub>	3.52%
Trióxido de azufre, SO <sub>3</sub>	1.65%
Oxido de magnesio, MgO	1.24%
Trióxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.75%
Dióxido de manganeso, MnO <sub>2</sub>	1.62%
Pentóxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.17%
Oxido de Titanio, TiO	0.14%
Oxido de cobre, CuO	0.02%
Oxido de Zinc, ZnO	0.01%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las tablas 5 y 6, se tiene que luego de la recalcinación se obtiene una masa de 96.08% de ceniza de hoja de eucalipto; a su vez, se constata la presencia de materiales cementantes en referencia al contenido del cemento Sol Tipo I conforme a la figura 7

Entonces, en cuanto a la ceniza de hoja de eucalipto se aprecian porcentajes importantes de materiales cementantes como el CaO en 62% y el SiO<sub>2</sub> en 6%, también se advierte la presencia de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pero en un 5.33%.

De lo anterior, se tiene que luego de la recalcinación la ceniza que poseía mayor masa, por ende, menor contenido de agua es la ceniza de madera de eucalipto, con 8% más que la ceniza de hoja. Por otro lado, la ceniza con mayor contenido de materiales cementantes es la ceniza de madera de eucalipto (un 10% más en promedio).



B) Ensayo de los Agregados:

**AGREGADO GRUESO**

A continuación, los ensayos de: PUS (Peso unitario suelto), PUC (Peso unitario compactado), Pe (Peso específico), CH (Contenido de Humedad), %Abs (Porcentaje de absorción), TnM (Tamaño Nominal máximo).

El procedimiento de trabajo del agregado se realizó a través de la norma ASTM C127 y la NTP 400.021.

- **PESO UNITARIO COMPACTADO**

Método utilizado: Método A (PUC, TMN<1 ½")

Recipiente Utilizado: R2 Mediano

El procedimiento se desarrolló según la norma ASTM C29 y la NTP 400.017.

**Tabla 7:** *Peso Unitario Compactado Agregado grueso*

		Unidad	P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	19.67	19.67	19.67
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	14.57	14.57	14.57
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1529.23	1529.23	1529.23
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )					1529

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a ello, el PUC obtenido de acuerdo al promedio de las muestras es de 1529 kg/m<sup>3</sup>

- **PESO UNITARIO SUELTO**

Método utilizado: Método C (PUS)

Recipiente Utilizado: R2 Mediano

El procedimiento se desarrolló según las normas ASTM C29 y la NTP 400.017

**Tabla 8:** *Peso Unitario Suelto Agregado Grueso*

		Unidad	P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	18.57	18.57	18.57
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	13.47	13.47	13.47
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1413.81	1413.81	1413.81
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )					1414

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a ello, el PUS obtenido de acuerdo al promedio de las muestras es de 1414 kg/m<sup>3</sup>

- GRAVEDAD ESPECÍFICA:

El procedimiento fue desarrollado conforme a la ASTM C128 y la NTP 400.022.

**Tabla 9:** *Peso Específico de Agregado Grueso*

<i>PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO</i>	gr/cc	2.65
--	-------	------

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a ello, el peso específico del agregado fue de 2.65 gr/cm<sup>3</sup>

- ABSORCIÓN DE AGUA:

El procedimiento fue desarrollado conforme a la ASTM C128 y la NTP 400.022.

**Tabla 10:** *Porcentaje de Absorción Agregado Grueso*

<i>ABSORCIÓN (%)</i>	0.6
----------------------	-----

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a ello, el porcentaje de absorción obtenido para el agregado grueso fue de 0.6%.

- CONTENIDO DE HUMERDAD, TAMAÑO MÁXIMO DE HUMERDAD Y MÓDULO DE FINURA

**Tabla 11:** *Contenido de Humedad, TMN, MF de Agregado Grueso*

<b>Contenido de Humedad</b>	0.21%
<b>Tamaño máximo nominal</b>	1/2"
<b>Módulo de finura</b>	6.97

Fuente: Elaboración propia

Según ello, el contenido de humedad del agregado grueso es de 0.21%, el Tamaño máximo nominal es de 1/2" y el Módulo de finura es de 6.97.

### AGREGADO FINO

A continuación, los ensayos de: PUS (Peso unitario suelto), PUC (Peso unitario compactado), Pe (Peso específico), CH (Contenido de Humedad), %Abs (Porcentaje de absorción), MF (Módulo de Finura)

El procedimiento de trabajo del agregado se realizó a través de la norma ASTM C128 y la NTP 400.022.

- PESO UNITARIO COMPACTADO

El procedimiento se desarrolló según las normas ASTM C29 y la NTP 400.017.

Método utilizado: Método A (PUC, TMN < 1 1/2")

Recipiente Utilizado: R1 Pequeño

**Tabla 12:** *Peso Unitario Compactado Agregado Fino*

		Unidad	P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	7.31	7.31	7.31
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	4.95	4.95	4.95
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1792.39	1792.39	1792.39
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )				1792	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a ello, el PUC obtenido de acuerdo al promedio de las muestras es de 1792 kg/m<sup>3</sup>

- PESO UNITARIO SUELTO

Método utilizado: Método C (PUS)

Recipiente Utilizado: R1 (Pequeño)

El procedimiento se desarrolló según las normas ASTM C29 y la NTP 400.017

**Tabla 13:** *Peso Unitario Suelto Agregado Fino*

		Unidad	P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.61	6.61	6.61
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	4.95	4.95	4.95
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1538.77	1538.77	1538.77
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )					1539

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a ello, el PUS obtenido de acuerdo al promedio de las muestras es de 1539 kg/m<sup>3</sup>.

- GRAVEDAD ESPECÍFICA:

El procedimiento fue desarrollado conforme a la ASTM C128 y la NTP 400.022.

**Tabla 14:** *Peso Específico de Agregado Fino*

<i>PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO</i>	gr/cc	2.63
--	-------	------

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a ello, el peso específico del agregado fino fue de 2.63 gr/cm<sup>3</sup>.

ABSORCIÓN DE AGUA:

El procedimiento fue desarrollado conforme a la ASTM C128 y la NTP 400.022.

**Tabla 15:** *Porcentaje de Absorción Agregado Fino*

<i>ABSORCIÓN (%)</i>	1.8
----------------------	-----

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a ello, el porcentaje de absorción obtenido para el agregado fino fue de 1.8%.

- CONTENIDO DE HUMERDAD, TAMAÑO MÁXIMO DE HUMERDAD Y MÓDULO DE FINURA

El contenido de humedad fue obtenido a la norma ASTM C566 y NTP 339.185.

**Tabla 16:** *Contenido de Humedad, TMN, y MF para agregado fino*

<b>Contenido de Humedad</b>	1.72%
<b>Tamaño máximo nominal</b>	N°08
<b>Módulo de finura</b>	2.73

Fuente: Elaboración propia

Según ello, el contenido de humedad del agregado fino es de 1.72%, el Tamaño máximo nominal es N°08 y el Módulo de finura es de 2.73.

### GRANULOMETRÍA

Desarrollada de acuerdo a la ASTM C136 y a la NTP 400.012.

### AGREGADO GRUESO

**Tabla 17:** *Análisis granulométrico para Agregado Grueso*

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #67	
2"	50.00	0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0	0.0	0.0	100.0		
1"	24.50	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05	0	0.0	0.0	100.0	90	100
1/2"	12.50	564.8	29.6	29.6	70.4		
3/8"	9.53	727.9	38.1	67.7	32.3	20	55
N° 04	4.76	699.5	36.6	104.4	-4.4	0	10
N° 08	2.38	12.6	0.7	105.0	-5.0	0	5
N° 16	1.18	0.4	0.0	105.0	-5.0		
FONDO		-96.2	-5.0	105.0	0.0		

Fuente: Elaboración propia

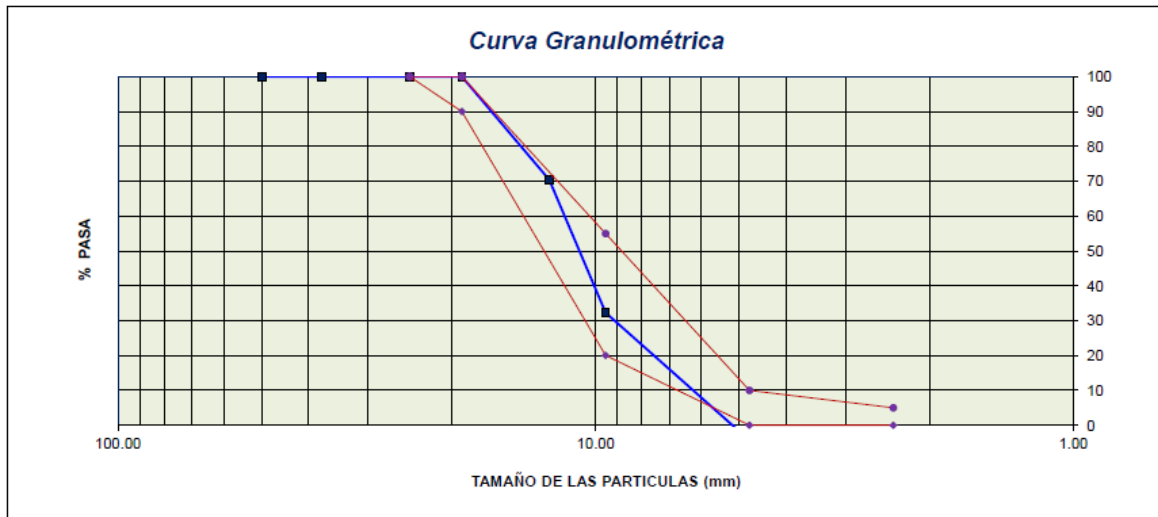


Figura 05: Curva Granulométrica Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia

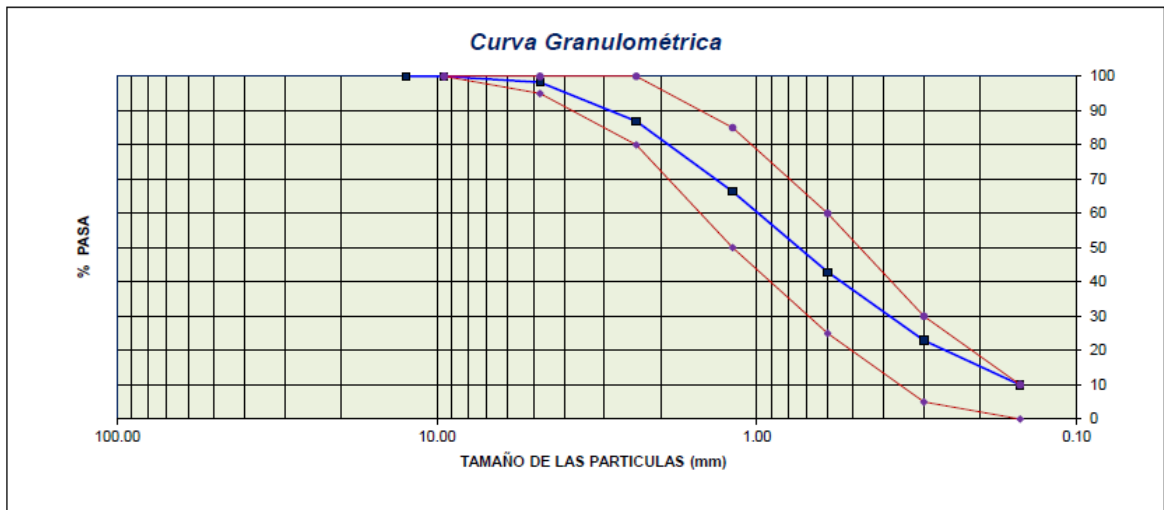
De acuerdo a lo anterior, el agregado grueso cumple con la norma ASTM C136 y a la NTP 400.012 al encontrarse dentro de las curvas de Límite Inferior y Límite Superior.

#### AGREGADO FINO

Tabla 18: Análisis Granulométrico Agregado Fino

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #67	
1/2"	12.50	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.76	9.5	1.7	1.7	98.3	95	100
N° 08	2.38	61.9	11.3	13.1	86.9	80	100
N° 16	1.19	112.1	20.6	33.6	66.4	50	85
N° 30	0.60	127.9	23.5	57.1	42.9	25	60
N° 50	0.30	108.9	20.0	77.1	22.9	5	30
N° 100	0.15	70.80	13.0	90.0	10.0	0	10
FONDO		54.30	10.0	100.0	0.0		

Fuente: Elaboración propia



*Figura 06:* Curva Granulométrica Agregado Fino  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo anterior, el agregado fino cumple con la norma ASTM C136 y a la NTP 400.012 encontrarse dentro de las curvas de Límite Inferior y Límite Superior.

#### TIPO DE CEMENTO

El cemento utilizado para el diseño de mezcla fue Cemento Sol Tipo I, el cual cumple con la Norma Técnica Americana ASTM C-150 (ASOCEM, s.f., p.2)<sup>44</sup>.

El peso específico del Cemento Sol Tipo I es de 3.12 g/ml. Se detalla a continuación:

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	427	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	11.9	No específica
C <sub>3</sub> S	%	54.2	No específica
C <sub>3</sub> A	%	10.1	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	9.7	No específica

\*Requisito opcional

**Figura 07:** Propiedades físicas y químicas

Fuente: UNACEM (s.f.)

### C) Diseño de Mezcla

El diseño de la mezcla se desarrolló según el Método de ACI – Comité 211.1, teniendo como valores de diseño a:

**Tabla 19:** Diseño Teórico –  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIOS S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. KG/m <sup>3</sup>
<b>CEMENTO SOL TIPO I</b>	3.12					
<b>AGREGADO FINO - ARENA</b>	2.63	2.73	1.72	1.8	1539	1792
<b>AGREGADO GRUESO - HUSO 67</b>	2.65	6.97	0.21	0.6	1414	1529

Fuente: Elaboración propia



## VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA PESO SECO

**Tabla 20:** *Materiales para el diseño de mezcla en peso seco*

Proporciones en peso seco para 1m <sup>3</sup> de concreto con adición de diferentes porcentajes de ceniza de eucalipto							
	Patrón	Ceniza de hoja de eucalipto			Ceniza de madera de Eucalipto		
Porcentaje de adición	0%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
<b>CEMENTO (Kg)</b>	388.00	369.00	349.00	330.00	369.00	349.00	330.00
<b>Agua (L)</b>	216.00	216.00	216.00	216.00	216.00	216.00	216.00
<b>Agregado Fino (Kg)</b>	824.00	824.00	824.00	824.00	824.00	824.00	824.00
<b>Agregado Grueso (Kg)</b>	852.00	852.00	852.00	852.00	852.00	852.00	852.00
<b>Ceniza (Kg)</b>	-	19.00	39.00	58.00	19.00	39.00	58.00

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21:** *Materiales para el diseño de mezcla en peso húmedo*

Proporciones en peso húmedo para 1m <sup>3</sup> de concreto con adición de diferentes porcentajes de ceniza de eucalipto							
	Patrón	Ceniza de hoja de eucalipto			Ceniza de madera de Eucalipto		
Porcentaje de adición	0%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
<b>CEMENTO (Kg)</b>	388.00	369.00	349.00	330.00	369.00	349.00	330.00
<b>Agua (L)</b>	220.00	220.00	220.00	220.00	220.00	220.00	220.00
<b>Agregado Fino (Kg)</b>	838.00	838.00	838.00	838.00	838.00	838.00	838.00
<b>Agregado Grueso (Kg)</b>	853.00	853.00	853.00	853.00	853.00	853.00	853.00
<b>Ceniza (Kg)</b>	-	19.00	39.00	58.00	19.00	39.00	58.00

Fuente: Elaboración Propia

En las tablas de arriba se mostraron los valores de diseño en peso seco y en peso húmedo, para la muestra patrón y las dos sustituciones parciales con sus respectivos porcentajes según esta investigación dispone. El cemento utilizado es, conforme se indicó en la parte previa, Cemento Sol Tipo I con densidad de 312 g/ml.

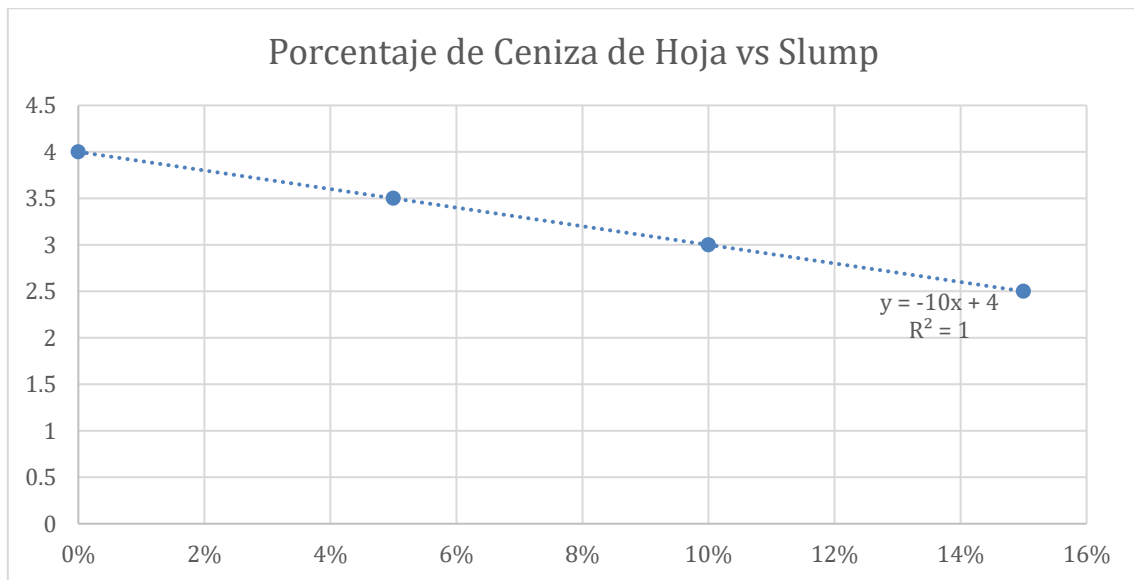
D) Trabajo de Laboratorio – ensayos en el concreto fresco

Seguidamente, se muestra una tabla que consolida los resultados del ensayo de consistencia efectuado a través del cono de Abrams para la muestra patrón y las dos sustituciones parciales.

