

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE
EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL
CEMENTO PARA EL CONCRETO $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

Bach. ÑAHUI DE LA CRUZ JORGE

Asesor

Ing. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

Huancayo – Perú

2023

Asesor

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza

Dedicatoria

A mi señora madre por el apoyo incondicional
en todo aspecto de mi vida.

Bach. Jorge Ñahui De La Cruz

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento a la Universidad por darnos la oportunidad de estudiar y llegar a hacer profesionales. A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por haberme brindado sus conocimientos para poder realizarme como un profesional. Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional y nos gustaría agradecer por su apoyo, consejos y sus ánimos. Gracias.

Bach. Jorge Ñahui De La Cruz



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 382

Que, el (la) bachiller: JORGE, ÑAHUI DE LA CRUZ, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominada: “UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO PARA EL CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, la misma que cuenta con 164 Páginas, ha sido ingresada por el SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO obteniendo el 16% de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 21 de diciembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Mg. Alcides Luis Fabian Brañez
Jurado

Mg. Fernando Anacleto Boza Ccora
Jurado

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla
Jurado

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario docente

CONTENIDO

CONTENIDO DE TABLAS	x
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
CONTENIDO DE GRAFICOS	xiii
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPITULO I	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Descripción de la realidad problemática	18
1.2. Delimitación del problema	19
1.3. Formulación del problema	19
1.3.1. Problema general	19
1.3.2. Problema(s) específico(s)	19
1.4. Justificación	20
1.4.1. Social	20
1.4.2. Teórica	20
1.4.3. Metodológica	20
1.5. Objetivos	21
1.5.1. Objetivo general	21
1.5.2. Objetivo(s) específico(s)	21
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Antecedentes nacionales	22
2.1.2. Antecedentes internacionales	23
2.2. Bases teóricas o científicas	25
2.2.1. Concreto	25
2.2.1.1. Cemento Portland	36
2.2.1.2. Agua	39
2.2.1.3. Agregados	41
	vii

2.2.2. El Eucalipto	46
2.2.2.1. Tipos de Eucalipto	46
2.2.2.2. El Eucalipto en el Perú	47
2.2.2.3. El Eucalipto como combustible	48
2.2.2.4. Ceniza de madera de eucalipto	48
2.2.2.5. Muestra residual orgánico de la ceniza de madera de eucalipto	49
2.2.2.6. Composición química de la ceniza de madera de eucalipto	49
2.2.2.7. Composición química de las cenizas de madera de eucalipto expresado como óxidos	49
2.3. Marco conceptual	50
CAPITULO III	53
HIPÓTESIS	53
3.1. Hipótesis general	53
3.2. Hipótesis específica(s)	53
3.3. Variables	53
3.3.1. Definición conceptual de la variable	54
3.3.2. Definición operacional de la variable	54
3.3.3. Operacionalización de la variable	54
CAPÍTULO IV	55
METODOLOGÍA	55
4.1. Método de investigación	55
4.2. Tipo de investigación	55
4.3. Nivel de investigación	55
4.4. Diseño de investigación	55
4.5. Población y muestra	56
4.5.1. Población	56
4.5.2. Muestra	57
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
4.7. Técnicas de procesamiento de análisis de datos	57
4.7.1. Procesamiento de la información	57
4.8. Aspectos éticos de la información	68

CAPÍTULO V	70
RESULTADOS	70
5.1. Descripción del diseño tecnológico	
5.2. Descripción de los resultados	70
5.2.1. Asentamiento del concreto en estado fresco	70
5.2.2. Peso unitario del concreto en estado fresco	72
5.2.3. Contenido de aire	74
5.2.4. Resistencia a la compresión del concreto	76
5.2.5. Costo de preparación del concreto	90
CAPÍTULO VI	94
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	94
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
ANEXOS	107
Anexo 01: Matriz de consistencia	108
Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables	111
Anexo 03: Certificados de calibración	113
Anexo 04: Ensayos del laboratorio	119
Anexo 05: Panel Fotográfico	152

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: <i>Asentamientos recomendados</i>	27
Tabla 2: <i>Criterios de aceptación de las temperaturas</i>	30
Tabla 3: <i>Factores que influyen en la resistencia del concreto</i>	31
Tabla 4: <i>Composición química del cemento</i>	37
Tabla 5: <i>Límites permisibles de sales y sustancia presentes en el agua</i>	40
Tabla 6: <i>Granulometría del agregado fino</i>	42
Tabla 7: <i>Límites de sustancias deletéreas en el agregado grueso</i>	45
Tabla 8: <i>Resultados de la composición química de cenizas de tronco de eucalipto</i>	49
Tabla 9: <i>Resultados de la composición química de cenizas de tronco de Eucalipto expresado como óxido</i>	50
Tabla 10: <i>Operacionalización de las variables</i>	54
Tabla 11: <i>Diseño de la investigación</i>	56
Tabla 12: <i>Población</i>	57
Tabla 13: <i>Asentamiento del concreto obtenido</i>	71
Tabla 14: <i>Peso unitario del concreto en estado fresco (28 días)</i>	73
Tabla 15: <i>Comparativo de resultados de los contenidos de aire en el concreto</i>	75
Tabla 16: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – Muestra patrón</i>	76
Tabla 17: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 2%</i>	79
Tabla 18: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 4%</i>	81
Tabla 19: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 6%</i>	83
Tabla 20: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 7 días</i>	85
Tabla 21: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 14 días</i>	86
Tabla 22: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 21 días</i>	87
Tabla 23: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 28 días</i>	88
Tabla 24: <i>Resistencia a la compresión frente al $f'c$ de diseño</i>	89
Tabla 25: <i>Detalles del costo de los materiales para elaborar concreto convencional</i>	90
Tabla 26: <i>Detalles del costo de los materiales para elaborar concreto con adición de ceniza</i>	91

Tabla 27: <i>Detalles del costo de los materiales para elaborar concreto con adición de ceniza</i>	91
Tabla 28: <i>Detalles del costo de los materiales para elaborar concreto con adición de ceniza</i>	92

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: <i>Componentes del concreto</i>	25
Figura 2: <i>Ensayo de tracción por compresión diametral</i>	32
Figura 3: <i>Columnas sometidas a una fuerza axial</i>	35

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 1: <i>Comparativo de asentamientos obtenidos</i>	71
Gráfico 2: <i>Comparativo del Peso Unitario del Concreto Fresco (28 días)</i>	74
Gráfico 3: <i>Comparativo del Contenido de aire (28 días)</i>	75
Gráfico 4: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (muestra patrón)</i>	77
Gráfico 5: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (muestra patrón)</i>	78
Gráfico 6: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (2%)</i>	80
Gráfico 7: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (2%)</i>	80
Gráfico 8: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (4%)</i>	82
Gráfico 9: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (4%)</i>	82
Gráfico 10: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (6%)</i>	84
Gráfico 11: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (6%)</i>	84
Gráfico 12: <i>Resumen aresistencia a la compresión a los 7 días</i>	85
Gráfico 13: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 14 días</i>	86
Gráfico 14: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 21 días</i>	87
Gráfico 15: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 28 días</i>	88
Gráfico 16: <i>Resistencia a la compresión frente al $f'c$ de diseño</i>	89
Gráfico 17: <i>Comparación de costos de preparación de ambos concretos</i>	92

RESUMEN

La investigación tuvo como problema general: ¿La ceniza de madera de eucalipto puede ser utilizada como reemplazo del cemento para el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$? para lo cual se formuló el objetivo general: Utilizar la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo del cemento para el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, además la hipótesis que se debe contrastar es: La ceniza de madera de eucalipto puede ser utilizada como reemplazo del cemento en el concreto.

En la investigación se utilizó el método científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue explicativo y el diseño de investigación fue cuasi-experimental.

Los resultados en la presente investigación en términos generales fueron positivas pues en la adición al 6% de ceniza de madera de eucalipto obtuvieron buenos resultados tanto en los ensayos en asentamiento, peso unitario, contenido de aire y la resistencia a compresión, también obteniendo menores costos por m^3 con relación a un concreto convencional.

Como conclusión principal, la utilización de la ceniza de madera de eucalipto puede ser utilizada como reemplazo del cemento en el concreto en adiciones al 2%, 4% y 6%, al obtenerse las mejores características en cuanto a las propiedades en estado fresco, incremento de los valores de la resistencia a la compresión y un menor costo por metro cúbico.

Se recomienda utilizar la ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento en una dosis del 6%, ya que al hacerlo obtenemos buenos resultados en cuanto a resistencia y costos de preparación.

Palabras clave: Cenizas de madera de eucalipto, concreto, diseño de mezcla, peso unitario, asentamiento, temperatura.

ABSTRACT

The research had as a general problem: Can eucalyptus wood ash be used as a replacement for cement for concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$? for which the general objective was formulated: Use eucalyptus wood ash as a replacement for cement for concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, in addition the hypothesis that must be contrasted is: Eucalyptus wood ash can be used as a replacement for cement in concrete.

The scientific method was used in the research, the type of research was applied, the level was explanatory and the research design was quasi-experimental.

The results in the present investigation in general terms were positive because in the addition of 6% eucalyptus wood ash they obtained good results both in the settlement tests, unit weight, air content and compressive strength, also obtaining lower costs. per m^3 in relation to conventional concrete.

As a main conclusion, the use of eucalyptus wood ash can be used as a replacement for cement in concrete in additions of 2%, 4% and 6%, by obtaining the best characteristics in terms of properties in the fresh state, increase of the compressive strength values and a lower cost per cubic meter.

It is recommended to use eucalyptus wood ash instead of cement in a dose of 6%, since by doing so we obtain good results in terms of resistance and preparation costs.

Keywords: Eucalyptus wood ash, concrete, mix design, unit weight, slump, temperature.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO PARA EL CONCRETO $f'_c = 210$ kg/cm²”; surgió de la necesidad de buscar nuevos materiales que hagan funciones similares a la del cemento. Ante esto, el uso de la ceniza de madera del eucalipto, es un elemento eficaz que por su composición se comporta muy bien en el concreto $f'_c = 210$ kg/cm². Se ha planteado para ello reemplazar al cemento por un porcentaje de 2%, 4% y 6% con la finalidad de evaluar las propiedades del concreto $f'_c = 210$ kg/cm² en estado fresco, tal como el asentamiento del concreto, temperatura, contenido de aire y peso específico, además de las propiedades del concreto en estado endurecido, de la cual se consideró la resistencia a compresión, se ven modificados por la sustitución del cemento por la ceniza de madera del eucalipto, además de cumplir con la NTP 339.033.

Con los resultados se quiere demostrar que la sustitución del cemento por la ceniza de madera del eucalipto, asegura un comportamiento adecuado al concreto de resistencia $f'_c = 210$ kg/cm², lo cual sería de mucho beneficio.

Para un mejor entendimiento, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

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

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

El Capítulo III: Metodología, se consignó el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

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

El Capítulo V: Discusión de resultados, en el cual se realizó la discusión de los resultados obtenidos en la investigación frente a los antecedentes utilizados.

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

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En el año 2014 se elaboraron cerca de 3500 millones de toneladas de cemento en el mundo. En una tonelada se emitieron entre 0.82 y 1 tonelada de dióxido de carbono (CO₂); es decir las industrias cementeras aportaron entre 2800 y 3500 millones de toneladas de CO₂ a la atmosfera, lo que constituye entre el 5% y el 8% del total de las emisiones de toda la actividad humanas, se suma a esto, los 1450°C de temperatura requeridos durante largos periodos para producir cemento representan un consumo energético altísimo (UNAL, 2015, párr. 1).

En el año 2018 la producción de cemento a nivel mundial alcanzó los 4234.27 millones de toneladas (ASOCEM, 2019), este crecimiento no es ajena en el Perú, pues de acuerdo a reportes estadísticos por parte de la ASOCEM (2021), la producción de cemento a nivel nacional en el mes de abril 2019 fue 852 mil toneladas, en el 2020 por motivos de pandemia decayó a 11 mil toneladas pero ya a la fecha de abril del 2021 la producción alcanzó los 985 mil toneladas, lo que también se ve manifestado en el uso de diversas materias primas y el mayor requerimiento de energía para su procesamiento, lo cual traería consigo diversos impactos ambientales.

En la actividad de la construcción se emplean recursos y materiales, un sector con gran potencial para la explotación de residuos y se ve la necesidad de sustituir el cemento con cenizas incineradas de biomasa, ya sea de fondo o de volantes, pues se ha comprobado su empleabilidad en la fabricación de pequeñas proporciones de morteros (CEDEX, 2014).