**Tabla 22:** *Ensayos en concreto fresco: Consistencia - Slump*

Material	Slump (pulg)	
	Ceniza de hoja de eucalipto	Ceniza de madera de Eucalipto
<b>Concreto Patrón</b>	4"	4"
Concreto + 5% Ceniza	3.5"	3.75 "
Concreto + 10% Ceniza	3"	3"
Concreto + 15% Ceniza	2.5"	1"

Fuente: Elaboración propia



**Figura 8:** Porcentaje de Ceniza de Hoja de Eucalipto y Slump

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados, la trabajabilidad posee un comportamiento decreciente según se incrementa el porcentaje de sustitución parcial del cemento por ceniza de hoja de eucalipto. A su vez, dicho comportamiento puede ser modelado a través de una recta de acuerdo a la ecuación:

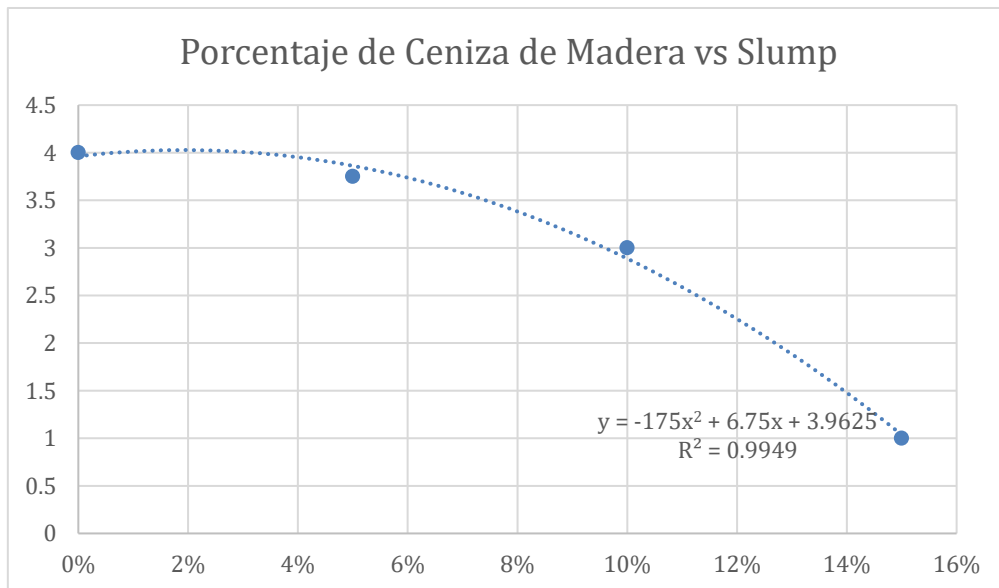
$$y = -10 x + 4$$

Donde:

Y= Slump (pulgadas)

X= Porcentaje de dosificación de ceniza de hoja

Se destaca que la bondad de ajuste de dicha recta es de  $R^2 = 1$ .



*Figura 9:* Porcentaje de Ceniza de Madera de Eucalipto y Slump

Fuente: Elaboración Propia

A su vez, la trabajabilidad posee un comportamiento decreciente según se incrementa el porcentaje de sustitución parcial del cemento por ceniza de madera de eucalipto. A su vez, dicho comportamiento puede ser modelado a través de una curva polinómica de grado 2 de acuerdo a la ecuación:

$$y = -175x^2 + 6.75x + 3.9625$$

Donde:

Y= Slump (pulgadas)

X= Porcentaje de dosificación de ceniza de madera

Se destaca que la bondad de ajuste de dicha recta es de  $R^2 = 0.9949$

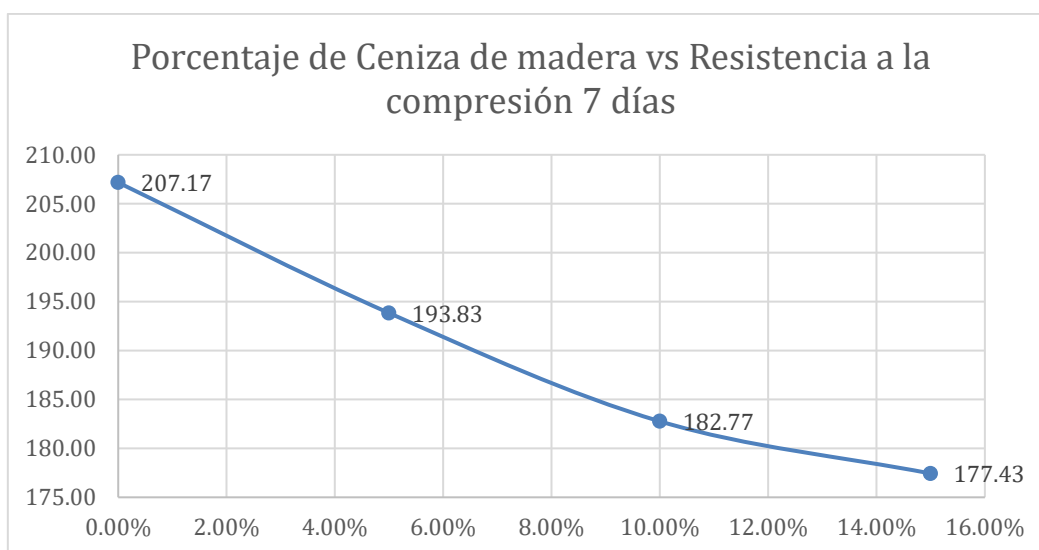
E) Trabajo de Laboratorio – ensayos en el concreto endurecido

En cuanto a los ensayos de concreto endurecido se presenta a continuación el ensayo de resistencia a la compresión y ensayo de tensión por flexión.

**Tabla 23:** Resistencia a la compresión 7 días Ceniza de madera de Eucalipto

Descripción	Resistencia máxima promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%)
<b>Concreto Patrón</b>	207.17	98.65%
Concreto + 5% Ceniza de madera	193.83	92.30%
Concreto + 10% Ceniza de madera	182.77	87.03%
Concreto + 15% Ceniza de madera	177.43	84.49%

Fuente: Elaboración propia



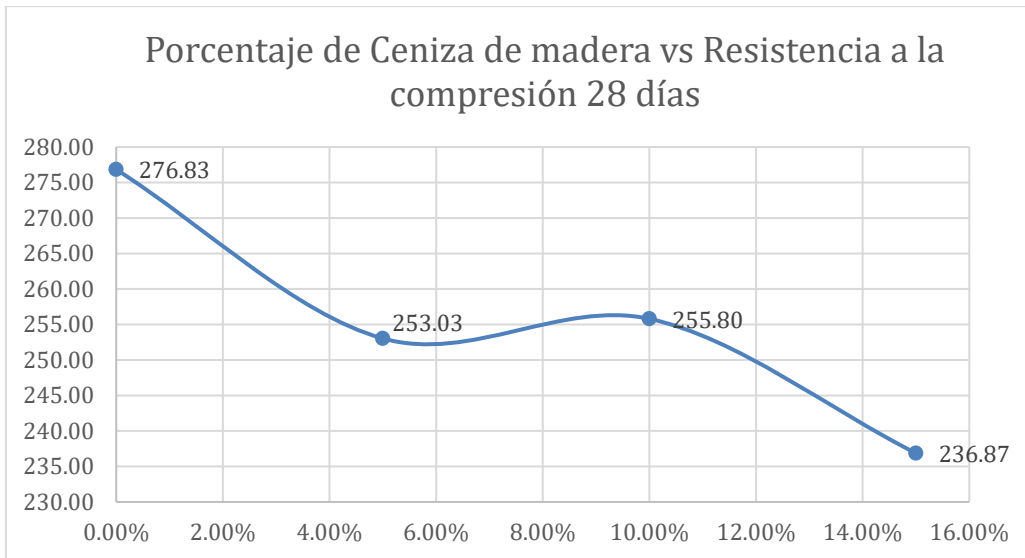
**Figura 10:** Porcentaje de ceniza de madera de eucalipto y resistencia a la compresión 7 días

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24:** Resistencia a la compresión 28 días Ceniza de madera de Eucalipto

Descripción	Resistencia máxima promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%)
<b>Concreto Patrón</b>	276.83	131.83%
Concreto + 5% Ceniza de madera	253.03	120.49%
Concreto + 10% Ceniza de madera	255.80	121.81%
Concreto + 15% Ceniza de madera	236.87	112.79%

Fuente: Elaboración propia



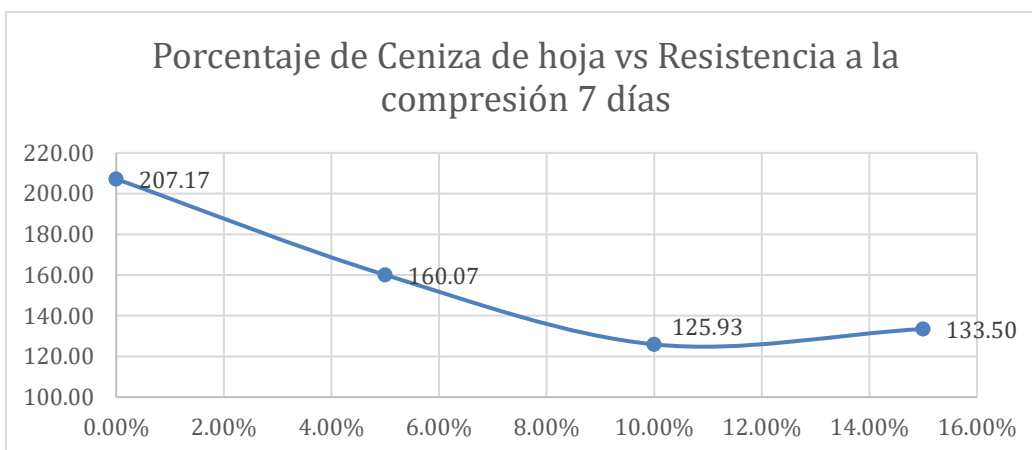
**Figura 11:** Porcentaje de ceniza de madera de eucalipto y resistencia a la compresión 28 días

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25:** Resistencia a la compresión 7 días Ceniza de hoja de Eucalipto

Descripción	Resistencia máxima promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%)
Concreto Patrón	207.17	98.65%
Concreto + 5% Ceniza de hoja	160.07	76.22%
Concreto + 10% Ceniza de hoja	125.93	59.97%
Concreto + 15% Ceniza de hoja	133.50	63.57%

Fuente: Elaboración propia



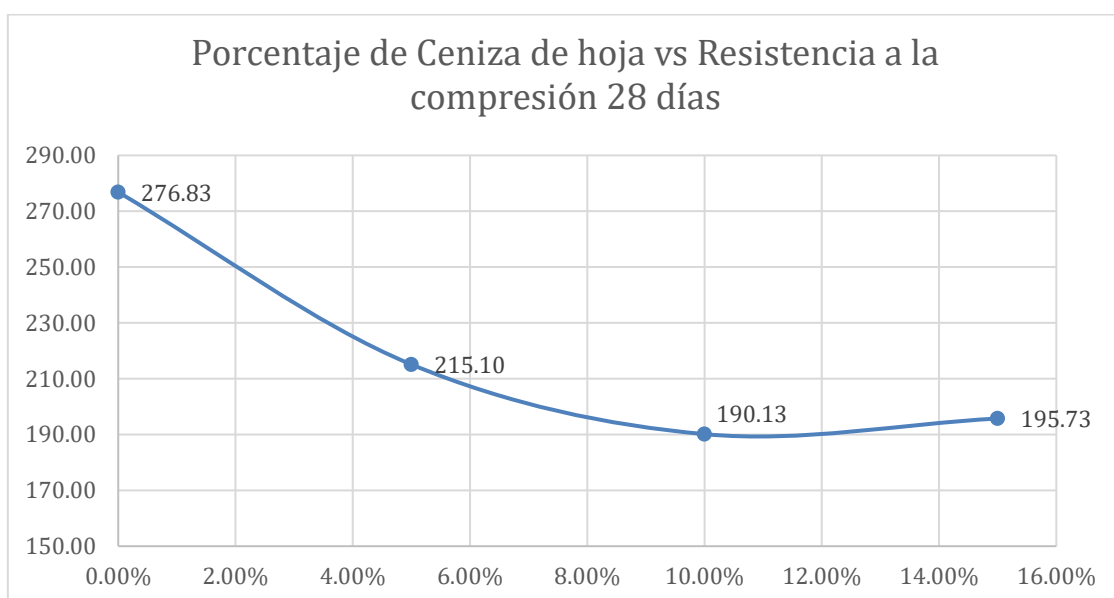
**Figura 12:** Porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto y resistencia a la compresión 7 días

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26:** Resistencia a la compresión 28 días Ceniza de hoja de Eucalipto

Descripción	Resistencia máxima promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%)
<b>Concreto Patrón</b>	276.83	131.83%
Concreto + 5% Ceniza de hoja	215.10	102.43%
Concreto + 10% Ceniza de hoja	190.13	90.54%
Concreto + 15% Ceniza de hoja	195.73	93.21%

Fuente: Elaboración propia



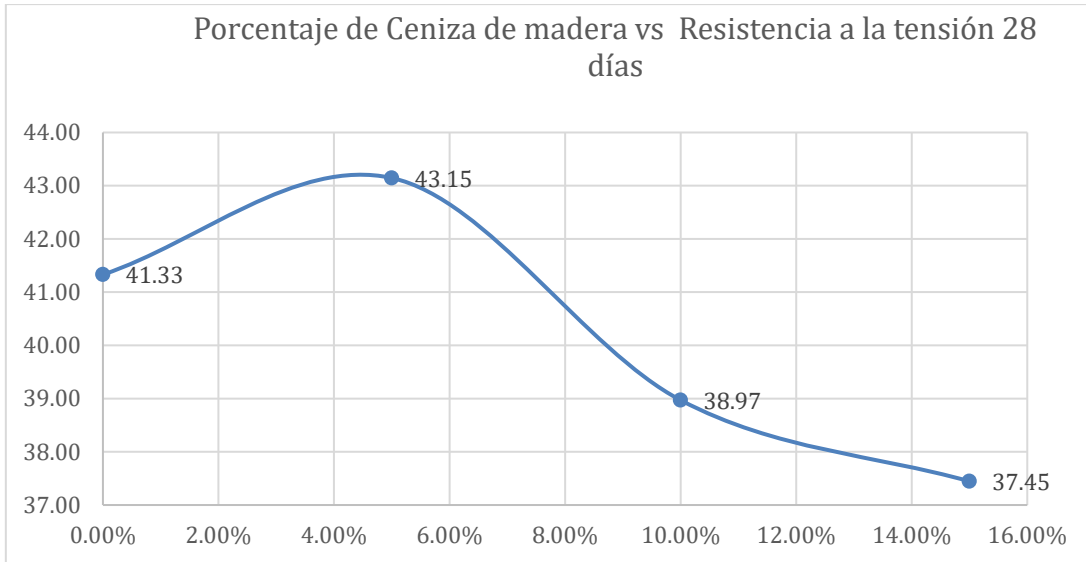
**Figura 13:** Porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto y resistencia a la compresión 28 días

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27:** Resistencia a la tensión 28 días Ceniza de madera de Eucalipto

Descripción	Carga máxima (Kg-f)	Módulo de rotura (Kg-f/cm <sup>2</sup> )
<b>Concreto Patrón</b>	3099.85	41.33
Concreto + 5% Ceniza de madera	3236.00	43.15
Concreto + 10% Ceniza de madera	2922.95	38.97
Concreto + 15% Ceniza de madera	2808.25	37.45

Fuente: Elaboración propia



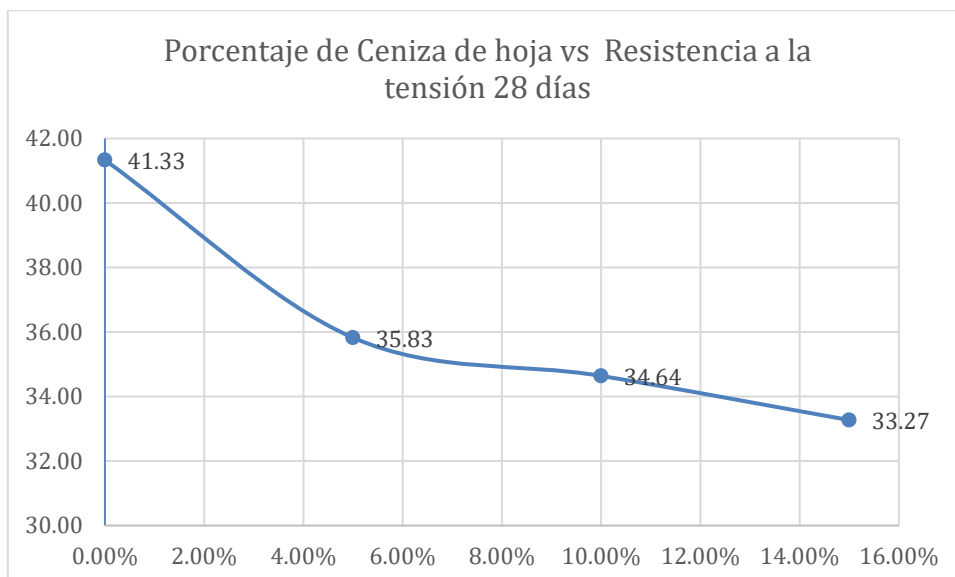
**Figura 14:** Porcentaje de ceniza de madera de eucalipto y resistencia a la tensión 28 días

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28:** Resistencia a la tensión 28 días Ceniza de hoja de Eucalipto

Descripción	Carga máxima (Kg-f)	Módulo de rotura (Kg-f/cm <sup>2</sup> )
<b>Concreto Patrón</b>	3099.85	41.33
Concreto + 5% Ceniza de hoja	2686.90	35.83
Concreto + 10% Ceniza de hoja	2598.20	34.64
Concreto + 15% Ceniza de hoja	2495.20	33.27

Fuente: Elaboración propia



**Figura 15:** Porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto y resistencia a la tensión 28 días

Fuente: Elaboración propia

#### Objetivo 1:

Determinar la influencia de la ceniza de la hoja de y de madera de eucalipto en la trabajabilidad del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022;

#### Ensayo de consistencia del concreto

Interpretación: De acuerdo a la tabla 18, que consolida los resultados del ensayo del Slump para la muestra patrón, la muestra con ceniza de hoja en sus 3 porcentajes de sustitución parcial y la muestra con ceniza de madera en sus 3 porcentajes de sustitución parcial; se tiene que:

En cuando a la ceniza de hoja de eucalipto, cuando se incrementa el porcentaje de sustitución parcial, el slump se reduce obteniendo slumps de 3.5" a 2.5" para sustituciones de 5% y 15% respectivamente, indicando un empeoramiento de la trabajabilidad del concreto; se puede indicar a su vez, que el comportamiento del slump se aproxima a una recta con pendiente negativa, según se tiene en la figura 8. Entonces, la trabajabilidad se redujo en porcentajes de 13%, 25%, 37% respecto a la muestra patrón para sustituciones de 5%, 10% y 15% respectivamente para la ceniza de hoja de eucalipto.



En cuando a la ceniza de madera de eucalipto, a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución parcial, el slump se reduce el slump se reduce obteniendo slumps de 3.75" a 1" para sustituciones de 5% y 15% respectivamente, indicando un empeoramiento de la trabajabilidad del concreto; se puede indicar a su vez, que el comportamiento del slump se aproxima a una parábola en su tramo decreciente, según se tiene en la figura 9. De allí que, a medida que se sustituya el cemento por más porcentaje de ceniza de madera, la trabajabilidad empeorará en mayor medida que en el caso de la sustitución por ceniza de hoja.

Entonces, la trabajabilidad se redujo en porcentajes de 6%, 25%, 75% respecto a la muestra patrón para sustituciones de 5%, 10% y 15% respectivamente para la ceniza de madera de eucalipto.

Finalmente, debe indicarse que el slump de la mezcla patrón (4"), fue superior a los valores de ambas adiciones para cualquier porcentaje de sustitución; entonces, la trabajabilidad es mejor en ausencia de cualquier tipo de sustitución parcial tanto de ceniza de hoja, como de ceniza de eucalipto.





Figura 16: Ensayo de consistencia del concreto para todos los diseños

Fuente: Elaboración propia

#### Objetivo 2:

Determinar la influencia de la ceniza de la hoja de eucalipto y de madera de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022

Ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas

Interpretación: Este ensayo fue llevado a cabo para la muestra patrón, la muestra con ceniza de hoja en sus 3 porcentajes de sustitución parcial y la muestra con ceniza de madera en sus 3 porcentajes de sustitución parcial; a su vez, se efectuó ensayos a los 7 y 28 días.

En cuanto a los ensayos para la sustitución parcial de ceniza de hoja de eucalipto:

A los 7 días se tiene:

De acuerdo a la Tabla 21, la muestra patrón adquirió un 98.65% (207.17 kg/cm<sup>2</sup>) de la resistencia de diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>. Ello a razón que el diseño de mezcla contiene un factor de seguridad expresado en la proporción A/C (agua-cemento) correspondiente a un f'c de 294 kg/cm<sup>2</sup>. Los cálculos se desarrollaron empleando 3 rupturas para cada mezcla.

En relación a las mezclas con sustitución parcial de ceniza de hoja de eucalipto se tiene que han alcanzado un 76.22% para el 5% de sustitución parcial, 59.97% para

el 10%, y 63.57% para el 15%. Entonces, y de acuerdo a la figura 12, el máximo alcanzado para la sustitución parcial de hoja de eucalipto, es de 160.07 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a un 76.22% de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Por ello, a los 7 días, se tiene que la muestra patrón posee un nivel de resistencia a la compresión más alta que cualquier porcentaje de sustitución parcial, y superando en 20% el máximo nivel logrado (sustitución al 5%). Las muestras con sustitución parcial mostraron niveles menores a la muestra patrón en 23%, 39%, y 36% para porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

A los 28 días se tiene:

Debe destacarse que para esta fecha el concreto debe haber alcanzado valores de resistencia a la compresión cercano a 294 kg/cm<sup>2</sup> a razón del factor de seguridad mencionad anteriormente. Los cálculos se desarrollaron empleando 3 rupturas para cada mezcla.

Se analiza a continuación la tabla 22. En ese caso, para la muestra patrón se tiene que alcanzó una resistencia de 276.83 kg/cm<sup>2</sup>, constituyendo un 131.83% respecto a la resistencia teórica de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Respecto a la sustitución de 5%, se alcanzó una resistencia a la compresión de 215.10 kg/cm<sup>2</sup>, 190.13 kg/cm<sup>2</sup> para el 10% y 195.73 con el 15%. De esa manera, la resistencia a la compresión más alta, en presencia de sustitución por ceniza de hoja, fue la de 5% con un  $f'c$  215.10 kg/cm<sup>2</sup> superando el diseño teórico de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la compresión de las otras dos sustituciones (10% y 15%) no superan el nivel teórico de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Entonces, para cualquier nivel de sustitución de ceniza de hoja de eucalipto, no se supera el nivel de resistencia a la compresión alcanzada por la muestra patrón. Las muestras con sustitución parcial mostraron niveles menores a la muestra patrón en 22%, 31%, y 29% para porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

En cuanto a los ensayos para la sustitución parcial de ceniza de madera de eucalipto:

A los 7 días se tiene:

De acuerdo a la Tabla 19, la muestra patrón adquirió un 98.65% de la resistencia de diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los cálculos se desarrollaron empleando 3 rupturas para cada mezcla.

En relación a las mezclas con sustitución parcial de ceniza de madera de eucalipto se tiene que han alcanzado un 92.30% para el 5% de sustitución parcial, 87.03% para el 10%, y 84.49% para el 15%. Entonces, y de acuerdo a la figura 10, el máximo alcanzado para la sustitución parcial de hoja de eucalipto, es de 193.83 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a un 92.30% de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Por ello, a los 7 días, se tiene que la muestra patrón posee un nivel de resistencia a la compresión más alta que cualquier porcentaje de sustitución parcial, y superando en 6% el máximo nivel logrado (sustitución al 5%). Las muestras con sustitución parcial mostraron niveles menores a la muestra patrón en 6.4%, 11.8%, y 14.36% para porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

A los 28 días se tiene:

Como se indicó anteriormente, para esta fecha el concreto debe haber alcanzado valores de resistencia a la compresión cercano a 294 kg/cm<sup>2</sup> a razón del factor de seguridad mencionad anteriormente. Los cálculos se desarrollaron empleando 3 rupturas para cada mezcla.

Se analiza a continuación la tabla 20. En ese caso, para la muestra patrón, se tiene que alcanzó una resistencia de 276.83 kg/cm<sup>2</sup>, constituyendo un 131.83% respecto a la resistencia teórica de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Respecto a la sustitución de 5%, se alcanzó una resistencia a la compresión de 253.03 kg/cm<sup>2</sup>, 255.80 kg/cm<sup>2</sup> para el 10% y 236.87 con el 15%. De esa manera, la resistencia a la compresión más alta, en presencia de sustitución por ceniza de madera, fue la de 10% con un  $f'c$  255.80 kg/cm<sup>2</sup> superando el diseño teórico de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la compresión de las 3 sustituciones parciales supera el nivel teórico de 210 kg/cm<sup>2</sup>. A su vez, para cualquier nivel de sustitución de ceniza de madera de eucalipto, no se logra superar el nivel de resistencia a la compresión alcanzada por la muestra patrón. Las muestras con sustitución parcial mostraron niveles menores a la muestra patrón en 8.6%, 7.6%, y 14.43% para porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

Por tanto, tanto para la sustitución parcial de ceniza de eucalipto como para la de ceniza de madera, no se logra superar los valores de muestra patrón para los 7 días ni para los 28 días en cuanto a la resistencia a la compresión.

A nivel comparativo, la resistencia a la compresión alcanzada por la ceniza de hoja es menor en 15%, 25%, 18% que los resultados para ceniza de madera, para porcentajes de sustitución de 5%, 10%, 15% respectivamente.

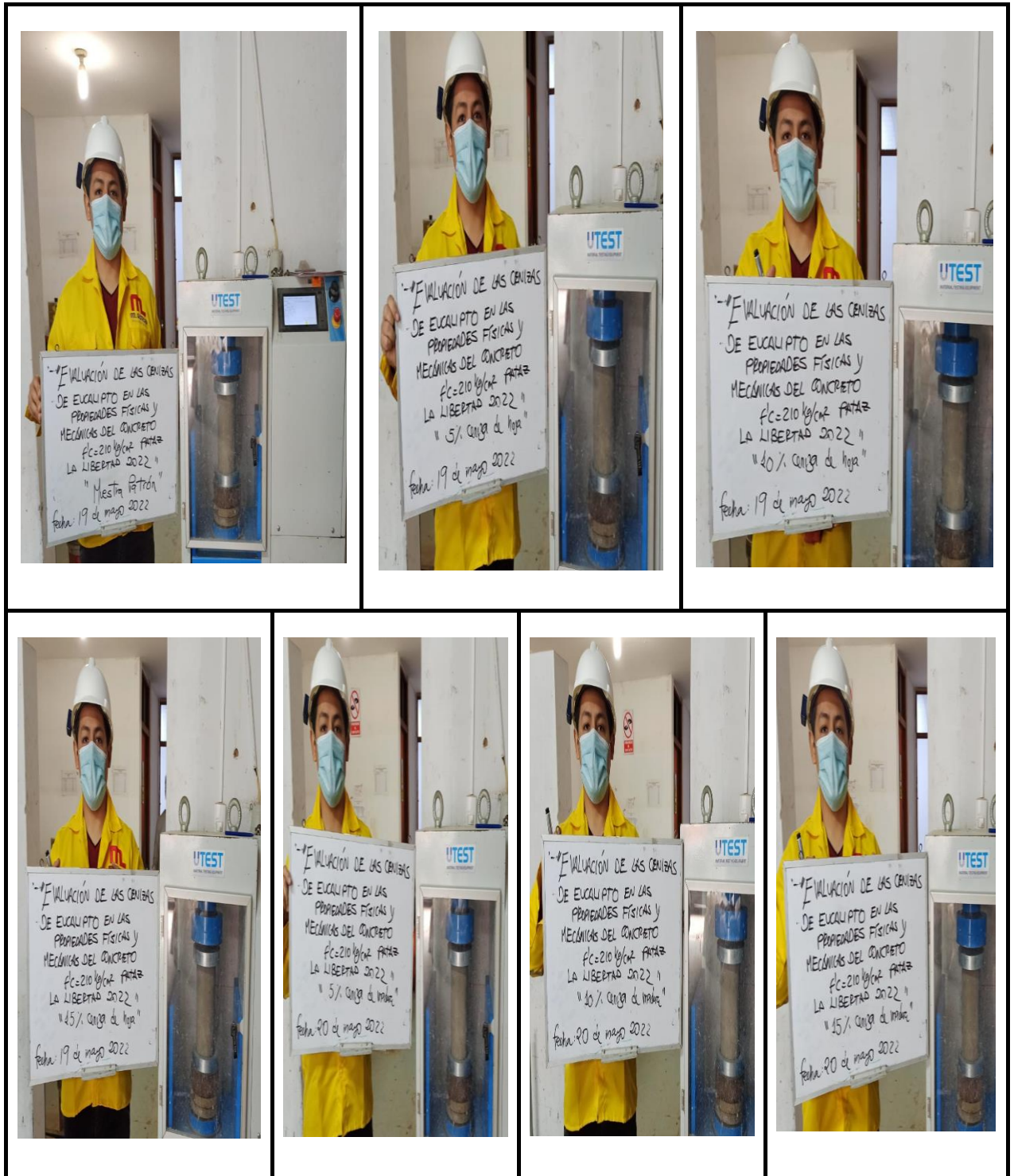


Figura 17: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días  
Fuente: Elaboración propia

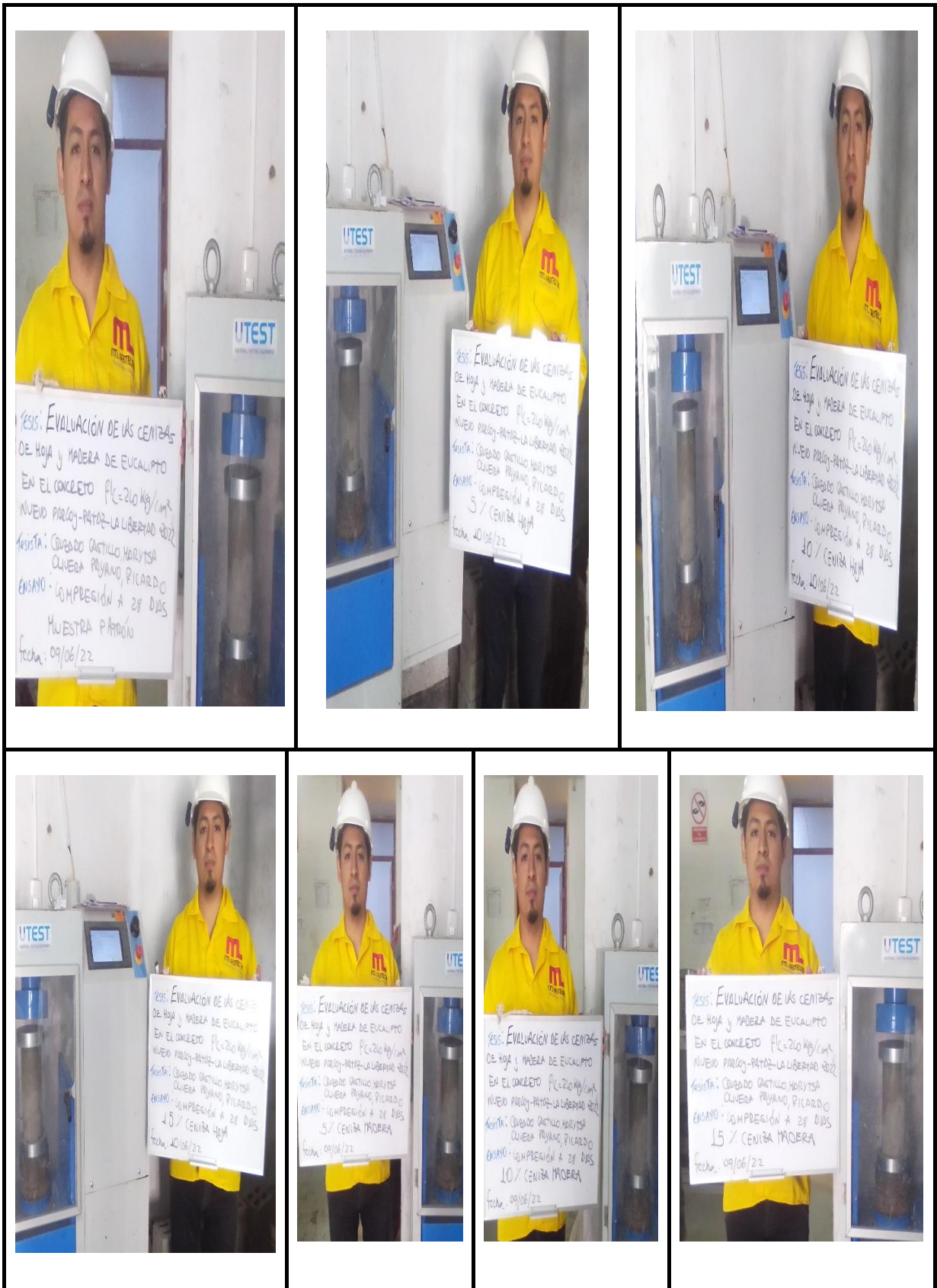


Figura 18: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días  
Fuente: Elaboración propia

### Objetivo 3:

determinar la influencia de la ceniza de la hoja y madera de eucalipto en la resistencia a la tensión por flexión del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022.

### Ensayo de resistencia a la tensión por flexión

Interpretación: En cuanto a los ensayos para la sustitución parcial de ceniza de hoja de eucalipto:

Este ensayo se efectuó a los 28 días empleando 2 rupturas por mezcla.

Se tiene, de acuerdo a la tabla 24, que la muestra patrón evidenció un módulo de rotura de 41.33 kg-f/cm<sup>2</sup>, soportando una carga máxima de 30.99.85. Comparativamente, la sustitución de 5% evidenció un módulo de rotura de 35.83 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 2686.90 kg-f, un módulo de rotura de 34.64 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 2598.20 kg-f para la sustitución de 10%, y un módulo de rotura de 33.27 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 24.95.20 kg-f para la sustitución de 15%. Por tanto, el máximo módulo de rotura para el caso de sustitución de cemento por ceniza de hoja corresponde al 5% en peso; a su vez, en ningún caso se logra superar el módulo de rotura de la muestra patrón, mostrando niveles de 13.3%, 16% y 20% menores para las sustituciones de 5%. 10% y 15% respectivamente,

En cuanto a los ensayos para la sustitución parcial de ceniza de madera de eucalipto:

Se tiene, de acuerdo a la tabla 23, que la muestra patrón evidenció un módulo de rotura de 41.33 kg-f/cm<sup>2</sup>, soportando una carga máxima de 30.99.85. Comparativamente, la sustitución de 5% evidenció un módulo de rotura de 43.15 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 3236.0 kg-f, un módulo de rotura de 38.97 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 2922.95 kg-f para la sustitución de 10%, y un módulo de rotura de 37.45 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 2808.25 kg-f para la sustitución de 15%. Por tanto, el máximo módulo de rotura para el caso de sustitución de cemento por ceniza de hoja corresponde al 5% en peso; a su vez, este nivel de sustitución permite alcanzar un módulo de rotura más alto que el caso de la mezcla patrón; superándola en un 4.4%. Los niveles de sustitución parcial en

10% y 15% muestran niveles por debajo de la mezcla patrón, en 6% y 9% respectivamente.