Así mismo, se sabe que la actividad constructiva, es una actividad que se realiza constantemente en nuestra nación, y el cemento es el material imprescindible, se tiene un conocimiento que el concreto es susceptible de ser modificado por productos naturales reciclados procedentes de la biomasa y si empleáramos estas modificaciones al elaborar el concreto, esto traería que las diversas construcciones tengan un menor costo ya que se usaría menos cemento en el momento de su elaboración.

En ese sentido, la presente investigación considera utilizar la ceniza de la madera del eucalipto en reemplazo del cemento en proporciones 2%, 4% y 6 % para lograr su resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a fin de determinar su incidencia en el concreto.

1.2. Delimitación del problema

En la presente investigación se tiene como delimitación espacial, Pje. Campos N° 143 en el Distrito del Tambo.

La presente investigación se desarrolló entre los meses de mes de junio del 2021 hasta el mes de octubre del 2021.

Los costos presentados en esta investigación fueron asumidos en su totalidad por el investigador.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el asentamiento (Slump) del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?
2. ¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el peso unitario del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

3. ¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el contenido de aire del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$?
4. ¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?
5. ¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en los costos de preparación del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

La justificación práctica de la presente investigación se basa en la sustitución de la ceniza de madera de eucalipto parcialmente al cemento sin dejar de lado el cumplimiento de la calidad de las propiedades tanto físicas y mecánicas del concreto; pues, de acuerdo a investigaciones recientes, este material se complementa excelentemente al cemento y que esta tecnología se pueda aprovechar en la ciudad de Huancayo.

1.4.2. Teórica

El presente estudio tiene la finalidad de analizar y evaluar el concreto elaborado parcialmente con la ceniza de madera de eucalipto, por consiguiente, este aspecto servirá como sustento teórico para que apliquen todos los profesionales además de las consideraciones mínimas de sus propiedades en estado fresco y sus propiedades mecánicas; con lo cual esta investigación podrá servir de guía a futuros estudios referentes a la utilización de ceniza de incineración de biomasa y concretos modificados.

1.4.3. Metodológica

La justificación metodológica que se da en la presente tesis se fundamenta en el conjunto de pasos que se empleó para la utilización de la ceniza de madera del eucalipto en la elaboración del concreto, además de que se deben considerar mínimas condiciones tanto en las propiedades en estado fresco y endurecido; ya esta investigación en el futuro ayudará a futuros estudios referentes al tema que se está tratando.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el asentamiento (Slump) del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
2. Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el peso unitario del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
3. Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el contenido de aire del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
4. Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
5. Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en los costos de preparación del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Según Villanueva (2017), “en su investigación: Resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales, formuló el objetivo general: se activó térmicamente las cenizas de eucalipto a 450° C en un tiempo de 2 horas, que es una temperatura óptima, con ello se producirán óxidos deseados. También se supo que la composición química de las cenizas de eucalipto, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 88.23% de componentes puzolánicos en concordancia con la norma ASTM C- 618.

Las muestras son altamente alcalinas resultando similar a la del cemento, obteniendo las combinaciones del 15% valores de 12.58. Como producto de la presencia de calcio, silicatos y aluminatos la sustitución del 15% incrementó su resistencia a los 28 días en un 1.5% respectivamente en comparación de un patrón.

Según Pérez (2017), en su investigación titulada “Resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 4 % y 8 % por la ceniza de tronco de Eucalipto (*Eucaliptus Globulus*)”, planteó determinar la resistencia alcanzada del concreto con $f'c$ de 210 Kg/cm^2 , al sustituir al cemento en un 4 % y 8 % por la combinación de cenizas de eucalipto, con el fin de encontrar alternativas de materiales para ser aplicados en el campo de la ingeniería civil. La metodología aplicada consistió en el diseño experimental en la que midió las propiedades como la resistencia a compresión, el asentamiento y el peso unitario. Los resultados mostraron que la

resistencia a la compresión obtuvo resistencias superiores en 2 % y 10 % con respecto al patrón respectivo a los 28 días. En conclusión, determinó que la combinación de cenizas de tronco de eucalipto al 4 % y 8 % pueden ser usada en obras de construcción, brindándole a las estructuras alta resistencia.

Según Solano (2020), en su investigación se evaluó que las cenizas de hoja de eucalipto mejoran las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes, siendo que, el mejor comportamiento se da con sustitución de ceniza en 4 %, reduciéndose el asentamiento y la retención de agua en 7.73 % y 6.87 %; mientras que la resistencia a compresión en mortero, a la compresión axial en pilas y a compresión diagonal incrementan en 4.49 %, 6.42 % y 11.13 %. De acuerdo al análisis estadístico que hizo fue que la sustitución de cemento por ceniza de hojas de eucalipto en proporciones del 4, 8 y 12 % influyen de manera significativa en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes; sin embargo, esta modificación sólo resulta óptima si se considera un porcentaje de sustitución del 4 %; pues al considerar un 8 y 12 % de sustitución, la resistencia a la compresión del mortero, la resistencia a la compresión simple en pilas y la resistencia a la compresión diagonal en muretes disminuyen en 7.05 %, 0.71 % y 0.83 %.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Según Laza y Araujo (2020), en su trabajo de investigación “Análisis de los efectos de la ceniza de biomasa como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto simple” se generaliza, que la ceniza de biomasa interviene de alguna manera en la mezcla de concreto, estudios contiguos particulares de ceniza de biomasa como sustituto del cemento en la producción de concreto. La ceniza de estiércol bovino dado su propiedades químicas y físicas es un material apto para el uso como sustituto de cemento en la elaboración de concreto, su actividad puzolánica lo ha colocado por encima de la ceniza volante, que ya es usada como reemplazo parcial del cemento. También alegan que los porcentajes de cenizas usados, el que mejor resultados tuvo fue el reemplazo del 15% de ceniza y que la temperatura óptima de quemado para la obtención de la ceniza, y así garantizar un tamaño de partículas que contribuya a la mejora de las propiedades del hormigón, oscila entre los 500 C y los 650 C. Moler la ceniza podría traer ventajas al momento de estudiar la resistencia a la compresión del concreto, analizar el tamaño de grano es fundamental.