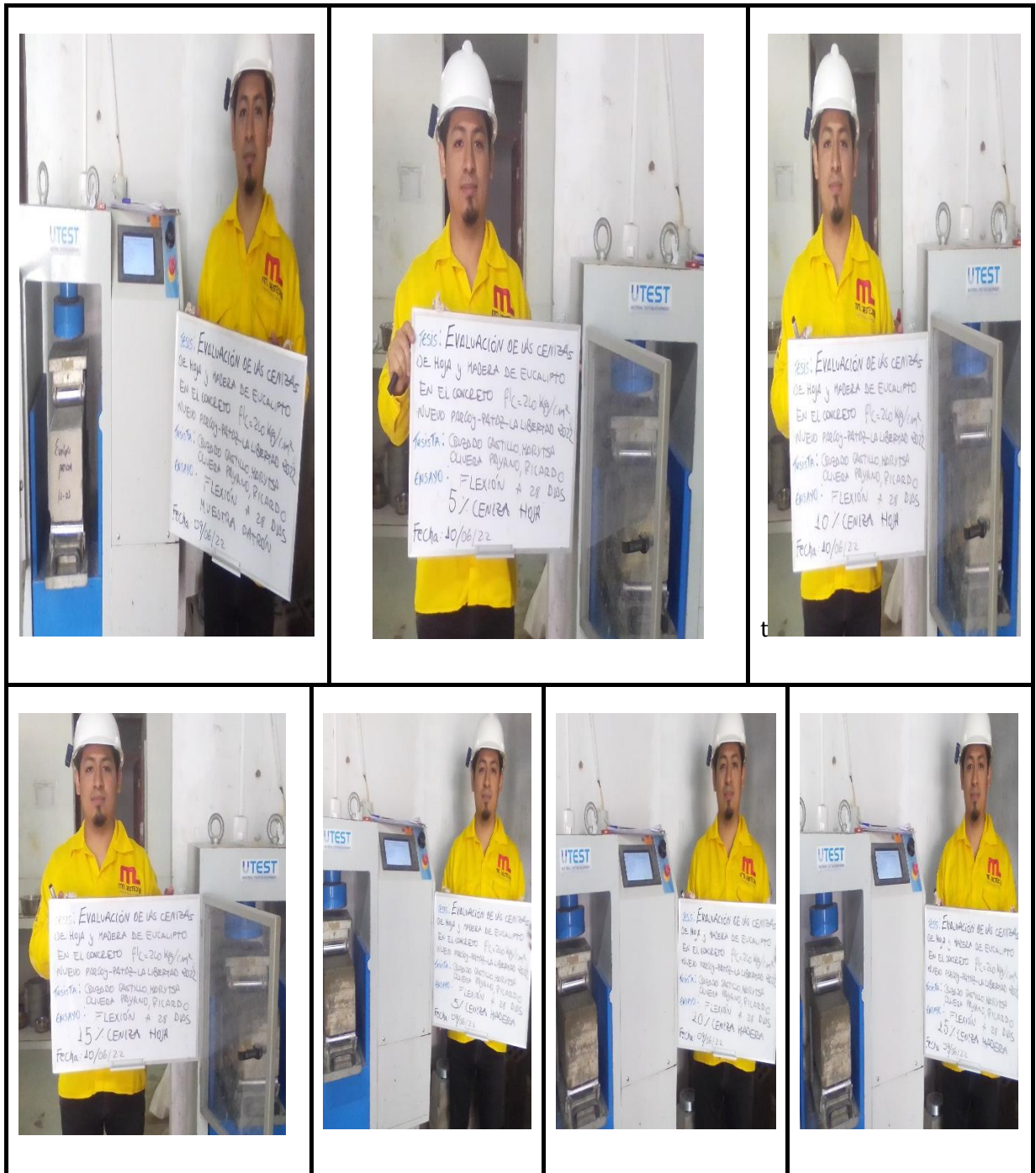


Figura 19: Ensayo de tensión por flexión del concreto a los 28 días  
Fuente: Elaboración propia



## V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar la influencia de la ceniza de la hoja de y de madera de eucalipto en la trabajabilidad del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022.

### CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO

Antecedente: Lencinas & Incahuanaco (2017) en su tesis sustituyeron parcialmente el cemento en porcentajes de 2.5% y 5% por cenizas de paja de trigo con el propósito de mejorar la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto, obteniendo resultados de trabajabilidad de un asentamiento (slump) de 2.1" y 2.6" respectivamente, lo que indica una disminución de la trabajabilidad del concreto.

Resultados: En cuando a la ceniza de hoja de eucalipto, a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución parcial, el slump se reduce obteniendo slumps de 3.5" a 2.5" para sustituciones de 5% y 15% respectivamente, indicando un empeoramiento de la trabajabilidad del concreto.

Comparación: Con las sustituciones parciales de cenizas de hoja de eucalipto del antecedente, no se obtuvieron resultados favorables pues con dicha sustitución se obtienen slump mayores indicando menor trabajabilidad. Estos hallazgos coinciden con los resultados de la presente tesis, donde a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución parcial de ceniza de hoja de eucalipto, se reduce la trabajabilidad del concreto.

### CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO

Antecedente: Lencinas & Incahuanaco (2017) en su tesis sustituyeron parcialmente el cemento en porcentajes de 2.5% y 5% por cenizas de paja de trigo con la finalidad de mejorar la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto, obteniendo resultados de trabajabilidad de un asentamiento (slump) de 2.1" y 2.6" respectivamente, lo que indica una disminución de la trabajabilidad del concreto.

Resultados: En cuanto a la ceniza de madera de eucalipto, según se incrementa el porcentaje de sustitución parcial, el slump se reduce el slump se reduce obteniendo slumps de 3.75" a 1" para sustituciones de 5% y 15% respectivamente, indicando un empeoramiento de la trabajabilidad del concreto. De allí que, según se sustituya el cemento por más porcentaje de ceniza de madera.

Comparación: Con las sustituciones parciales de cenizas de paja de trigo del antecedente, no se obtuvieron resultados favorables pues con dicha sustitución se obtienen resistencias a la compresión menores que las muestras patrón. Estos hallazgos coinciden con los resultados de la presente tesis, donde a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución parcial de ceniza de madera de eucalipto, se reduce la trabajabilidad del concreto.

Objetivo 2: Determinar la influencia de la ceniza de la hoja de eucalipto y de madera de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022.

### CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO

Antecedentes: Acuña, J. (2018), en su tesis evaluó el impacto de la sustitución parcial de ceniza de Ichu en un 12% en la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Los resultados de la investigación expresan que al adicionar el 12% de ceniza de Ichu al experimento presentan una resistencia menor al concreto convencional, obteniéndose una resistencia a la compresión 41% menor a la patrón a los 28 días. A su vez, Carrillo, R. (2018) en su estudio tuvo por objetivo evaluar la resistencia a compresión de una mezcla a base de cemento que tenga la función de mortero, dicho mortero fue adicionado con la mezcla de ceniza de concha pata de mula 5 % y ceniza de eucalipto en 3%. Se encontró que los porcentajes de sustitución del 8 % y 16 % redujeron la resistencia del concreto con respecto al patrón en 5 % y 16.86 % respectivamente a los 28 días.

**Resultados:** Al realizarse los ensayos, para la muestra patrón se alcanzó una resistencia de  $276.83 \text{ kg/cm}^2$ , constituyendo un 131.83% respecto a la resistencia teórica de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Respecto a la sustitución de 5%, se alcanzó una resistencia a la compresión de  $215.10 \text{ kg/cm}^2$ ,  $190.13 \text{ kg/cm}^2$  para el 10% y  $195.73$  con el 15%. De esa manera, la resistencia a la compresión más alta, en presencia de sustitución por ceniza de hoja, fue la de 5% con un  $f'c 215.10 \text{ kg/cm}^2$  superando el diseño teórico de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . La resistencia a la compresión de las otras dos sustituciones (10% y 15%) no superan el nivel teórico de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Entonces, para cualquier nivel de sustitución de ceniza de hoja de eucalipto, no se supera el nivel de resistencia a la compresión alcanzada por la muestra patrón. Las muestras

con sustitución parcial mostraron niveles menores a la muestra patrón en 22%, 31%, y 29% para porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente

Comparación: Con las sustituciones parciales de cenizas de hoja de eucalipto de los antecedentes tanto en su función estructural como de mortero, no se obtuvieron resultados favorables pues con dicha sustitución se obtienen resistencias a la compresión menores que las muestras patrón. Estos hallazgos coinciden con los resultados de la presente tesis, donde a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución parcial de ceniza de hoja de eucalipto, se reduce la resistencia a la compresión del concreto.

### CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO

Antecedente: Acuña, J. (2018), en su tesis evaluó el impacto de la sustitución parcial de ceniza de Ichu en un 12% en la resistencia mecánica del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Los resultados de la investigación expresan que al adicionar el 12% de ceniza de Ichu al experimento presentan una resistencia menor al concreto convencional, obteniéndose una resistencia a la compresión 41% menor a la patrón a los 28 días. A su vez, Carrillo, R. (2018) en su estudio tuvo por objetivo evaluar la resistencia a compresión de una mezcla a base de cemento que tenga la función de mortero, dicho mortero fue adicionado con la mezcla de ceniza de concha pata de mula 5 % y ceniza de eucalipto en 3%. Se encontró que los porcentajes de sustitución del 8 % y 16 % redujeron la resistencia del concreto con respecto al patrón en 5 % y 16.86 % respectivamente a los 28 días.

Resultados: Se obtuvo en la tesis que para la muestra patrón, se alcanzó una resistencia de  $276.83 \text{ kg/cm}^2$ , constituyendo un 131.83% respecto a la resistencia teórica de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Respecto a la sustitución de 5%, se alcanzó una resistencia a la compresión de  $253.03 \text{ kg/cm}^2$ ,  $255.80 \text{ kg/cm}^2$  para el 10% y  $236.87$  con el 15%. De esa manera, la resistencia a la compresión más alta, en presencia de sustitución por ceniza de madera, fue la de 10% con un  $f_c 255.80 \text{ kg/cm}^2$  superando el diseño teórico de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . La resistencia a la compresión de las 3 sustituciones parciales supera el nivel teórico de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . A su vez, para cualquier nivel de sustitución de ceniza de madera de eucalipto, no se logra superar el nivel de resistencia a la compresión alcanzada por la muestra patrón. Las muestras con sustitución parcial mostraron niveles menores a la muestra patrón en 8.6%, 7.6%, y 14.43% para porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente

Comparación: Con las sustituciones parciales de cenizas de madera de eucalipto de los antecedentes tanto en su función estructural como de mortero, no se obtuvieron resultados favorables pues con dicha sustitución se obtienen resistencias a la compresión menores que las muestras patrón. Estos hallazgos coinciden con los resultados de la presente tesis, donde a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución parcial de ceniza de hoja de eucalipto, se reduce la resistencia a la compresión del concreto.

Objetivo 3: Determinar la influencia de la ceniza de la hoja y de madera de eucalipto en la resistencia a la tensión por flexión del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022.

### CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO

Antecedente: Pinzón (2013) en su artículo evaluó el impacto de la adición de fibra de fique sustituyendo el agregado fino en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% en la resistencia a la compresión y tensión por flexión. De los ensayos se concluyó que la adición de este material reduce considerablemente el módulo de rotura respecto a la muestra sin adición hasta en un 50% para el caso de la adición de 1.5%.

Resultados: En los ensayos de la presente tesis, la muestra patrón obtuvo un módulo de rotura de 41.33 kg-f/cm<sup>2</sup>, soportando una carga máxima de 30.99.85. Comparativamente, la sustitución de 5% obtuvo un módulo de rotura de 35.83 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 2686.90 kg-f, un módulo de rotura de 34.64 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 2598.20 kg-f para la sustitución de 10%, y un módulo de rotura de 33.27 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 24.95.20 kg-f para la sustitución de 15%. Por tanto, el máximo módulo de rotura para el caso de sustitución de cemento por ceniza de hoja corresponde al 5% en peso; a su vez, en ningún caso se logra superar el módulo de rotura de la muestra patrón, mostrando niveles de 13.3%, 16% y 20% menores para las sustituciones de 5%. 10% y 15% respectivamente.

Comparación: Con las sustituciones parciales de fibra de fique del antecedente referenciado, se obtuvieron resultados desfavorables pues con dicha sustitución se obtienen resistencias a la flexión menores que las muestras patrón. Estos hallazgos coinciden con los resultados de la presente tesis, donde en ningún caso se logra

alcanzar un módulo de rotura más alto que la muestra patrón. Se destaca que, a mayores porcentajes de sustitución, el módulo de rotura disminuye

### CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO

Antecedente: Behera, P., Tayyab, M., Petru, M. (2020) evaluó los efectos de la fabricación de láminas planas de materiales compuestos de cemento reforzado con pulpa de eucalipto. Se obtuvo una mejora de la resistencia a la flexión y la ductilidad en todas las muestras de composite desarrolladas; las propiedades físicas de las muestras de composite estaban más influenciadas por el contenido de fibra. A su vez, las muestras preparadas en condiciones optimizadas (4% de basalto y 2% de pulpa) presentaron una resistencia a la flexión y una densidad aparente significativamente mayores, con una menor absorción de agua y un menor volumen aparente de huecos (porosidad).

Resultados: Se obtuvo en la presente tesis que la muestra patrón obtuvo un módulo de rotura de 41.33 kg-f/cm<sup>2</sup>, soportando una carga máxima de 30.99.85. Comparativamente, la sustitución de 5% obtuvo un módulo de rotura de 43.15 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 3236.0 kg-f, un módulo de rotura de 38.97 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 2922.95 kg-f para la sustitución de 10%, y un módulo de rotura de 37.45 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 2808.25 kg-f para la sustitución de 15%. Por tanto, el máximo módulo de rotura para el caso de sustitución de cemento por ceniza de hoja corresponde al 5% en peso; a su vez, este nivel de sustitución permite alcanzar un módulo de rotura más alto que el caso de la mezcla patrón; superándola en un 4.4%. Los niveles de sustitución parcial en 10% y 15% muestran niveles por debajo de la mezcla patrón, en 6% y 9% respectivamente.

**Comparación:** Con las adiciones de pulpa eucalipto del antecedente referenciado, se obtuvieron resultados favorables pues con dicha adición se obtienen resistencias a la flexión mayores que las muestras patrón. Estos hallazgos coinciden con los resultados de la presente tesis, se logra alcanzar un módulo de rotura más alto que la muestra patrón para una sustitución del 5% de ceniza de madera de eucalipto. Se destaca que, a mayores porcentajes de sustitución, el módulo de rotura disminuye.

## VI. CONCLUSIONES

Objetivo general, se evaluó que la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto y de madera de eucalipto independientemente no mejoran las características físicas y mecánicas del concreto evidenciándose: 1) al disminuir la trabajabilidad del concreto en ambas sustituciones; 2) al disminuir la resistencia a la compresión del concreto en ambas sustituciones, y 3) al aumentar la resistencia a la tensión por flexión en caso de sustitución parcial por ceniza de madera al 5%, disminuyendo en los demás casos.

### 1) Trabajabilidad

Objetivo específico 1, no se estableció la dependencia de la ceniza de hoja de eucalipto ni de la ceniza de madera de eucalipto, evaluadas independientemente en el ensayo de compresión del concreto, disminuyendo su resistencia máxima en 0.5", 1", 1.5" para porcentajes de sustitución de 5%, 10% y 15% en ceniza de hoja respectivamente; y en 0.25", 1" y 2", para porcentajes de sustitución de 5%, 10% y 15% en ceniza de madera respectivamente. Por tanto, la influencia de la ceniza de hoja de eucalipto y de madera de eucalipto, evaluadas de modo independiente, es negativa en los porcentajes aplicados en relación al ensayo de consistencia.

### 2) Resistencia a la compresión

Objetivo específico 2, no se estableció la dependencia de la ceniza de hoja de eucalipto ni de la ceniza de madera de eucalipto, evaluadas independientemente en el ensayo de resistencia a la compresión del concreto, disminuyendo en 23%, 39% y 36% respecto a la muestra patrón a los 7 días, y disminuyendo también en 22%, 31% y 29% respecto al patrón a los 28 días para porcentajes de sustitución de 5%, 10% y 15% en ceniza de hoja respectivamente. A su vez, disminuyendo en 6.4%, 11.8% y 11.36% respecto a la muestra patrón a los 7 días, y disminuyendo también en 8.6%, 7.6%, 14.43% respecto al patrón a los 28 días para porcentajes de sustitución de 5%, 10% y 15% en ceniza de madera respectivamente. Por tanto, la influencia de la ceniza de hoja de eucalipto y de madera de eucalipto, evaluadas de modo independiente, es negativa en los porcentajes aplicados en relación al ensayo de resistencia a la compresión.

### 3) Resistencia a la tensión por flexión

Objetivo específico 3, Se estableció la dependencia de la ceniza de madera de eucalipto, evaluada en el ensayo de módulo de rotura a los 28 días, incrementando su valor en 4.4% ante una sustitución parcial del 5%, y disminuyendo su valor para los otros porcentajes propuestos en 6% y 9% para las sustituciones de 10% y 15% respectivamente. Por tanto, la influencia de la ceniza de madera de eucalipto está relacionada de modo directo con la mejora de la resistencia a la tensión por flexión quedando comprobado. A su vez, no se estableció dependencia de la ceniza de hoja de eucalipto a través del ensayo de módulo de rotura a los 28 días, disminuyendo su valor en 13.36%, 16%, 20% respecto al patrón para porcentajes de sustitución de 5%, 10% y 15% en ceniza de hoja respectivamente. Por tanto, la influencia de la ceniza de hoja de eucalipto es negativa en los porcentajes aplicados en relación al ensayo de tensión por flexión.

## VII. RECOMENACIONES

### 1) Trabajabilidad

Objetivo específico 1, en esta investigación al sustituir el cemento por ceniza de hoja en porcentajes de 5%, 10%, y 15%, y por otro lado, al sustituirlo por ceniza de madera de eucalipto en porcentajes de 5%, 10% y 15%, se logra la disminución de la consistencia del concreto, es decir, se obtiene un menor slump respecto al patrón; por tanto, para futuras investigaciones se recomienda modificar la razón agua cemento, dado que se evidencia en los ensayos que la ceniza absorbe más agua que el cemento para ambas cenizas; a su vez se recomienda incrementar porcentajes mayores al 15% a fin de constatar si se continúa disminuyendo la trabajabilidad del concreto, y porcentajes menores en los que el slump podría incrementar. Por otro lado, se recomienda el uso de un aditivo plastificante.

### 2) Resistencia a la compresión

Objetivo específico 2, en esta investigación al elegir porcentajes que iban del 5% al 15% en ambas cenizas se obtuvo, modo independiente, menores valores para la resistencia a la compresión respecto al patrón; por tanto, para futuras investigaciones, se recomienda evaluar la sustitución de ambos en cantidades menores al 5% para ambas cenizas hasta obtener una resistencia a la compresión más elevada que la muestra patrón. Se sugiere a su vez, ensayar porcentajes de menores valores para el caso de ceniza de hoja de eucalipto, dado que este material otorga resistencias a la compresión menores que para la ceniza de madera, para cada nivel de sustitución ensayado.

### 3) Resistencia a la tensión por flexión

Objetivo específico 3, en esta investigación al elegir porcentajes de 10%, y 15% para la ceniza de madera de eucalipto, se obtuvieron menores valores para la resistencia a la tensión por flexión, sin embargo, en un porcentaje de 5% se obtuvo un módulo de rotura que superó al patrón en 4.4%, por tanto, se recomienda usar el sustituto parcial ceniza de madera solo hasta ese porcentaje permitiendo obtener un máximo de resistencia a la tensión por flexión de 43.15 kg-f/cm<sup>2</sup> con una carga máxima de 3236.0 kg-f. A su vez, se recomienda ensayar dicho porcentaje en valores menores para constatar si se eleva el valor del módulo de rotura. Por otro



lado, al elegir porcentajes del 5%, 10%, y 15% de ceniza de hoja de eucalipto, se obtuvieron en todos los casos valores inferiores en el módulo de rotura respecto al patrón, por tanto, no se recomienda este material como sustituto parcial del cemento, pero si se sugiere para futuras investigaciones evaluar la resistencia a la tensión en porcentajes de sustitución menores al 5%.

## REFERENCIAS

1. GONÇALVES, P. Caracterización y viabilidad del uso de cenizas de biomasa vegetal en mortero”, Universidad Nacional, Brasil, 2021, pag 96. <https://doi.org/10.21041/ra.v11i2.484>
2. AGUDELO, A, ESPINOSA, B. Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de termopaipa. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá, Colombia 2017. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14479/4/Documento%20Ceniza%20volante%20TERMOPAIPA.pdf>
3. PASSARIN, Jongvisuttisun. Utilization of eucalyptus pulp fibers in cementitious materials. Georgia Institute of Technology (2014).
4. SOLANO, J. Influencia de la ceniza de hojas de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes”. Tesis (Licenciatura) Universidad Peruana Los Andes, 2020. Disponible en <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2023>
5. ACUÑA, J. Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución al cemento en 12% por ceniza de Ichu”. Tesis (Licenciatura). Universidad San Pedro, 2018. [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7959/Tesis\\_58210.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7959/Tesis_58210.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
6. MATÍAS, S. Resistencia de un concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2018, pag. 45.
7. CARRILLO, R. 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. Tesis (Bachiller Ingeniero Civil). Chimbote. Universidad San Pedro, 2018.pag, 32.

8. PÉREZ, Y. Resistencia del concreto  $f' c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (Eucalyptus Globulus). Tesis (Ingeniero Civil). Chimbote, Perú. 2017, pag. 98.
9. LENCINAS, F. & INCAHUANACO, B. Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del Cemento Portland puzolánico IP en la zona altiplánica. Repositorio Institucional UNA-PUNO. Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3973>
10. FRANCO, A, FERREIRA, G, BARRETO, G. Schwantes. Gilson Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete. Universidad Nacional de Colombia, 86(208),2019. pp.264-270. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/74580/70359>
11. MANSILLA, C. Evaluation of Mechanical Properties of Concrete Reinforced with Eucalyptus globulus Bark Fibres. Sustainability 2020,12. Disponible en <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/10026/htm>
12. BEHERA, P. Enhanced Mechanical Properties of Eucalyptus-Basalt-Based Hybrid-Reinforced Cement, 28 Noviembre 2020, República Checa. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/346654843\\_Enhanced\\_Mechanical\\_Properties\\_of\\_Eucalyptus-Basalt-Based\\_Hybrid-Reinforced\\_Cement\\_Composites](https://www.researchgate.net/publication/346654843_Enhanced_Mechanical_Properties_of_Eucalyptus-Basalt-Based_Hybrid-Reinforced_Cement_Composites)
13. COUTO, A. Estudio inicial de ceniza de madera de eucalipto como aditivo mineral del concreto. Universidad Nacional de Colombia (2019). Pag, 28. Disponible en: [Dialnet-https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/74580/70359](https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/74580/70359)
14. GARCÉZ, M., et al. Assessment of mix proportions for developing lightweight cementitious composites with wood wastes. Universidad Federal de Viçosa (2017). Revista Árvore, vol. 41 pp. 1-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/488/48851057003.pdf>
15. RENDÓN, J., et al. Durabilidad de mezclas de concreto con diferentes contenidos de ceniza volante activada. Revista de la Asociación

- Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y recuperación de la Construcción. México 9(2), 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/4276/427657986012/suppl3.pdf>
16. PINZÓN, S. Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique. Universidad Piloto de Colombia – Girardot, 2013.
  17. CEDEX. Cenizas procedentes de la biomasa. Disponible en Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. 2014 pág. 2. Concrete building material, The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2021. Disponible en: <https://www.britannica.com/technology/concrete-building-material>
  18. CÁCERES, S., BELIZARIO, Q. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 225–234 pág. 232, 2018. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.366>
  19. TERRENOS, L., CARVAJAL, I. Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo. Universidad Católica de Colombia, 2016, pág. 21. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6831/4/TESIS-AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%C3%81NICAS%20DE%20UN%20CONCRETO%20CONVENCIONAL%20ADICIONANDO%20FIBRA%20DE%20C%C3%81%C3%91A.pdf>
  20. RIOS, B. Comparación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, elaborado a base de cemento tipo ICO y GU, Trujillo – 2020. Universidad Privada del Norte, 2022, pág. 17. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26518/Rios%20Nontol%2C%20Bryan%20Aaron.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  21. TERRENOS, L., CARVAJAL, I. Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo. Universidad Católica de Colombia, 2016, pág. 28. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6831/4/TESIS-AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%C3%81>

NICAS%20DE%20UN%20CONCRETO%20CONVENCIONAL%20ADICIO  
NANDO%20FIBRA%20DE%20C%C3%81%C3%91A.pdf

22. CUBA, G. Estudio tecnológico del concreto informal producido al pie de obra en la ciudad de Jaén, sector “A”. Tesis para título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca Pág. 34, 2017. Disponible en [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1089/T016\\_4\\_7766949\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1089/T016_4_7766949_T.pdf?sequence=1)
23. YAÑEZ, J. Control de calidad en los componentes para la obtención de concretos. Suficiencia profesional para título de Ingeniero de Materiales. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, p. 24, 2014. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9846/IMyajujm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Grupo Universitario S.A.C. Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.070 Albañilería. Lima: Editorial grupo universitario, 2015, pag 526 superior.vol.9, (8), pp. 69-74. [Consultado 05 septiembre 2021]. ISSN 18150276.
25. TERREROS, L., CARVAJAL, I. Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra cáñamo. Trabajo de grado para optar título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia, pág. 31-32, 2016. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6831/4/TESIS-AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%C3%81NICAS%20DE%20UN%20CONCRETO%20CONVENCIONAL%20ADICIONANDO%20FIBRA%20DE%20C%C3%81%C3%91A.pdf>
26. HERNÁNDEZ, L., GÓMEZ, J., CONTRERAS, A., PADILLA, L. Resistencia a la compresión del concreto. Universidad del Atlántico, pág.1, octubre 2018. DOI:[10.13140/RG.2.2.16390.63044](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16390.63044)
27. TANGARIFE, O., SILVA, C. Determinación de la resistencia a compresión del concreto (3000 psi) modificado con material de cambio de fase orgánico PCM – OM18P. Tesis para optar título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia, pág. 38, 2019. Disponible en

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23900/1/DETERMINACION%20DE%20LA%20RESISTENCIA%20A%20COMPRESI%C3%93N%20DEL%20CONCRETO.pdf>

28. KABIR, A., HASAN, M., MIAH, K. Predicting 28 days compressive strength of concrete from 7 days result. Proc. Of Int. Conf. on Advances in Design and Construction of Structures, pág. 18, 2012. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/309373483\\_Predicting\\_28\\_days\\_compressive\\_strength\\_of\\_concrete\\_from\\_7\\_days\\_test\\_result](https://www.researchgate.net/publication/309373483_Predicting_28_days_compressive_strength_of_concrete_from_7_days_test_result)
29. SEPULVEDA, A. Factores determinantes de la resistencia a compresión del concreto. Universidad nacional de Colombia pág. 3 2013. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/309398676\\_FACTORES\\_DETERMINANTES\\_DE\\_LA\\_RESISTENCIA\\_A\\_COMPRESION\\_DEL\\_CONCRETO](https://www.researchgate.net/publication/309398676_FACTORES_DETERMINANTES_DE_LA_RESISTENCIA_A_COMPRESION_DEL_CONCRETO)
30. VALENCIA, G., IBARRA, M. Estudio experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple. Pontificia Universidad Católica del Perú pág. 7, 2013. Disponible en [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5343/VALENCIA\\_GABRIELA\\_ESTUDIO\\_CORRELACION\\_RESISTENCIA\\_COMPRESION\\_VELOCIDAD\\_PULSO\\_ULTRASONICO\\_CONCRETO\\_SIMPLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5343/VALENCIA_GABRIELA_ESTUDIO_CORRELACION_RESISTENCIA_COMPRESION_VELOCIDAD_PULSO_ULTRASONICO_CONCRETO_SIMPLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
31. CARRILLO, J., BARRERA, A., ACOSTA, D. Evaluación del desempeño a tensión por compresión diametral del concreto reforzado con fibras de acero ZP-306. Ingeniería y Competitividad, Volumen 16, No. 1, p. 261 - 272 (2014). Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/inco/v16n1/v16n1a23.pdf>
32. SOLANO, C. Análisis de la flexo tracción del concreto permeable. Escuela Ingeniería en Construcción-Instituto Tecnológico de Costa Rica, pág. 107, 2009. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6253/analisisdelaflexotracciondelconcretopermeable.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. VARGAS, Z. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Educación, vol. 33, núm. 1, 2009, pp. 155-165.

Universidad de Costa Rica. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

34. LOZADA, J. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e industria. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica Vol. 3. N° 1, 2014, pp. 47-50. Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
35. WHITE, H. SABARWAL, S. Diseño y métodos cuasiexperimentales. Unidef Síntesis metodológicas – Sinopsis de la evaluación de impacto n.º8 pág. 1, 2014. Disponible en <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>
36. SOLANO, Juan. Influencia de la ceniza de hojas de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes”. Tesis (Licenciatura) Universidad Peruana Los Andes, 2020. Disponible en <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2023>
37. VILLANUEVA, Janel. Resistencia de concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales. Tesis (Ingeniero civil). Huaraz, Perú 2017.pag, 47.
38. ASTM C39 -09<sup>a</sup>, Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, 2017 pág 1.
39. RIOS, B. Comparación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado a base de cemento tipo ICO y GU, Trujillo – 2020. Universidad Privada del Norte, 2022, pág. 17. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26518/Rios%20Nontol%2C%20Bryan%20Aaron.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
40. CARRILLO, R. 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. Tesis (Bachiller Ingeniero Civil). Chimbote. Universidad San Pedro, 2018.pag, 31.

41. ARIAS, J. et al. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México, vol. 63, núm. 2, abril-junio, 2016, pp. 201-206. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
42. LÓPEZ, P., FACHELI, S. Metodología de la investigación social cuantitativa. Universidad Autónoma de Barcelona, p. 5, 2015. Disponible en [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua\\_cap2-4a2017.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf)
43. ARIAS, J. et al. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México, vol. 63, núm. 2, abril-junio, 2016, pp. 201-206. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
44. ARISPE, C. La investigación científica, una aproximación para los estudios de posgrado. Departamento de Investigación y Postgrados Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, 2020, p.82. Disponible en <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACION%20CIENTIFICA.pdf>
45. SANTOS, G. Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de ciencias físico matemáticas, p.2, 2017. Disponible en <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/ma/GuadalupeSantosSanchez.pdf>
46. SANTOS, G. Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de ciencias físico matemáticas, p.9, 2017. Disponible en <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/ma/GuadalupeSantosSanchez.pdf>
47. ASOCEM. Ficha técnica Cemento Sol TIPO I. Pág. 2. Disponible en: <https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/03/Ficha-Sol.pdf>



## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de operacionalización

**TÍTULO:** Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Pataz-La Libertad 2022

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE				0%	
CENIZA DE HOJA EUCALIPTO	El código ASTM (1992), indica: Las puzolanas son materiales que contienen silíceos o aluminio-silíceos los que poseen poco o ningún valor cementante en su estado natural; sin embargo, en presencia de agua experimentan reacciones químicas con el hidróxido de calcio formar compuestos con propiedades cementantes” (p.1)35	La ceniza de hoja de eucalipto reemplazará en forma proporcional al cemento en las dosificaciones del <b>5%, 10% y 15%</b> respecto al peso del cemento, empleándose para ello 04 combinaciones concreto siguientes: N, N+5%, N+10% y N+15%; con el objetivo de mejorar las objetivo de mejorar las propiedades mecánicas del concreto.	DOSIFICACIÓN Por peso de Cemento	5%	RAZON
				10%	
				15%	
CENIZA DE MADERA EUCALIPTO	El código ASTM (1992), indica: Las puzolanas son materiales que contienen silíceos o aluminio-silíceos los que poseen poco o ningún valor cementante en su estado natural; sin embargo, en presencia de agua experimentan reacciones químicas con el hidróxido de calcio formar compuestos con propiedades cementantes” (p.1)35	La ceniza de tronco de eucalipto reemplazará en forma proporcional al cemento en las dosificaciones del <b>5%, 10% y 15%</b> respecto al peso del cemento, empleándose para ello 04 combinaciones concreto siguientes: N, N+5%, N+10% y N+15%; con el objetivo de mejorar las objetivo de mejorar las propiedades mecánicas del concreto.	DOSIFICACIÓN Por peso de Cemento	5%	RAZON
				10%	
				15%	
DEPENDIENTE					
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CON MORTERO</b>	Ríos (2022) está constituido por cualidades identificables de modo directo por los sentidos, y no dependen de la cantidad o tamaño de la muestra, comprende asentamiento, peso unitario, rendimiento, contenido de aire, temperatura (p.17) Según Carrillo (2018) las propiedades mecánicas del concreto se analizan en su estado endurecido y se asocian a su adecuado, son: Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, resistencia a la cortante (p.31)	En esta investigación se realizarán ensayos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto luego de la incorporación de la ceniza de hoja y de madera de eucalipto en proporciones de 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento; las propiedades que se evaluarán son: Ensayo de cono de Abrams, Resistencia a la compresión, Resistencia a la tensión por flexión del concreto. Finalmente los resultados obtenidos serán procesados en formatos y fichas técnicas bajo la <b>NTP</b> y el <b>ASTM</b> .	PROPIEDADES MECANICAS	Trabajabilidad - Slump (pulg)	RAZON
				Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	RAZON
				Resistencia a la tensión por flexión del concreto (Kg-f/cm <sup>2</sup> )	RAZON

## Anexo 2: Matriz de consistencia de variables

**TÍTULO:** Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Pataz-La Libertad 2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>H. General</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>				<p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Tipo Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> EXPLICATIVA (Causa Efecto)</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental (Cuasi)</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b> Todos las Muestras ensayados en el Laboratorio</p> <p><b>Muestra:</b> 42 Muestras de concreto a compresión 14 Muestras a flexión 7 Muestras para trabajabilidad</p> <p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico</p> <p><b>Técnica:</b> Observación Directa</p> <p><b>Instrumentos de la investigación:</b>  <b>Ficha Recolección de Datos</b>  <b>Ficha Resultados de Laboratorio</b>  <b>Según NTP - ASTM</b></p>
¿De qué manera influye la ceniza de hoja y de tronco de eucalipto en porcentajes de 5%, 10% y 15% en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022	<b>Evaluar</b> la influencia de la ceniza de hoja de y de madera de eucalipto en porcentajes de 5%, 10% y 15% en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022	La incorporación de la ceniza de la hoja de eucalipto en porcentajes de 5%, 10% y 15% y la ceniza de madera de eucalipto en porcentajes de 5%, 10% y 15% <b>mejora</b> las propiedades físicas y mecánicas del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022	<b>CENIZA DE HOJA EUCALIPTO</b>	DOSIFICACIÓN  Por Peso del Cemento	5%	<b>Ficha Recolección de Datos</b> <b>Anexo 3</b>	
			<b>CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO</b>		10%	<b>Ficha Recolección de Datos</b> <b>Anexo 3</b>	
					15%	<b>Ficha Recolección de Datos</b> <b>Anexo 3</b>	
<b>P. Especifico</b>	<b>O. Especifico</b>	<b>H. Especifico</b>	<b>DEPENDIENTE</b>				
¿Cuánto influye la ceniza de hoja y de madera de eucalipto en la trabajabilidad del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz, La Libertad 2022?	Determinar la influencia de la ceniza de la hoja de y de madera de eucalipto en la trabajabilidad del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022	La incorporación de la ceniza de la hoja y de madera de eucalipto mejora la trabajabilidad del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022	<b>PROPIEDADES DEL CONCRETO</b>	PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS	Trabajabilidad del Concreto - Slump  (m)	<b>Ficha Resultado de Laboratorio</b> <b>según NTP 334.051</b> <b>Anexo 8</b>	
¿Cuánto influye la ceniza de hoja y de madera de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022?	Determinar la influencia de la ceniza de la hoja de eucalipto y de madera de eucalipto en la resistencia a la compresión del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022	La incorporación de la ceniza de la hoja y de madera de eucalipto mejora la resistencia a la compresión del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022			Resistencia a la Compresión del Concreto  (Kg/cm <sup>2</sup> )	<b>Ficha Resultado de Laboratorio</b> <b>Según NTP 334.051</b> <b>Anexo 9</b>	
¿Cuánto influye la ceniza de hoja y de madera de eucalipto en la resistencia a la tensión por flexión en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022?	Determinar la influencia de la ceniza de la hoja y de madera de eucalipto en la resistencia a la tensión por flexión del concreto, Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad 2022.	La incorporación de la ceniza de la hoja y de madera de eucalipto mejora la resistencia a la tensión por flexión del concreto en Nuevo Parcoy-Pataz-La Libertad, 2022			Resistencia a la tensión por flexión del Concreto  (Kg-f/cm <sup>2</sup> )	<b>Ficha Resultado de Laboratorio</b> <b>Según NTP 339.621</b> <b>Anexo 10</b>	