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

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

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

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

Los resultados mostraron que la CME tiene una masa específica mayor que otros residuos de naturaleza orgánica y su área superficial específica BET no es suficiente para mejorar sus efectos filler y/o puzolánico. Químicamente, el residuo presentó un bajo porcentaje de materia orgánica y un índice de actividad puzolánica (IAP) inferior al mínimo requerido por la norma brasileña. Por otro lado, la CME interfirió en los tiempos de fraguado del cemento, aumentándolo, mientras que la espectroscopía infrarroja FTIR reveló la presencia de enlaces de silicio-oxígeno y carbonato de calcio. El aditivo comprometió el rendimiento mecánico de los concretos,

concluyéndose que el procedimiento de tamizado de la CME solo no es suficiente para su uso como un aditivo mineral.

2.2. Bases Teóricas o Científicas

2.2.1. Concreto

El concreto es el resultado de la combinación de los siguientes materiales; cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones apropiadas para conseguir ciertas propiedades ya establecidas, fundamentalmente la resistencia. El material heterogéneo que forman el cemento y el agua reaccionando químicamente uniendo las partículas de los agregados. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto (Abanto, 2009, p. 11).

A. Componentes del concreto

- cemento
- agua
- aditivo
- agregado fino: arena
- agregado grueso: grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos (Abanto, 2008, p. 12).

Figura 1

Componentes del concreto



Nota: Recuperado de <http://senapuntual.blogspot.com/p/concreto.html>

Por lo tanto, al mezclar estos componentes se obtiene:

Cemento + agua = pasta

agregado grueso+ agregado fino = hormigón

pasta + hormigón = concreto.

Las fases primordiales para la elaboración de un buen concreto son:

- a. Dosificación
- b. Mezclado
- c. Transporte
- d. Colocación
- e. Consolidación
- f. Curado (ACI 318S-08, 2008, pp. 67-84).

B. Propiedades del concreto

- Propiedades del concreto fresco

a. Trabajabilidad

La trabajabilidad se puede definir mejor como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación total, esta definición originada del supuesto que solo la fricción interna (esfuerzo de fluencia), es una propiedad intrínseca de la mezcla nos brinda una aproximación cuantitativa de la trabajabilidad, sin embargo, define un estado ideal de compactación. De esta manera llegaron a la conclusión, la trabajabilidad se puede definir como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación adecuada de la mezcla (Portugal,2007, p. 199).

Hasta hoy en día no se ha encontrado la forma de medir esta propiedad, generalmente se estima mediante los ensayos de consistencia. Es importante indicar que el principal factor que rige en la trabajabilidad es la cantidad de agua en la mezcla de concreto.

b. Consistencia

La consistencia es una propiedad que determina la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; concluyendo a mayor humedad en la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante la colocación (Riva, 2009, p. 208).

Ensayo de consistencia del concreto

El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o "slump test", es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba, fue desarrollada por Duft Abrams y después adoptada en 1921 por el AS1M y finalmente revisada en 1978. Este ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de desmoldeado, el comportamiento del concreto en la prueba indica su "consistencia" la capacidad de adaptarse al encofrado con facilidad (Abanto, 2009, p. 47).

Tabla 1

Asentamientos recomendados

Tipo de Estructuras	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losa y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Nota: El slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación a/c ni exista segregación ni exudación. El slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación. Adaptado por Vizconde, 2013.

c. Peso unitario

El peso unitario se define como la densidad del concreto a la relación de volumen de sólidos al volumen total de una unidad cubica. Se entiende también como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido, el peso unitario del concreto es el varillado de una muestra representativa del concreto. Se expresa en kilos por metro cubico (Riva, 2009, p. 213)

Con agregados de alta porosidad el peso unitario puede variar si la absorción ha sido satisfecha. Las diferenciaciones en las propiedades del concreto pueden afectar el peso unitario y la densidad del concreto en forma distinta. Se puede tener modificaciones en el peso unitario del agregado las cuales incrementen o disminuyan el peso unitario del concreto sin afectar la densidad del mismo. (Riva, 2009, p. 213).

El peso unitario de los concretos livianos, elaborados ya sea con un agregado grueso natural o artificial de baja gravedad específica puede estar en valores de 480 a 1600 kg/m³. El peso unitario de los concretos pesados elaborados ya sea con agregado grueso natural o artificial de alta gravedad específica, puede elevarse hasta los 5000 kg/cm³ (Riva, 2009, p. 213).

Según (NTP 339.046, 2014), el ensayo determina la densidad del concreto en estado fresco, se halló dividiendo la masa neta del concreto, la masa neta se calcula sustrayendo la masa del molde vacío de la masa del molde lleno de concreto, sobre el volumen del molde.

d. Contenido de aire

Una cantidad significativa de material que pase la malla N° 200 (74 um), especialmente en la forma arcilla, puede reducir el contenido de aire en el concreto y obligar a que se emplee más aditivo incorporador de aire para obtener los mismos resultados (Riva, 2009, p. 212).

El incremento de los tamaños menores del N° 100 o N° 200 en el agregado fino requiere un aumento en el dosaje del aditivo incorporados de aire para obtener el contenido de aire requerido y producir burbujas pequeñas y un mejor sistema aire-vacíos con un bajo factor de espaciamiento. Inversamente, un incremento de material en las mallas N° 30 a N° 50 deberá disminuir la cantidad de aditivo incorporador de aire para obtener un mismo contenido de aire (Riva, 2009, p. 213).

La angularidad de la arena no ha demostrado tener un efecto significativo sobre el dosaje de aditivo necesario en contenidos de aire menores del 8%. Así los aditivos reductores de aire son especialmente empleados para obtener concretos sin el aire incorporado debido a la presencia de materia orgánica (Riva, 2009, p.213).

Según la (NTP 339.088, 2014), establece un método de ensayo para determinar el contenido de aire del hormigón fresco elaborado con agregado ligero, escorias y cualquier otro tipo de agregado poroso.

e. Exudación (teoría referencial)

Se define como la subida de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como resultado de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno se presenta después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado. Sucede debido de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua, en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación. Debido a la exudación el concreto puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación agua-cemento en esta zona (Abanto, 2009, p. 54).

Volumen total exudado (teoría referencial)

Es el volumen total de agua que aparece en la superficie del concreto. Existen 2 formas de expresar la exudación (Abanto, 2009, p. 55).

- ✓ Por unidad de área:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área de la superficie libre del concreto}}$$

Las unidades a utilizar son milímetros por centímetros cuadrados (ml/cm²).

- ✓ En porcentaje:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Vol. de agua de mezcla en el molde}} * 100$$

El peso del agua en el molde se halla de la siguiente manera:

$$\text{Vol. de agua en molde} = \frac{\text{peso del concreto en el molde}}{\text{peso total de la tanda}} * \text{Vol. de agua en la tanda}$$

f. Temperatura

Según la (NTP 339.184, 2012), el objetivo para hallar la temperatura del concreto fresco es para verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados.

Teniendo en cuenta que la temperatura en el concreto cambia de acuerdo al calor liberado de la hidratación del cemento, la energía que produce cada elemento y del medio ambiente.

Tabla 2

Criterios de aceptación de las temperaturas

Descripción		Criterio de Aceptación NTP 339.114				
Clima	T°	Sección	<300	300	900	>1800
frio	mínima	mm		- 900	- 1800	
		°C	13	10	7	5
	T°					
	máxima					
Clima		T= más baja posible. Si T=32 °C se puede encontrar dificultades				
cálido						

Nota: Adaptado de NTP 339.114, 2014.

La medición de la temperatura se realiza en un recipiente no absorbente, que debe permitir de al menos 3” (75mm) en todas direcciones o por lo menos 3 veces el TM del agregado y se debe elegir el mayor (NTP 339.184, 2012).

- Propiedades del concreto endurecido

a. Resistencia a la compresión

Según la (NTP 339.034, 2015), este método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados, a una velocidad determinada hasta la falla y se halla dividiendo entre la carga máxima alcanzada y el área de la sección transversal del espécimen.

Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

Tabla 3

Edades de ensayo y tolerancias permisibles

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1%
d	± 2 h ó 2,8%
7 d	± 6 h ó 3,6%
28 d	± 20 h ó 3,0%
90 d	± 48 h ó 2,2%

Nota: Adaptado de NTP 339.034, 2019.

b. Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción directa (f_t) del concreto varía entre el 8% y el 15% de la resistencia en compresión (f'_c). La resistencia en tracción directa, depende mucho del tipo de ensayo utilizado para su determinación (Rivera, 2015. P. 22)

Los principales ensayos utilizados para hallar, de manera indirecta, la resistencia a la tracción del concreto son:

- Módulo de rotura (f_r)

Es una medida indirecta de f_t . Se obtiene mediante un ensayo de rotura de una probeta prismática de concreto simple de 6"x6"x18" apoyada, con cargas a los tercios (Rivera, 2015. P. 22).

Para calcular (f_r) se asume una distribución lineal de los esfuerzos internos y se aplica la siguiente fórmula:

$$f_r = 6M/(bh^2)$$

Donde:

f_r : Tensión máxima de la fibra (MPa)

M : Momento de flexión (Nm)

b : Ancho de haz (mm)

h : Profundidad del haz (mm)

El ajuste de un gran número de resultados experimentales, nos da un promedio (con mucha dispersión) de:

$$f_r = 2.2\sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

- Split Test (f_{sp})

Se realiza el ensayo hasta su rotura, esta tiene que ser una probeta cilíndrica 6"x12" carga diametralmente. A lo largo del diámetro vertical. Los esfuerzos varían de compresiones transversales muy altas cerca en dónde se aplican esfuerzos de tracción prácticamente uniformes en las dos terceras partes del diámetro (Rivera, 2015. P. 22).

El esfuerzo de rotura se calcula con la siguiente fórmula:

$$f_{sp} = 2P/(\pi \cdot d \cdot l)$$

Donde:

d : diámetro de la probeta cilíndrica

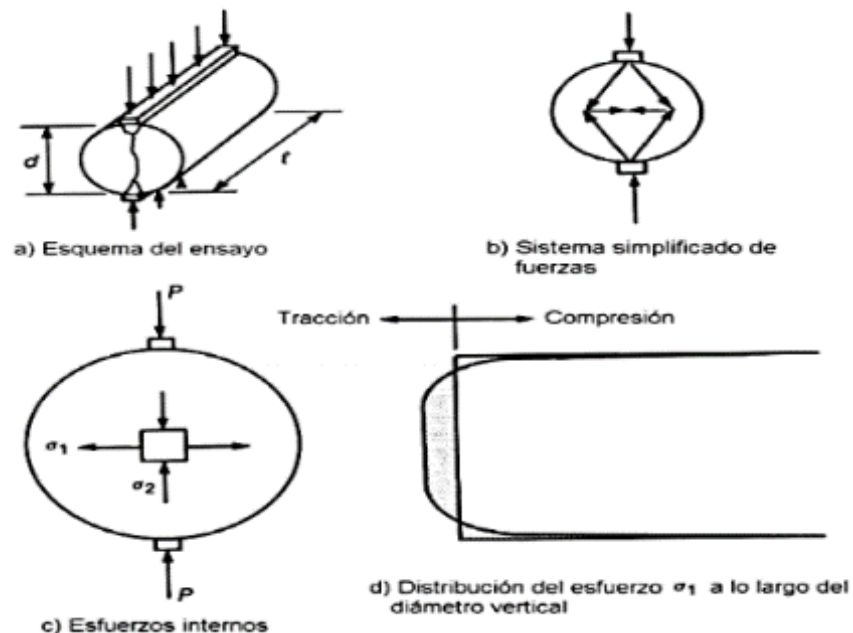
l : largo de la probeta cilíndrica

El ajuste de un gran número de resultado sexperimentales, arroja un promedio de:

$$f_{sp} = 1.7\sqrt{f'c} \text{ (kg/cm2)}$$

Figura 2

Ensayo de tracción por compresión diametral



Nota: Recuperado de file:///C:/Users/User/Downloads/TIC%2000104%20R68.pdf

c. Resistencia a la flexión

Según la (NTP 339.078, 2012) este ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla, según la ubicación de la falla dentro del tercio medio de éste no menor del 5% de luz libre.

La relación de carga se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{Sbd^2}{L}$$

En donde:

r: Es la relación de carga, en N/min

S: Tasa de incremento

b: Ancho promedio de la viga, según su disposición para el ensayo, mm

d: Altura promedio de la viga, según su disposición para el ensayo, mm

L: Longitud del tramo, en mm

Cálculos

“Si la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula”:

$$Mr = \frac{PL}{bh^2}$$

En donde:

Mr: Es el módulo de rotura, en MPa.