## Anexo 3: Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de ceniza de hoja de eucalipto y ceniza de tronco de eucalipto

\*Evaluación de las cenizas de hoja y de tronco del eucalipto en el concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Pataz-La Libertad 2022\*

### Parte A: Datos generales

Tesista 01: Cruzado Castillo, Maritza Yasmín

Tesista 02: Olivera Payano, Ricardo

Fecha: Lima, 28 de abril del 2022

### Parte B: Dosificación de ceniza de hoja de eucalipto

5%	OK
10%	OK
15%	OK




Tesis: Solano, J (2020) Dosificación de ceniza de hoja de eucalipto: 4%, 8%, 12%

### Parte C: Dosificación de ceniza de tronco de eucalipto

5%	OK
10%	OK
15%	OK

Tesis: Pérez, Y (2017) Dosificación de ceniza de tronco de eucalipto: 4%, 8%, 12%

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Gamboa Reyes Nombres: Will Hainer Título: Ing. Civil Grado: Magíster N° Reg. CIP: 2298443 Firma:  Will Hainer Gamboa Reyes ING. CIVIL R. CIP N° 229843	Apellidos: Gómez Pizan Nombres: Cleicer Ken Título: Ing. Civil Grado: Ing. Civil N° Reg. CIP: 226486 Firma:  Cleicer Ken Gómez Pizan ING. CIVIL R. CIP. N° 226486	Apellidos: Condori Pereyra Nombres: Alex Jhunior Título: Ing. Civil Grado: Ing. Civil N° Reg. CIP: 217501 Firma:  Alex Jhunior Condori Pereyra ING. CIVIL R. CIP N° 217501
--	--	--



<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>PESO UNITARIO PARA AGREGADOS</b>	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
	Revisión	3
	Aprobado	CC-MTL
	Fecha	2209/2021
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> <b>ASTM C29</b>		

<b>PROYECTO</b> : Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Páez-La Libertad 2022* <b>SOLICITANTE</b> : Maritza Cruzado Castillo y Ricardo Ollvera Payano <b>UBICACIÓN</b> : Lima, Perú <b>EXPEDIENTE N°</b> : -	<b>Aprobado por:</b> GCM <b>Ensayado por:</b> GCM <b>Fecha de ensayo:</b> 20/04/2022
<b>Cantera</b> : - <b>Material</b> : Agregado grueso <b>N° Muestra</b> : M-01	

**PESO UNITARIO PARA AGREGADOS**  
**ASTM C29**

**A) PESO UNITARIO COMPACTADO:**

**Método utilizado** Método A (PUC,  $TMN < 1 \frac{1}{2}$ )  
**Recipiente utilizado** R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	19.67	19.67	19.67
2	Peso del Recipiente	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	14.57	14.57	14.57
4	Volumen del Molde	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	1529.23	1529.23	1529.23

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (<math>\text{kg/m}^3</math>)</b>	<b>1529</b>
--	-------------

**B) PESO UNITARIO SUELTO:**

**Método utilizado** Método C (PUS)  
**Recipiente utilizado** R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	18.57	18.57	18.57
2	Peso del Recipiente	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	13.47	13.47	13.47
4	Volumen del Molde	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	1413.81	1413.81	1413.81

<b>PESO UNITARIO SUELTO (<math>\text{kg/m}^3</math>)</b>	<b>1414</b>
--	-------------

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

<b>Elaborado por:</b>  J.B. Jefe de Laboratorio	<b>Revisado por:</b>  Daniel Moreno Huamán INGENIERO CIVIL C.I. N° 212868 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	<b>Aprobado por:</b>  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

Figura 21: Certificado de Laboratorio Peso Unitario para Agregado Grueso  
Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/04/2022
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C127			
FESIS : Elevación de las cunetas de hoja y de maderas del acopiado en el concreto Fc=210 kg/cm <sup>2</sup> . Pata-La Libertad 2022 SOLICITANTES : Melitta Cruzado Castillo y Ricardo Olivera Payano UBICACIÓN : Lima, Perú EXPONENTE N° : --			
Carrete	--	Aprobado por:	GCM
Materia:	Agregado grueso	Ensayado por:	GCM
N° Muestra	M-01	Fecha de ensayo:	20/04/2022
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS</b> ASTM C127			

**A) GRAVEDAD ESPECÍFICA:**

PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.65
---------------------------------------	-------	------

**B) ABSORCIÓN DE AGUA:**

ABSORCIÓN (%)	0.6
---------------	-----

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

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

Figura 22: Certificado de Laboratorio Peso Específico y Absorción para Agregado Grueso

Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C136			

TESIS	: "Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> , Pstaz-La Libertad 2022"		
SOLICITANTES	: Meritza Cruzado Castillo y Ricardo Olivera Payano		
UBICACIÓN	: Lima, Perú		
EXPEDIENTE N°	: -		
Carrera	-	Aprobado por:	GCM
Materia	: Agregado fino	Ensayado por:	GCM
N° Muestra	: M-02	Fecha de ensayo:	20/04/2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO**  
ASTM C136

**A) CONDICIONES DE ENSAYO:**

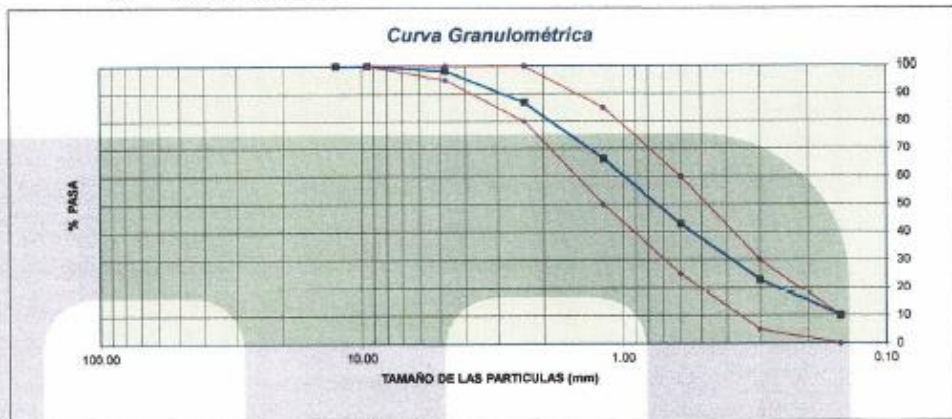
Método de preparación de muestra: Seco e horno  
Método de tamizado: Manual

**B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

Peso inicial húmedo: 554.8 gr.      Contenido de Humedad: 1.72 %  
Peso inicial seco: 545.4 gr.      Tamaño máx. nominal: N° 08  
Módulo de finura: 2.73

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.75	9.5	1.7	1.7	98.3	95	100
N° 08	2.35	61.9	11.3	13.1	86.9	80	100
N° 16	1.18	112.1	20.6	33.6	66.4	50	85
N° 30	0.60	127.9	23.5	57.1	42.9	25	60
N° 60	0.30	108.9	20.0	77.1	22.9	5	30
N° 100	0.15	70.8	13.0	90.0	10.0	0	10
FONDO		54.30	10.0	100.0	0.0		

**C) CURVA GRANULOMÉTRICA:**



OBSERVACIONES:  
\* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

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

Figura 23: Certificado de Laboratorio Análisis Granulométrico para Agregado Fino  
Fuente: MTL Geotecnia

Informes@mtlgeotecniasac.com

**CERTIFICADO DE ENSAYO  
PESO UNITARIO PARA AGREGADOS**

Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
Revisión	2
Aprobado	CC-MTL
Fecha	22/08/2021

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO  
ASTM C29**

TESIS : "Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, Pataz-La Libertad 2022"  
SOLICITANTES : Maritza Cruzado Casallo y Ricardo Olivera Payano  
UBICACIÓN : Lima, Perú  
EXPEDIENTE N° : -

Cantera : - Aprobado por: GCM  
Material : Agregado fino Ensayado por: GCM  
N° Muestra : M-02 Fecha de ensayo: 20/04/2022

**PESO UNITARIO PARA AGREGADOS  
ASTM C29**

**A) PESO UNITARIO COMPACTADO:**

Método utilizado : Método A (PUC, TMN<1 1/2")  
Recipiente utilizado : R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	7.31	7.31	7.31
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.95	4.95	4.95
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1792.39	1792.39	1792.39
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>1792</b>			

**B) PESO UNITARIO SUELTO:**

Método utilizado : Método C (PUS)  
Recipiente utilizado : R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.61	6.61	6.61
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.25	4.25	4.25
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	gr/cm <sup>3</sup>	1538.77	1538.77	1538.77
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>1539</b>			

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

Figura 24: Certificado de Laboratorio Peso Unitario Agregado Fino  
Fuente: MTL Geotecnia



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-PR-LAS-A-0-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	23/04/2021
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C128</b>			
TESIS : "Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del acaulpa en el concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , Pataz-La Libertad 2022" SOLICITANTES : Matiza Cruzado Casillo y Ricardo Olivera Pizarro UBICACIÓN : Lima, Perú EXPEDIENTE N° : -			
Cantera : - Material : Agregado fino N° Muestra : M-02		Aprobado por: GCM Ensayado por: GCM Fecha de ensayo: 26/04/2022	
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128</b>			

**A) PESO ESPECÍFICO:**

PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.63
------------------------------------	-------	------

**B) ABSORCIÓN DE AGUA:**

ABSORCIÓN (%)	1.8
---------------	-----

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

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

Figura 25: Certificado de Laboratorio Peso Específico y Absorción para Agregado Fino  
 Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211




REFERENCIA : -							
SOLICITANTES : Maritza Cruzado Castillo y Ricardo Olivera Payano							
TESIS : "Evaluación de las cenizas de hoja y madera del eucalipto en el concreto f'c = 210kg/cm2, Patate - La Libertad 2022"							
UBICACION : Patate - La Libertad, Perú						Fecha de ensayo: 28/04/2022	
DISEÑO TEÓRICO - f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>							
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - ARENA	2.63	2.73	1.72	1.80	1539.0	1792.0	
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.97	0.21	0.60	1414.0	1529.0	
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO</b>							
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg		
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			1/2"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56			
4	AGUA			210			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
<b>FACTOR CEMENTO</b>			398.16	Kg/m <sup>3</sup>	9.1	Slabs <sup>2</sup>	
Volumen absoluto del cemento			0.1244	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto del Agua			0.2100	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto del Aire			0.0260	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.385	
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>							
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3132	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		6.635	
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3214	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000	
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
CEMENTO				398	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				210	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				824	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				862	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2289	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>							
AGREGADO FINO HUMEDO				837.9	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				853.4	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
AGREGADO FINO				0.06	L/m <sup>3</sup>	0.7	
AGREGADO GRUESO				0.39	L/m <sup>3</sup>	3.3	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						4.0	
						228.6	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
CEMENTO				398	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				220	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				836	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				853	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2289	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (40 R.)</b>							
CEMENTO				15.63	Kg		
AGUA				8.80	Lbs		
AGREGADO FINO				33.62	Kg		
AGREGADO GRUESO				34.14	Kg		
<b>PORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>	
C	1.0					C	1.0
A.F	2.16					A.F	2.10
A.G	2.20					A.G	2.35
H2O	24.1					H2O	24.1
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:				
							
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos		Control de Calidad MTL GEOTECNIA				

Figura 26: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto Patrón  
Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211




<b>REFERENCIA</b>						
SOLICITANTES: : Mantiza Cruzado Castillo y Ricardo Olivera Payano						
TESIS : "Evaluación de las cenizas de hoja y madera del eucalipto en el concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Pataz - La Libertad 2022"						
UBICACIÓN : Pataz - La Libertad, Perú						
Fecha de ensayo: 28/04/2022						
<b>DISEÑO <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> con ADICIÓN al 5% de CENIZA DE HOJA DE EUCAUPTO</b>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.63	2.73	1.72	1.80	1530.0	1792.0
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.97	0.21	0.60	1414.0	1529.0
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			1/2"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.96		
4	AGUA			216		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	FACTOR CEMENTO		288.16	Kg/m <sup>3</sup>	9.1	Sl/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento			0.1244	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.2160	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0250	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.305
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3132	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.635
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3214	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			369	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			216	L/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			824	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			892	Kg/m <sup>3</sup>	
	CENIZA DE HOJA DE EUCAUPTO (5% peso de cemento)			19	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
	CORRECCION POR HUMEDAD			2289	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO HUMEDO			837.9	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			893.4	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO			0.08	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			0.39	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					4.0
						220.0 Lts/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			369	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			220	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			838	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			893	Kg/m <sup>3</sup>	
	CENIZA DE HOJA DE EUCAUPTO (5% peso de cemento)			19	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
	CANTIDAD DE MATERIAL EN (kg m <sup>3</sup> )			2299	Kg/m <sup>3</sup>	
	CEMENTO			14.75	Kg	
	AGUA			8.80	Lts	
	AGREGADO FINO			33.52	Kg	
	AGREGADO GRUESO			34.14	Kg	
	CENIZA DE HOJA DE EUCAUPTO (5% peso de cemento)			779.3	g	
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
	C	1.0		C	1.0	
	A.F	2.27		A.F	2.22	
	A.G	2.31		A.G	2.48	
	H2O	25.4		H2O	25.4	
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:			
						
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suños y Pavimentos		Control de Calidad MTL GEOTECNIA			

Figura 27: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 5% Ceniza de Hoja de Eucalipto  
Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211




<b>REFERENCIA</b>						
SOLICITANTES : Mantza Cruzado Casallo y Ricardo Olivera Payano						
TESIS : "Evaluación de las cenizas de hoja y madera del eucalipto en el concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Pataz - La Libertad 2022"						
UBICACION : Pataz - La Libertad, Perú <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 28/04/2022</span>						
<b>DISEÑO <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> con ADICIÓN al 10% de CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO</b>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINIZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.63	2.73	1.72	1.80	1539.0	1792.0
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.97	0.21	0.80	1414.0	1529.0
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	AGENTAMIENTO			3 - 4	mm	
2	TAMARO MAXIMO NOMINAL			1/2"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56		
4	AGUA			216	Litros	
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>				<b>355.16</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>5.1</b>
Volumen absoluto del cemento				0.1244	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2180	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0250	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.385
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3132	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.835
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3214	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1.660
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR UN PESO SECO</b>						
CEMENTO				349	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				216	Litros	
AGREGADO FINO				824	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				882	Kg/m <sup>3</sup>	
CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO (10% peso de cemento)				39	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				<b>2280</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO				837.9	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				853.4	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				0.26	Litros	
AGREGADO GRUESO				0.39	Litros	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				<b>220.0</b>	<b>Litros</b>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR UN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				349	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				220	Litros	
AGREGADO FINO				838	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				883	Kg/m <sup>3</sup>	
CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO (10% peso de cemento)				39	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				<b>2280</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (40 L.)</b>						
CEMENTO				13.97	Kg	
AGUA				0.80	Litros	
AGREGADO FINO				33.52	Kg	
AGREGADO GRUESO				34.14	Kg	
CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO (10% peso de cemento)				1592.4	g	
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p2 (húmedo)</b>		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.40			A.F	2.24	
A.G	3.44			A.G	3.50	
H2O	20.6			H2O	20.0	
Elaborado por: 			Revisado por: 		Aprobado por: 	
Ujfo de Laboratorio			Ingeniero de Suelos y Pavimentos		Control de Calidad MTL GEOTECNIA	

Figura 28: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 10% Ceniza de Hoja de Eucalipto  
 Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211




<b>REFERENCIA</b>						
SOLICITANTES : Mariza Cruzado Castillo y Ricardo Olivera Payano						
TESIS : "Evaluación de las cenizas de hoja y madera del eucalipto en el concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Pataz - La Libertad 2022"						
UBICACIÓN : Pataz - La Libertad, Perú						
						Fecha de ensayo: 28/04/2022
<b>DISEÑO <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> con ADICIÓN al 15% de CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO</b>						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINESA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL. TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	2.73	1.72	1.80	1539.0	1732.0
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.85	6.97	0.21	0.60	1414.0	1529.0
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	mm	
2	TAMARO MAXIMO NOMINAL			1/2"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.58		
4	AGUA			2.6		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			368.16	Kg/m <sup>3</sup>	9.1	lit/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento			0.1244	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Agua			0.2160	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Aire			0.0250	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.365
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3132	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.835
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3214	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.600
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO			330	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA			216	Lit/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO			624	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO			852	Kg/m <sup>3</sup>		
CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO (15% peso de cemento)			58	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			2280	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO			637.9	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			859.4	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO			0.08	Lit/m <sup>3</sup>	0.7	
AGREGADO GRUESO			0.39	Lit/m <sup>3</sup>	3.3	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					22.0	Lit/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO			330	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA			220	Lit/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO			638	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO			853	Kg/m <sup>3</sup>		
CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO (15% peso de cemento)			58	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			2286	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (40 H.)</b>						
CEMENTO			13.20	Kg		
AGUA			8.80	Lit		
AGREGADO FINO			33.52	Kg		
AGREGADO GRUESO			34.14	Kg		
CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO (15% peso de cemento)			2329.0	g		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A.F	2.64					
A.G	2.59					
H2o	28.3					
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A.F	2.40					
A.G	2.74					
H2o	28.3					
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:				
						
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA				

Figura 29: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 15% Ceniza de Hoja de Eucalipto  
 Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211