P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N

L: Es la luz libre entre apoyos, en mm

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm

Según (NTP 339.078, 2012), si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de éste no mayor del 5 % de la luz libre, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$Mr = \frac{3Pa}{bh^2}$$

En donde:

a: Es la distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga, en

mm. Según (NTP 339.078, 2012), si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de éste mayor del 5% de la luz libre, se rechaza el ensayo.

d. Resistencia al corte

Según la norma (ACI 318-19), “se redefine la relación a largo plazo para determinar la resistencia a cortante del concreto, V_c . La altura de la barra, la razón de armadura longitudinal y la tensión normal influyen ahora en la resistencia a cortante V_c ”.

Resistencia nominal al cortante

Se presenta la siguiente ecuación:

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b_w d$$

En donde:

V_c : Resistencia al cortante

b_w : El ancho del alma

d : El canto del elemento del hormigón

Dicho de otro modo, se suponía una tensión de corte de rotura $V_c/b_w d$ constante e igual a:

$$\frac{1}{6} \sqrt{f_c}$$

La fórmula es sencilla, y en muy poco tiempo permite obtener una supuesta cota inferior de la resistencia a cortante. El modelo predice que una viga de doble de canto (d) resistiría el doble de cortante (V_c) (Cladera y Rivas, 2021, párr. 5).

e. Resistencia a la torsión

Cuando las fuerzas son paralelas y opuestas aplicadas en un plano perpendicular al del eje longitudinal de un elemento, se establece la acción de un momento alrededor del eje longitudinal del mismo, que produce torsión (Gálvez, 2014, p. 3).

Adiferencia de los esfuerzos axiales, cortantes y flexionantes, los esfuerzos portorsión son más complicados de analizar debido al comportamiento que los elementos presentan (Gálvez, 2014, p. 3).

- Centro de torsión

En cualquier sección de una viga, siempre que no exista un momento flexionante constante, existen esfuerzos cortantes que inducen un flujo cortante interno o resistente. Si la resultante de este flujo no es igual, opuesta y colineal con la fuerza cortante exterior, en la viga existirá flexión y torsión (Gálvez, 2014, p. 4).

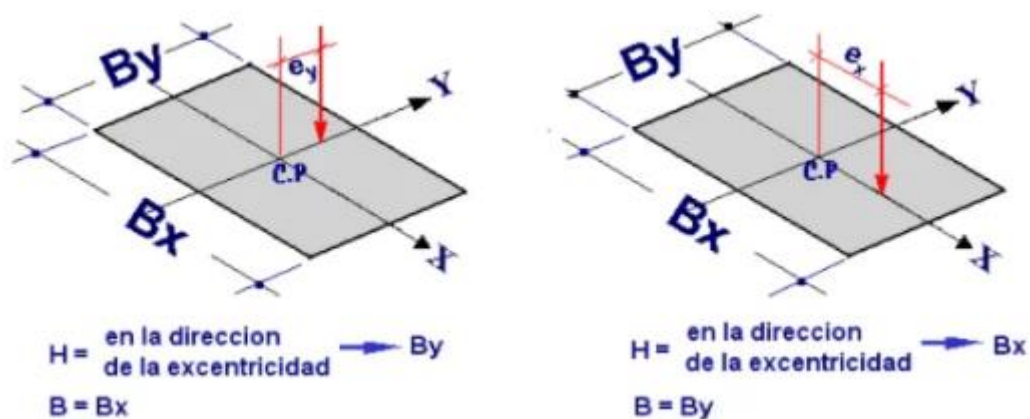
d. Resistencia a la flexocompresión

Cuando la columna tiene solicitaciones de Fuerza axial de compresión combinada con momento por flexión de manera simultánea, se dice que está sometida a flexocompresión (La Librería del Ingeniero, 2022, párr. 3).

Las columnas en estas condiciones están sometidas a una fuerza axial que no está aplicada en el centro de gravedad, sino que posee excentricidad con respecto a uno solo de sus ejes principales (La Librería del Ingeniero, 2022, párr. 3).

Figura 3

Columnas sometidas a una fuerza axial



Nota: Recuperado de <https://www.libreriaingeniero.com/2019/07/comportamiento-del-concreto-a-la-flexocompresion.html>

e. Resistencia a la felexotorsión

La torsión es la rotación de un miembro alrededor de su eje longitudinal y ocurre cuando la resultante de las fuerzas aplicadas no atraviesa el centro de cortante de la sección (Vallecilla, Pallares y Pulecio, 2014, p. 106).

El centro de cortante es el punto por el que deberían pasar las cargas aplicadas para que produzcan flexión sin originar torsión (Vallecilla, Pallares y Pulecio, 2014, p. 106).

f. Rigidez

Es la propiedad que tiene un elemento estructural para oponerse a las deformaciones o, dicho de otra manera, la capacidad de soportar cargas sin deformarse o desplazarse excesivamente (Llanos, 2022, párr. 3).

g. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad depende de la calidad y dureza de los agregados (Llanos, 2022, párr. 9).

h. Flujo plástico

El flujo plástico del concreto se origina en la pasta de cemento endurecida que consiste en un gel sólido de cemento con numerosos poros capilares (Sánchez, 2013, p.4).

Se cree que el flujo plástico es causado por varios mecanismos diferentes y complejos todavía no completamente entendidos. Se han identificado los siguientes (Sánchez, 2013, p.4):

1. Deslizamiento de las hojas coloidales en el gel de cemento entre las capas de agua absorbida – flujoviscoso.
2. Expulsión y descomposición del agua dentro de la capa intermedia de geldecemento – filtración.
3. Deformación elástica del agregado y los cristales del gel como el flujo viscoso y filtraciones que ocurren dentro del gel de cemento – elasticidad retardada.
4. Fractura local dentro del gel de cemento lo que implica la ruptura (y formación) de enlaces físicos – microfisuración.
5. La teoría de deformación mecánica.
6. Flujo plástico (Sánchez, 2013, p.4).

2.2.1.1. Cemento portland

El cemento Portland es un producto que fácilmente se puede encontrar, cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa muy dura. Básicamente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas (Abanto,2008, p. 15).

Las materias primas principales para la elaboración del cemento son:

- Los materiales calcáreos
- Los materiales arcillosos que contengan entre 60% - 70% de sílice
- Los minerales de fierro que suministran el óxido férrico
- El yeso que aporta el sulfato de calcio (Torre, 2004, p.6).

Compuesto químico

Según (Torre, 2004 p. 10), en términos de porcentajes se expresan los componentes químicos del cemento Portland por el contenido de óxidos. Los principales óxidos son: sílice, alúmina, la cal y el óxido férrico, siendo el total de éstos del 95% al 97%. En pequeñas cantidades también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia.

Los óxidos se mezclan con los componentes ácidos de la materia prima entre si dando lugar a cuatro importantes compuestos esto durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cemento Portland. Los principales compuestos que constituyen aproximadamente el 90-95% del cemento, también se presentan en menores cantidades, otros compuestos secundarios (Torre, 2004 p. 10).

A continuación, se dará a conocer la composición y abreviatura de los cuatro componentes.

Tabla 4

Composición química del cemento

Nombre del Componente	Composición Oxida	Abreviatura
Silicato de tricálcico	3CaO.SiO ₂	C3S
Silicato de bicalcio	2CaO.SiO ₂	C2S
Aluminio de tricálcico	3CaO.Al ₂ O ₃	C3A
Aluminio Ferrato	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C4AF

Nota: Adaptado de Torres, 2004.

Fabricación del cemento

Según Abanto (como citó en ASTM-C150, p. 14), el cemento Portland se fabrica de acuerdo al siguiente proceso:

- La explotación de materias primas.
- La trituración y molienda de la materia prima.
- La homogeneización previa.
- La mezcla de los materiales en las proporciones correctas, para obtener el polvo crudo.
- La calcinación del polvo crudo.
- La molienda del producto calcinado, más conocido como Clinker, y una pequeña cantidad de yeso.
- El enfriamiento.
- La mezcla.
- La molienda cemento.
- El almacenamiento del cemento.

Clasificación del cemento portland

Según (NTP 334.009, 2005, p. 5), los cementos Portland se clasifican en 5 tipos:

TIPO I: Es el cemento que es empleado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento. (NTP 334.009, 2005, p. 5)

TIPO II: Es el cemento que es empleado a obras de concreto en general y obras expuestas a sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación. (NTP 334.009, 2005, p. 5)

TIPO III: Es el cemento de alta resistencia acelerada. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II. (NTP 334.009, 2005, p. 5)

TIPO IV: Es el cemento del cual necesita bajo calor de hidratación.

TIPO V: Es el cemento del cual necesita alta resistencia a la acción de los sulfatos. Sus empleos comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a

aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar.
(NTP 334.009, 2005, p. 5)

2.2.1.2. Agua

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr (Riva,2012, p. 254).

a) La formación de gel

b) Permitir que el conjunto de masa adquiriera las propiedades en:

- En estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de las misma (Riva,2012, p. 254).
- En estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas (Riva,2012, p. 254).

Se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables o las que por experiencia se sepa que puedan ser utilizadas en la preparación del concreto (Riva,2012, p. 254).

Debe recordarse que no todas las aguas que son adecuadas para beber son convenientes para ser combinado y que, igualmente, no todas las aguas inapropiadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. En general, dentro de las limitaciones que en las diferentes secciones se han de dar, el agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azúcares (Riva,2012, p. 254).

El agua empleada no deberá incluir sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o durabilidad, apariencia del concreto, o sobre los elementos metálicos embebidos en este (Riva,2012, p. 254).

Antes de su empleo, será importante investigar y asegurarse que la fuente de dónde provienen no esté sometida a influencias que puedan cambiar su composición o característica con respecto a las conocidas que permitieron su empleo con resultados satisfactorios (Riva,2012, p. 254).

A. Requisitos de calidad

El agua deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088.

Tabla 5*Límites permisibles de sales y sustancia presentes en el agua*

Sustancias Disueltas	Valor Máximo Admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	500 ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Nota: Adaptado de NTP 339.088, 2014.

La norma (NTP 339.088, 2014, pp.13), considera aptas para la preparación y curado del concreto, las aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

- a. El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 mg/l (3 ppm).
- b. El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5 gr/l (5000 ppm).
- c. El pH estará comprendido entre 5.5 u 8.0.
- d. El contenido de sulfatos, expresado como ion SO_4 , será de menor de 0.6 gr/l (600 ppm) (NTP 339.088, 2014, pp.13).
- e. El contenido de cloruros, expresada como ion Cl , será menor de un 1 gr/l (1000 ppm).
- f. El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en $NaHCO_3$, será de menor de 1 gr/l (1000 ppm).
- g. Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de hierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm. El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados (NTP 339.088, 2014, pp.13).

Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio. Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de laboratorio, deberá ser aprobada por la supervisión (NTP 339.088, 2014, pp.13).

B. Requisitos del comité 318 de ACI

Según RIVA (como cito en Building Code Requirements for Structural Concrete, 2012 cap. 3) fijo cuatro requisitos para el agua de mezclado.

1. El agua empleada en el mezclado de concreto deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica u otras sustancias peligrosas para el concreto.
2. El agua de mezclado para concreto premezclado o para concreto que deberá contener elementos de aluminio embebidos, no deberá contener cantidades peligrosas de ion cloruro.
3. No deberá emplearse en el concreto aguas no potables, salvo que las siguientes condiciones sean satisfechas.
4. Los cubos de ensayo de morteros preparados con agua de mezclado no potable deberán tener a los 7 y 28 días resistencias iguales o por lo menos el 90.1% de la resistencia de especímenes similares preparados con agua potable.

2.2.1.3. Agregados

Según (Rivera,2013, p. 41), los agregados son llamados áridos también, son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman una masa dura (piedra artificial), conocido como mortero o concreto. Como agregados de las mezclas de mortero o concreto se pueden considerar, todos aquellos materiales que sabiendo que cuenta con una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no deben perturbar ni afectar negativamente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland.

En general, la mayoría son materiales inertes, es decir, que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento; sin embargo, existen hay agregados cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus propiedades hidráulicas colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como: las escorias de alto horno de las siderúrgicas, los materiales de origen volcánico en donde hay sílice activa, entre otros. Pero hay otros agregados, que contienen elementos nocivos o eventualmente inconvenientes que reaccionan dañando la estructura interna del concreto y su durabilidad, como, por ejemplo, los que presentan elementos sulfurados, los que contienen partículas pulverulentas más finas o aquellas que se encuentran en descomposición latente como algunas pizarras (Rivera,2013, p. 41).