<b>REFERENCIA</b>						
SOLICITANTES : Meritza Cruzado Castillo y Ricardo Olvera Payano						
TESIS : "Evaluación de las cenizas de hoja y madera del eucalipto en el concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Patatez - La Libertad 2022"						
UBICACION : Patatez - La Libertad, Perú <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 23/04/2022</span>						
<b>DISEÑO <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> con ADICIÓN al 5% de CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO</b>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.63	2.73	1.72	1.80	1530.0	1792.0
AGREGADO GRUESO - HUSO 57	2.85	6.97	0.21	0.00	1414.0	1529.0
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	mm	
2	TAMARO MAXIMO NOMINAL			1/2"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56		
4	AGUA			216	Litros	
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>				368.16	Kg/m <sup>3</sup>	5.1 Bl/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Cemento				0.1244	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2160	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0250	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.385
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3132	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.835
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3214	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.600
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				369	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				216	Litros	
AGREGADO FINO				824	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				852	Kg/m <sup>3</sup>	
CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO (5% peso de cemento)				19	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2280	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO				837.9	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				853.4	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				0.08	Litros	0.7
AGREGADO GRUESO				0.35	Litros	3.3
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						4.0
						220.0 Litros
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				369	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				220	Litros	
AGREGADO FINO				838	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				853	Kg/m <sup>3</sup>	
CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO (5% peso de cemento)				19	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2298	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (40 L.)</b>						
CEMENTO				14.75	Kg	
AGUA				8.80	Litros	
AGREGADO FINO				33.52	Kg	
AGREGADO GRUESO				34.14	Kg	
CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO (5% peso de cemento)				776.3	g	
<b>PROPORCION EN PESO p3 (húmedo)</b>						<b>PROPORCION EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.27			A.F	2.22	
A.G	2.31			A.G	2.46	
H2o	25.4			H2o	25.4	
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:			
						
Jefe de Laboratorio		Ingeniero de Suelos y Pavimentos		Control de Calidad MTL GEOTECNIA		

Figura 30: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 5% Ceniza de Madera de Eucalipto  
Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 311

**REFERENCIA**  
**SOLICITANTES:** : Maritza Cruzado Casallo y Ricardo Olivera Payano  
**TESIS** : "Evaluación de las cenizas de hoja y madera del eucalipto en el concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Pataz - La Libertad 2022"  
**UBICACION** : Pataz - La Libertad, Perú **Fecha de ensayo:** 28/04/2022

**DISEÑO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con ADICIÓN al 10% de CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO**

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.63	2.73	1.72	1.80	1539.0	1792.0
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.97	0.21	0.60	1414.0	1529.0

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1 ASENTAMIENTO				3 - 4		mm
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				1/2"		
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.55		
4 AGUA				216		
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.5		
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.32		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
FACTOR CEMENTO			368.16		9.1	Bl/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento				0.1244		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agua				0.2160		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Aire				0.0250		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0.365
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3132		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3214		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.660
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				349		Kg/m <sup>3</sup>
AGUA				216		L/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO				824		Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO				852		Kg/m <sup>3</sup>
CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO (10% peso de cemento)				39		Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2290		Kg/m <sup>3</sup>
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO				837.9		Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO HUMEDO				893.4		Kg/m <sup>3</sup>
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				0.58		L/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO				0.39		L/m <sup>3</sup>
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						220.0 L/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				349		Kg/m <sup>3</sup>
AGUA				220		L/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO				838		Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO				853		Kg/m <sup>3</sup>
CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO (10% peso de cemento)				39		Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2290		Kg/m <sup>3</sup>
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (AD E.)</b>						
CEMENTO				13.97		Kg
AGUA				6.60		Lts
AGREGADO FINO				33.52		Kg
AGREGADO GRUESO				34.14		Kg
CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO (10% peso de cemento)				1592.0		g
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A-F	2.40					
A-G	2.44					
H2O	26.6					
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A-F	2.34					
A-G	2.69					
H2O	20.5					




<b>Elaborado por:</b>  Jefe de Laboratorio	<b>Revisado por:</b>  Elmer Navarro Huallpa Ingeniero de Suavos y Pavimentos	<b>Aprobado por:</b>  CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
---	--	---

Figura 31: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 10% Ceniza de Madera de Eucalipto  
 Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211




<b>REFERENCIA</b>						
SOLICITANTES : Mantza Cruzado Castillo y Ricardo Olvera Payano						
TESIS : "Evaluación de las cenizas de hoja y madera del eucalipto en el concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Petex - La Libertad 2022"						
UBICACIÓN : Petex - La Libertad, Perú						
						Fecha de ensayo: 28/04/2022
<b>DISEÑO <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> con ADICIÓN al 15% de CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO</b>						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.63	2.73	1.72	1.80	1539.0	1792.0
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.85	6.97	0.21	0.60	1414.0	1529.0
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	mm	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			1.2"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56		
4	AGUA			210		
5	TOTAL DE AJRE ATRAPADO %			2.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>				386.16	Kg/m <sup>3</sup>	8.1
Volumen absoluto del cemento				0.1244	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2160	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0250	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3132	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.635
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3214	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				330	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				216	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				824	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				882	Kg/m <sup>3</sup>	
CENIZA DE HOJA DE MADERA (15% peso de cemento)				58	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2280	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO				837.9	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				853.4	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				0.08	L/m <sup>3</sup>	0.7
AGREGADO GRUESO				0.39	L/m <sup>3</sup>	3.3
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						4.0
						229.0
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				330	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				229	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				838	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				853	Kg/m <sup>3</sup>	
CENIZA DE HOJA DE MADERA (15% peso de cemento)				58	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2199	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (40 L)</b>						
CEMENTO				13.20	Kg	
AGUA				8.80	L	
AGREGADO FINO				33.52	Kg	
AGREGADO GRUESO				34.14	Kg	
CENIZA DE HOJA DE MADERA (15% peso de cemento)				2329.0	g	
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.54			A.F	2.48	
A.G	3.59			A.G	2.74	
H2o	28.3			H2o	28.3	
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:			
 Jefe de Laboratorio		 Ingeniero de Suelos y Pavimentos		 Control de Calidad MTL GEOTECNIA		

Figura 32: Certificado de Laboratorio Diseño de Mezcla de Concreto 15% Ceniza de Madera de Eucalipto  
 Fuente: MTL Geotecnia



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO</b> <b>(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)</b>		Código	FOR-LAB-CON-003.01					
			Revisión	3					
			Aprobado	CC-MTL					
			Fecha	31/11/2021					
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> <b>NTP 339.078 - ASTM C78</b>									
<b>REFERENCIA</b> : Ensayo de Tesis en Laboratorio <b>AUTORES</b> : Maritza Cruzado Gastillo y Ricardo Olvera Payano <b>TESS</b> : "Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> , Pataz-La Libertad 2022" <b>LOCALIZACIÓN</b> : Lima, Perú <span style="float: right;"><b>Fecha de ensayo:</b> 06/05/2022</span>									
<b>A) INFORMACIÓN GENERAL:</b>  <b>TIPO DE MEZCLA:</b> CONCRETO 210 KG/CM <sup>2</sup> (PATRÓN) y con adiciones de ceniza de madera de eucalipto; <b>DESCRIPCIÓN:</b> Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días									
<b>B) DATA DE ENSAYO:</b>									
No. de Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	EUCALPTO PATRÓN	EUCALPTO PATRÓN	CENIZA MADERA EUCALPTO 0%	CENIZA MADERA EUCALPTO 3%	CENIZA MADERA EUCALPTO 10%	CENIZA MADERA EUCALPTO 15%	CENIZA MADERA EUCALPTO 18%	CENIZA MADERA EUCALPTO 18%	CENIZA MADERA EUCALPTO 18%
Altura "H" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	3232.4	2967.3	3219.2	3252.8	2956.1	2889.8	2789.9	2826.6	
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm <sup>2</sup> )	43.10	39.66	42.92	43.37	39.41	38.53	37.20	37.68	

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio < 5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado

Esquema de proceso de ensayo

Detalle Frontal del ensayo

**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.  
 \* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm<sup>2</sup>.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

Figura 33: Resistencia a la Flexión Patrón y Ceniza de Madera de Eucalipto  
Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>						Código	FCR-LAB-C09-003.01																																																																																																							
	<b>RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO</b>						Revisión	3																																																																																																							
	<b>(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)</b>						Aprobado	CC MTL																																																																																																							
						Fecha	3/11/2021																																																																																																								
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b>																																																																																																															
<b>NTP 339.078 - ASTM C78</b>																																																																																																															
REFERENCIA	Ensayo de Tesis en Laboratorio																																																																																																														
AUTORES	Mariluz Cruzado Casillo y Ricardo Olvera Payano																																																																																																														
TESIS	"Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto f'c=210 kg/cm2, Pataz-La Libertad 2022"																																																																																																														
LOCALIZACIÓN	Lima, Perú	Fecha de ensayo: 12/05/2022																																																																																																													
<p><b>A) INFORMACIÓN GENERAL:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TIPO DE MEZCLA:</b> CONCRETO 210 KG/CM2 (Con adición de ceniza de hoja de eucalipto)</p> <p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b> Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días</p> <p><b>B) DATA DE ENSAYO:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº de Serie</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación</td> <td>CENIZA HOJA EUCALIPTO 5%</td> <td>CENIZA HOJA EUCALIPTO 8%</td> <td>CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%</td> <td>CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%</td> <td>CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%</td> <td>CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altura "h" (mm)</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>150</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ancho "b" (mm)</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>150</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Distancia entre apoyos "L" (mm)</td> <td>450</td> <td>450</td> <td>450</td> <td>450</td> <td>450</td> <td>450</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Carga Máxima (kg-f)</td> <td>2804.2</td> <td>2509.0</td> <td>2717.5</td> <td>2478.9</td> <td>2545.2</td> <td>2445.2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posición de Fractura</td> <td>Dentro del tercio medio</td> <td>Dentro del tercio medio</td> <td>Dentro del tercio medio</td> <td>Dentro del tercio medio</td> <td>Dentro del tercio medio</td> <td>Dentro del tercio medio</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Distancia entre la fibra y el apoyo más cercano "l" (mm)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Módulo de Rotura (kg-f/cm<sup>2</sup>)</td> <td>37.39</td> <td>34.25</td> <td>35.23</td> <td>33.05</td> <td>33.94</td> <td>32.80</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FÓRMULAS</th> <th>Dentro del Tercio Medio</th> <th>Fuera del Tercio Medio &gt; 3%</th> <th>Fuera del Tercio Medio &gt; 5%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><math>R = PL/bd^2</math></td> <td style="text-align: center;"><math>R = \frac{3Pa}{bd^2}</math></td> <td style="text-align: center;">Descartado</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Esquema de proceso de ensayo</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Vista frontal del ensayo</p> </div> </div> <p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.</li> <li>* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm<sup>2</sup>.</li> </ul> <table border="1"> <tr> <td>Elaborado por:</td> <td>Revisado por:</td> <td>Aprobado por:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">   <b>Jefe de Laboratorio</b> </td> <td style="text-align: center;">   <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b> </td> <td style="text-align: center;">   <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b> </td> </tr> </table>								Nº de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Identificación	CENIZA HOJA EUCALIPTO 5%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 8%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%				Altura "h" (mm)	150	150	150	150	150	150				Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150				Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450				Carga Máxima (kg-f)	2804.2	2509.0	2717.5	2478.9	2545.2	2445.2				Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio				Distancia entre la fibra y el apoyo más cercano "l" (mm)	-	-	-	-	-	-				Módulo de Rotura (kg-f/cm <sup>2</sup> )	37.39	34.25	35.23	33.05	33.94	32.80				FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio > 3%	Fuera del Tercio Medio > 5%		$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
Nº de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																						
Identificación	CENIZA HOJA EUCALIPTO 5%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 8%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%	CENIZA HOJA EUCALIPTO 10%																																																																																																									
Altura "h" (mm)	150	150	150	150	150	150																																																																																																									
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150																																																																																																									
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450																																																																																																									
Carga Máxima (kg-f)	2804.2	2509.0	2717.5	2478.9	2545.2	2445.2																																																																																																									
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio																																																																																																									
Distancia entre la fibra y el apoyo más cercano "l" (mm)	-	-	-	-	-	-																																																																																																									
Módulo de Rotura (kg-f/cm <sup>2</sup> )	37.39	34.25	35.23	33.05	33.94	32.80																																																																																																									
FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio > 3%	Fuera del Tercio Medio > 5%																																																																																																												
		$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado																																																																																																											
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:																																																																																																													
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>																																																																																																													

Figura 34: Resistencia a la flexión Ceniza de Hoja de Eucalipto  
Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO</b>	Código	FOR-LAB-CO-309
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C143

<b>REFERENCIA</b>	Deton de laboratorio	
<b>AUTORES</b>	Martín Cruzado Coello y Ricardo Olivera Payano	
<b>TESIS</b>	"Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto f <sub>c</sub> =216 kg/cm <sup>2</sup> , Pata-La Libertad 2022"	
<b>UBICACIÓN</b>	LIMA, PERÚ	Fecha de emisión: 13/05/2022

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
PATRÓN	4	4

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO 5%	3 3/4	3 3/4

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO 10%	3	3

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO 15%	1	1

**OBSERVACIONES:**

- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de la olla wall ángton
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**Figura 35:** Ensayo de asentamiento de concreto fresco Patrón y Ceniza de Madera

Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO</b>	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C143

<b>REFERENCIA</b>	Detalle de laboratorio	<b>Fecha de emisión:</b>	13/05/2022
<b>AUTORES</b>	Marta Cruzado Casillo y Ricardo Olivera Payano		
<b>TEMA</b>	"Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . Pista-La Libertad 2022"		
<b>UBICACIÓN</b>	LIMA, PERÚ		

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO 5%	3 1/2	3 1/2

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO 10%	3	3

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO 15%	3 1/2	3 1/2

**OBSERVACIONES:**

- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de la olla wrightston
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**Figura 36:** Ensayo de asentamiento de concreto fresco Ceniza de Hoja  
Fuente: MTL Geotecnia

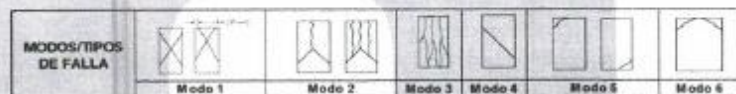
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILINDRICO	Código	FOR-LAB-CON-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	26/01/2022
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C39 - NTP 339.024			
TESIS : Evaluación de los centros de hoja y de madera del eucalipto en el concreto $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Pisco-La Libertad 2022* AUTORES : Mariña Cruzado Castillo y Ricardo Olvera Payano UBICACIÓN : Lima, Perú EXPEDIENTE N° :			
Células : Material : N° Muestra :	: Pruebas de concreto de 10 cm x 20 cm : Indicado	Aprobado por: GCM Ensayado por: GCM Fecha de ensayo: 08/05/2022	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b> ASTM C39 - NTP 339.024			

**A) INFORMACIÓN GENERAL:**

Tipo de muestra: Moldeado  
 Clasificación: -  
 Resistencia de Diseño: 210  $\text{kg/cm}^2$   
 Valor de carga: 2.95  $\text{kg/cm}^2$

**B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:**

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LD	AREA $\text{cm}^2$	FUERZA MÁXIMA $\text{kg}$	Modo de falla (1 al 6)	F.C. E/F	ESFUERZO $\text{kg/cm}^2$	Fc Diseño $\text{kg/cm}^2$	% Fc
EUCALIPTO PATRÓN	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	17100.4	5	1.00	217.7	210.0	103.7
EUCALIPTO PATRÓN	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	15132.3	5	1.00	192.7	210.0	91.7
EUCALIPTO PATRÓN	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	16580.3	5	1.00	211.1	210.0	100.5
CENIZA - MADERA - 5%	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	15560.6	5	1.00	198.1	210.0	94.3
CENIZA - MADERA - 5%	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	14551.1	5	1.00	185.3	210.0	88.2
CENIZA - MADERA - 5%	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	15560.6	5	1.00	198.1	210.0	94.3
CENIZA - MADERA - 10%	12/06/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	14530.7	5	1.00	185.0	210.0	88.1
CENIZA - MADERA - 10%	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	15488.8	5	1.00	197.0	210.0	93.8
CENIZA - MADERA - 10%	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	13082.4	5	1.00	165.3	210.0	79.2
CENIZA - MADERA - 15%	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	13541.6	5	1.00	172.4	210.0	82.1
CENIZA - MADERA - 15%	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	14551.1	0	1.00	185.3	210.0	88.2
CENIZA - MADERA - 15%	12/05/2022	19/05/2022	7	2.0	78.5	13715.0	0	1.00	174.6	210.0	83.2



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  <b>Jefe de Laboratorio</b>	Revisado por:  <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	Aprobado por:  <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
--	--	--

Figura 37: Ensayo de resistencia a la compresión patrón y ceniza de madera de eucalipto 7 días  
Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código	FOR-LAB-COY-001/01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	28/01/2022

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C39 - NTP 339.004

<b>TESIS</b> AUTORES UBICACIÓN EXPEDIENTE N°	"Evaluación de las cenizas de hoja y de medula del eucalipto en el concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , Pataz-La Libertad 2022" Maritza Cruzado Castillo y Ricardo Olivares Payano Lima, Perú ...
<b>Cantera</b> <b>Materia</b> <b>N° Muestras</b>	... ... ...

Aprobado por: GCM  
Ensayado por: GCM  
Fecha de ensayo: 20/05/2022

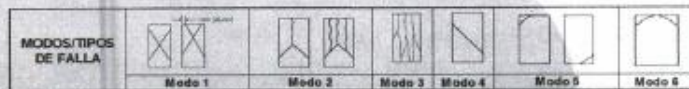
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
ASTM C39 - NTP 339.004

**A) INFORMACIÓN GENERAL:**

Tipo de muestra: Moldeado  
 Descripción: -  
 Resistencia de Diseño: 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Velocidad de carga: 2.55 kg/cm<sup>2</sup>/s

**B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE TALLADO	FECHA DE FOTURA	EDAD EN DÍAS	L/D	ÁREA cm <sup>2</sup>	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 a 6)	F <sub>c</sub> (MPa)	ESFUELDO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>o</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
CENIZA - HOJA - 5%	13/05/2022	20/05/2022	7	2.0	78.5	13013.9	5	1.00	165.7	210.0	78.9
CENIZA - HOJA - 5%	13/05/2022	20/05/2022	7	2.0	78.5	11599.1	5	1.00	147.7	210.0	70.3
CENIZA - HOJA - 5%	13/05/2022	20/05/2022	7	2.0	78.5	13103.1	5	1.00	166.8	210.0	79.4
CENIZA - HOJA - 10%	13/05/2022	20/05/2022	7	2.0	78.5	9470.5	5	1.00	120.6	210.0	57.4
CENIZA - HOJA - 10%	13/05/2022	20/05/2022	7	2.0	78.5	10586.6	5	1.00	134.5	210.0	64.1
CENIZA - HOJA - 10%	13/05/2022	20/05/2022	7	2.0	78.5	9636.2	5	1.00	122.7	210.0	58.4
CENIZA - HOJA - 15%	13/05/2022	20/05/2022	7	2.0	78.5	10120.5	5	1.00	128.9	210.0	61.4
CENIZA - HOJA - 15%	13/05/2022	20/05/2022	7	2.0	78.5	10506.3	5	1.00	139.2	210.0	66.3
CENIZA - HOJA - 15%	13/05/2022	20/05/2022	7	2.0	78.5	10400.9	5	1.00	132.4	210.0	63.1



OBSERVACIONES:  
\* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>  Jefe de Laboratorio	<b>Revisado por:</b>  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	<b>Aprobado por:</b>  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

Figura 38: Ensayo de resistencia a la compresión ceniza de hoja de eucalipto 7 días  
Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código	FOR.LAB.COM.01.01
		Revisión	5
		Aprobado	CG MTL
		Fecha	26/11/2022
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C39 - NTP 209.024			
<b>TEST</b> : Evaluación de las cenizas de hoyle y de muestra del eucalipto en el concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Páez-La Libertad 2022 <b>AUTORES</b> : Marisa Cruzado Castillo y Ricardo Olivera Pizarro <b>UBICACIÓN</b> : Lima, Perú <b>EXPERIENTE N°</b> : - <b>Cantida</b> : - <b>Materia</b> : Pruebas de concreto de 10 cm x 20 cm <b>N° Muestra</b> : Indicado			
		Aprobado por:	CGM
		Elaborado por:	CGM
		Fecha de ensayo:	06/06/2022

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
ASTM C39 - NTP 209.024

**A) INFORMACIÓN GENERAL:**

Tipo de muestra: Moldeado  
 Clasificación: -  
 Resistencia de Diseño: 210  $\text{kg/cm}^2$   
 Intensidad de carga: 2.55  $\text{kg/cm}^2/\text{s}$

**B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LD	AREA $\text{cm}^2$	FUERZA MÁXIMA $\text{kgf}$	Modo de falla (1 a 6)	F.C. L/D	ESFUERZO $\text{kg/cm}^2$	$F_u$ Diseño $\text{kg/cm}^2$	% Fc
EUCALIPTO PATRÓN	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	22280.4	6	1.00	283.7	210.0	135.1
EUCALIPTO PATRÓN	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	21372.9	3	1.00	272.1	210.0	129.6
EUCALIPTO PATRÓN	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	21578.9	6	1.00	274.7	210.0	130.8
CENIZA - MADERA - 5%	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	19150.0	6	1.00	243.8	210.0	116.1
CENIZA - MADERA - 5%	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	20536.2	5	1.00	261.1	210.0	124.3
CENIZA - MADERA - 5%	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	19985.7	2	1.00	254.2	210.0	121.1
CENIZA - MADERA - 10%	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	20210.5	5	1.00	257.3	210.0	122.5
CENIZA - MADERA - 10%	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	19170.4	2	1.00	244.1	210.0	116.2
CENIZA - MADERA - 10%	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	20893.7	3	1.00	266.0	210.0	126.7
CENIZA - MADERA - 15%	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	18935.8	2	1.00	241.1	210.0	114.8
CENIZA - MADERA - 15%	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	17875.3	0	1.00	227.6	210.0	108.4
CENIZA - MADERA - 15%	12/05/2022	9/06/2022	28	2.0	78.5	18997.0	0	1.00	241.9	210.0	115.2



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  <b>Jefe de Laboratorio</b>	Revisado por:  <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	Aprobado por:  <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
--	--	--

**Figura 39:** Ensayo de resistencia a la compresión patrón y ceniza de madera de eucalipto 28 días  
Fuente: MTL Geotecnia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código	FOE.LAB-CON-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CG-MTL
		Fecha	26/10/2022
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C39 - NTP 338.034			
<b>TESIS</b> : Evaluación de las venitas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto Fm210 kg/cm <sup>2</sup> , Páisa-La Libertad 2022 <b>AUTORES</b> : Marisa Cruzado Castillo y Ricardo Olivares Payano <b>UBICACIÓN</b> : Lima, Perú <b>EXPEDIENTE N°</b> :			
<b>Cantera</b> : <b>Materia</b> : Probeta de concreto de 50 cm x 30 cm <b>N° Muestra</b> : J01010		Aprobado por: GCM Ensayado por: GCM Fecha de ensayo: 10/06/2022	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b> ASTM C39 - NTP 338.034			

**A) INFORMACIÓN GENERAL:**

Tipo de muestra: Motivado  
 Clasificación: -  
 Resistencia de Diseño: 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Velocidad de carga: 2.55 kg/cm<sup>2</sup>/s

**B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:**

EDIFICACIÓN DE ESPEREN	FECHA DE VIZADO	FECHA DE HOJA	EDAD EN DÍAS	LD	AREA cm <sup>2</sup>	FUERZA MAXIMA kgf	Modo de falla (M.F.)	F.C. (L.C)	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	Fu Deste kg/cm <sup>2</sup>	% Fc
CENIZA - HOJA - 5%	13/05/2022	10/06/2022	28	2.0	78.5	12784.5	5	1.00	162.8	210.0	77.5
CENIZA - HOJA - 5%	13/05/2022	10/06/2022	28	2.0	78.5	18239.9	5	1.00	232.2	210.0	110.6
CENIZA - HOJA - 5%	13/05/2022	10/06/2022	28	2.0	78.5	19694.7	5	1.00	250.3	210.0	119.2
CENIZA - HOJA - 10%	13/05/2022	10/06/2022	28	2.0	78.5	14632.7	5	1.00	186.3	210.0	88.7
CENIZA - HOJA - 10%	13/05/2022	10/06/2022	28	2.0	78.5	15231.6	5	1.00	193.9	210.0	92.4
CENIZA - HOJA - 10%	13/05/2022	10/06/2022	28	2.0	78.5	14538.6	5	1.00	190.2	210.0	90.6
CENIZA - HOJA - 15%	13/05/2022	10/06/2022	28	2.0	78.5	15040.6	5	1.00	191.5	210.0	91.2
CENIZA - HOJA - 15%	13/05/2022	10/06/2022	28	2.0	78.5	15155.3	5	1.00	193.0	210.0	91.9
CENIZA - HOJA - 15%	13/05/2022	10/06/2022	28	2.0	78.5	15920.1	5	1.00	202.7	210.0	96.5



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

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

Figura 40: Ensayo de resistencia a la compresión ceniza de hoja de eucalipto 28 días  
 Fuente: MTL Geotecnia



## INFORME DE ENSAYO

IE-140622-04

### 1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : OLIVERA PAYANO, RICARDO / CRUZADO CASTILLO, MARITZA  
1.2 RUC/DNI : 72635438  
1.3 Tesis : EVALUACIÓN DE LAS CENIZAS DE HOJA Y DE MADERA DEL EUCALIPTO EN EL CONCRETO F'c=210 KG/CM<sup>2</sup>, PATAZ-LA LIBERTAD 2022.

### 2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 14 de junio de 2022  
2.2 Finalización : 20 de junio de 2022  
2.3 Emisión de informe : 21 de junio de 2022

### 3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.2 °C  
3.2 Humedad Relativa : 56 %

### 4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

- 4.1 Ensayo solicitado / Método Utilizado : Determinación de Composición química / Espectroscopia de fluorescencia de rayos X (FRXDE)  
Granulometría / ASTM D-422  
pH / NTP 339.176  
Peso Específico / ASTM C-128

### 5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

- 5.1 Código de Muestra : S-4093  
5.2 Tipo de Muestra : Muestra inorgánica  
5.3 Descripción : CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO  
5.4 Lote : No aplica  
5.5 Muestreo : Muestreado por el Cliente

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
QUÍMICO  
CQP. 1337

Figura 41: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 1  
Fuente: Laboratorio SLab

**6. RESULTADOS**

**6.1. RESULTADOS DE CONTENIDO DE CENIZAS, PH Y PESO ESPECÍFICO EN LA CENIZA**

**TABLA N°1: DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZAS, PH Y PESO ESPECÍFICO**

Muestra	Parámetro	Unidad	Resultado
S-4093	Contenido de Cenizas (Re calcinación) (Condiciones: 750°C por 2 Horas)	%	88.14
	Peso específico	g/cc	0.69
	pH (1:5)	Unid. pH	11.19



**FIGURA N°1: MUFLA USADA EN LA CALCINACIÓN CONTROLADA**



**FIGURA N°2: MUESTRA ANTES Y DESPUES DE LA RECALCINACIÓN**

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

  
**DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO**  
 QUÍMICO  
 CQP. 1337

**6.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX-720 espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Muestra pulverizada pasante malla N°100
- Límite de detección del equipo es 0.010%.

**TABLA N°2: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO COMO ÓXIDOS (\*)**

Muestra	Composición química	Unidad	Resultados
S-4093	Oxido de calcio, CaO	%	62.150
	Oxido de potasio, K <sub>2</sub> O	%	17.367
	Dióxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	%	6.031
	Trióxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	5.325
	Dióxido de Cloro, ClO <sub>2</sub>	%	3.518
	Trióxido de azufre, SO <sub>3</sub>	%	1.653
	Oxido de magnesio, MgO	%	1.239
	Trióxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.747
	Dióxido de manganeso, MnO <sub>2</sub>	%	1.618
	Pentóxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.173
	Dióxido de Titanio, TiO <sub>2</sub>	%	0.144
	Oxido de cobre, CuO	%	0.024
	Oxido de zinc, ZnO	%	0.011

(\*) Cenizas Obtenidas a 750°C por 2 horas



**FIGURA N°3: EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

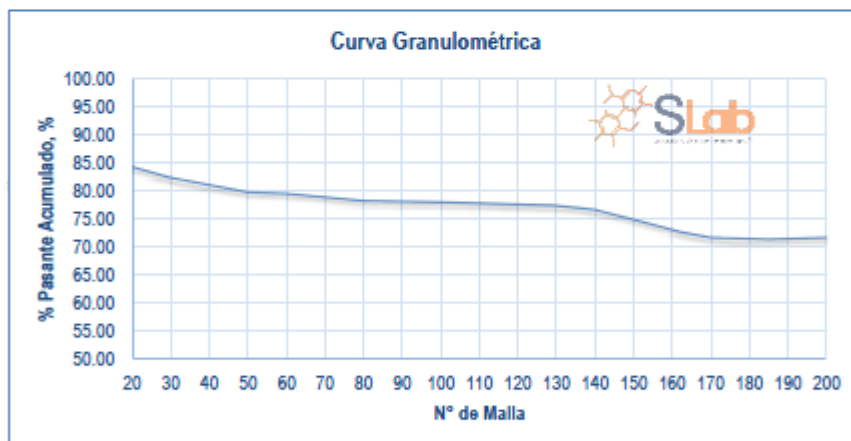
- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

  
 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
 QUÍMICO  
 CQP. 1337

**6.3. RESULTADOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**TABLA N°3: DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

N° de Malla	Abertura, mm	Peso retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
20	0.850	7.842	15.68	15.68	84.32
30	0.600	0.969	1.94	17.62	82.38
40	0.425	0.640	1.28	18.90	81.10
50	0.300	0.661	1.32	20.22	79.78
60	0.250	0.125	0.25	20.47	79.53
70	0.212	0.320	0.64	21.11	78.89
80	0.180	0.321	0.64	21.75	78.25
100	0.150	0.119	0.24	21.99	78.01
120	0.125	0.197	0.39	22.38	77.62
140	0.106	0.482	0.96	23.35	76.65
170	0.090	2.496	4.99	28.34	71.66
Base	–	0.000	0.00	28.34	71.66



**Figura N°4: Curva Granulométrica**

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

**FIN DE DOCUMENTO**



**DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIAGO**  
QUÍMICO  
CQP. 1337

*Figura 44:* Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 4  
Fuente: Laboratorio SLab

## INFORME DE ENSAYO IE-310522-02

### 1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : OLIVERA PAYANO, RICARDO / CRUZADO CASTILLO, MARITZA  
1.2 RUC/DNI : 72635438  
1.3 Tesis : EVALUACIÓN DE LAS CENIZAS DE HOJA Y DE MADERA DEL EUCALIPTO EN EL CONCRETO F<sup>c</sup>=210 KG/CM<sup>2</sup>, PATAZ-LA LIBERTAD 2022.

### 2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 31 de mayo de 2022  
2.2 Finalización : 07 de junio de 2022  
2.3 Emisión de informe : 08 de junio de 2022

### 3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.1 °C  
3.2 Humedad Relativa : 55 %

### 4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

- 4.1 Ensayo solicitado / Método Utilizado : Determinación de Composición química / Espectroscopia de fluorescencia de rayos X (FRXDE)  
Granulometría / ASTM D-422  
pH / NTP 339.176  
Peso Específico / ASTM C-128

### 5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

- 5.1 Código de Muestra : S-4011  
5.2 Tipo de Muestra : Muestra inorgánica  
5.3 Descripción : CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO  
5.4 Lote : No aplica  
5.5 Muestreo : Muestreado por el Cliente (26/04/2022)

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMANO VERGARA D'ARRIGO  
QUÍMICO  
CQP. 1337

Figura 45: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Madera de Eucalipto Parte 1  
Fuente: Laboratorio SLab

**6. RESULTADOS**

**6.1. RESULTADOS DE CONTENIDO DE CENIZAS, PH Y PESO ESPECÍFICO EN LA CENIZA**

**TABLA N°1: DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZAS, PH Y PESO ESPECÍFICO**

Muestra	Parámetro	Unidad	Resultado
S-4011	Contenido de Cenizas -Re calcinación (Condiciones: 400°C por 2 Horas)	%	96.08
	Peso específico	g/cc	0.52
	pH (1:5)	Unid. pH	11.07



**FIGURA N°1: MUFLA USADA EN LA CALCINACIÓN CONTROLADA**



**FIGURA N°2: MUESTRA ANTES Y DESPUES DE LA RECALCINACIÓN**

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

  
 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
 QUÍMICO  
 CQP. 1337

**6.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX-720 espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Muestra pulverizada pasante malla N°100
- Límite de detección del equipo es 0.010%.

**TABLA N°2: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO COMO ÓXIDOS (\*)**

Muestra	Composición química	Unidad	Resultados
S-4011	Oxido de calcio, CaO	%	63.181
	Dióxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	%	16.383
	Trióxido de azufre, SO <sub>3</sub>	%	10.182
	Oxido de magnesio, MgO	%	5.928
	Dióxido de manganeso, MnO <sub>2</sub>	%	1.665
	Trióxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1.391
	Trióxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.721
	Oxido de bario, BaO	%	0.305
	Pentóxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.183
	Oxido de zinc, ZnO	%	0.041
	Oxido de cobre, CuO	%	0.010
	Trióxido de cromo, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.010

(\*) Cenizas Obtenidas a 400°C por 2 horas



**FIGURA N°3: EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

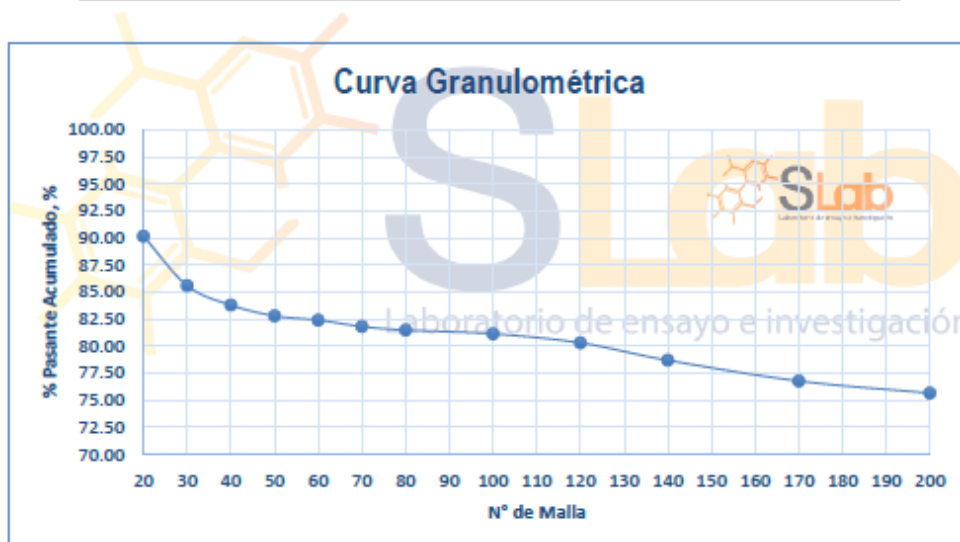
  
 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
 QUÍMICO  
 C.O.P. 1337

Figura 47: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 3  
Fuente: Laboratorio SLab

**6.3. RESULTADOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**TABLA N°3: DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

N° de Malla	Abertura, mm	Peso retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
20	0.850	9.871	9.86	9.86	90.14
30	0.600	4.568	4.56	14.42	85.58
40	0.425	1.800	1.80	16.22	83.78
50	0.300	0.998	1.00	17.21	82.79
60	0.250	0.397	0.40	17.61	82.39
70	0.212	0.593	0.59	18.20	81.80
80	0.180	0.325	0.32	18.53	81.47
100	0.150	0.349	0.35	18.88	81.12
120	0.125	0.837	0.84	19.71	80.29
140	0.106	1.611	1.61	21.32	78.68
170	0.090	1.917	1.91	23.23	76.77
200	0.075	1.128	1.13	24.36	75.64
Base	--	75.741	75.64	100.00	0.00



**Figura N°4: Curva Granulométrica**

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO

  
 DIEGO ROHANO VERGARAY D'ARRIGO  
 QUÍMICO  
 CQP. 1337

*Figura 48: Informe de Ensayo físico-químico Ceniza de Hoja de Eucalipto Parte 4*  
 Fuente: Laboratorio SLab



## Anexo 5: Registro fotográfico



*Figura 49: Tamizado Agregado Grueso 1*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 50: Tamizado Agregado Grueso 2*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 51: Tamizado Agregado Fino*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 52: Ceniza de Madera de Eucalipto 1*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 53: Ceniza de Madera de Eucalipto 2*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 54: Ceniza de Madera de Eucalipto 3*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 55: Ceniza de Hoja de Eucalipto*  
Fuente: Elaboración propia