A. Agregado fino

Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 74 μm (N° 200); deberá cumplir con los límites establecidos en la presente norma (NTP 400.037, 2014, p. 6)

a. Análisis granulométrico

Deberá tener la gradación según los límites:

Tabla 6

Granulometría del agregado fino

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

Nota: Adaptado de NTP 400.037, 2018.

- El agregado fino no tendrá más de 45% entre dos mallas consecutivas y su módulo de fineza no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1 (NTP 400.037, 2014, p. 8).
- Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes (NTP 400.037, 2014, p. 8).
- En una cantera determinada el módulo de fineza base no debe variar en más de 0.20, siendo éste el valor típico de la cantera (NTP 400.037, 2014, p. 8).

Nota: La granulometría del agregado es muy importante para la elaboración de concreto depende mucho de ello para evitar segregación, exudación, resistencia de los agregados.

b. Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino

Según la (NTP 400.022, 2013, p. 1), tiene el objetivo de determinar el peso específico del agregado fino, después de las 24 horas de sumergidos en agua.

c. Ensayo del peso unitario suelto compactado del agregado

- Peso unitario suelto

Según la (NTP 400.017, 2011, p. 1), este método de ensayo consiste determinar el peso unitario suelto del agregado grueso y fino.

d. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino

Según la (NTP 339.185, 2013, p. 1), este método de ensayo consiste determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.

e. Sustancias deletéreas (no deberá exceder los límites)

Afirma que los agregados pétreos (finos), deben ser químicamente inertes a fin de que sean usados en la producción de concreto. En la práctica esto no siempre no cumple, algunos agregados pueden en mayor o menor grado reaccionar con el cemento (Sepúlveda, 2014, párr. 1).

f. Inalterabilidad

El agregado a usarse en concreto, que va a estar sujeto a problemas de congelación y deshielo, deberá cumplir además de con las exigencias necesarias, el requisito de resistencia a la desintegración por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, la pérdida promedio de masa después de cinco ciclos no deberá exceder los valores dados (NTP 400.037, 2014, p. 10).

B. Agregado grueso

El agregado grueso consistirá en grava, piedra chancada, concreto reciclado, o la combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta norma (NTP 400.037, 2014, p. 12).

Nota

El agregado grueso reciclado puede necesitar precauciones adicionales, sobre todo en zonas donde existe el fenómeno de congelación y deshielo u otros agentes agresivos como sulfatos, cloruros o materia orgánica (NTP 400.037, 2014, p. 12).

a. Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso

Según la (NTP 400.021, 2013, p. 1), nos dice como determinar el peso específico del agregado grueso, después de las 24 horas de sumergidos en agua.

b. Ensayo del peso unitario suelto compactado del agregado fino

- Peso unitario suelto

Según la (NTP 400.017, 2011, p.1), este método de ensayo consiste determinar el peso unitario suelto del agregado grueso.

- Peso unitario compactado

Este método de ensayo consiste determinar el peso unitario compactado del agregado fino. (NTP 400.017, 2011, p. 8)

c. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso

Según la (NTP 339.185, 2013, p. 1), este método de ensayo consiste determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.

d. Sustancias deletéreas

Deberá cumplir los siguientes límites establecidos (NTP 400.037, 2014, p. 12).

Tabla 7*Límites de sustancias deletéreas en el agregado grueso*

Ensayo	Porcentaje del Total de la Muestra (Máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	5,0
Material más fino que la malla normalizada 75 µm (No. 200)	1,0A
Horsteno (menos de 2.40 de densidad)	5.0B
Carbón y lignito: Cuando la apariencia del concreto es importante	0,5
otros concretos	1,0

Nota: A continuación, las descripciones de las letras A y B:

A: Este porcentaje podrá ser aumentado a 1,5 % si el material está esencialmente libre de limos y arcillas.

B: Sólo en casos de intemperización moderada (concreto en servicio a la intemperie continuamente expuesto a congelación y deshielo en presencia de humedad)

Adaptado de NTP 400.037, 2014.

El agregado grueso utilizado en concretos sujetos a contacto con suelos húmedos, no deberá ser reactivo (sílice amorfa) ya que se combinaría químicamente con los álcalis de cemento, por cuanto se produciría expansiones excesivas en el concreto (NTP 400.037, 2014, p. 12).

e. Inalterabilidad

El agregado utilizado en concreto, que va a estar inmerso a problemas de congelación y deshielo, cumplirá los requisitos obligatorios, el requisito de resistencia a la desintegración por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, después de cinco ciclos la pérdida promedio de masa no deberá exceder los límites en pérdida por ataque de sulfato (NTP 400.037, 2014, p. 14).

f. Índice de espesor y resistencia mecánica

El agregado grueso utilizado en concretos de pavimentos y en estructuras de 280 kg/cm² o más deberá cumplir con los valores especificados siguientes:

- Resistencia mecánica.
- Índice de espesor: El índice de espesor no será mayor de 50 en el caso de agregado natural y de 35 para grava triturada (NTP 400.037, 2014, p. 14).

2.2.2. El eucalipto

“Eucalipto o Eucalyptus, Eucalyptus L'Hér. (del griego *ευκάλυπτος* *eukályptos*, que significa ‘todo cubierto’, es una especie de árboles de la familia Myrtaceae. Hay alrededor de 700 especies, la mayoría de ellas locales de Australia y Nueva Guinea” (Aves, 2019, párra. 2).

“Los eucaliptos, por lo tanto, son árboles esencialmente austro-malayos, con una dispersión natural en latitudes que se extienden desde 7°N a 43°39'S” (FAO, 1981, p. 1).

2.2.2.1. Tipos de eucaliptos

EUCALYPTUS CAMALDULENSIS

Es el eucalipto rojo, es un árbol de la variedad Eucalyptus. Su origen es en Australia, cerca de arroyos. Crece hasta 20 m, raras veces hasta los 60 m de altura; su ritidoma (corteza) de espesor (3 cm) claro, mezcla rojizo, tenue, verdoso y blanquecino (Aves, 2019, párra. 11).

EUCALYPTUS CITRIODORUS

Es una especie de Eucalipto de hasta 50 m de altura, oriundo al este de Australia y tropical. También conocido como, “eucalipto de limón” y “eucalipto manchado”. Ciertamente, el nombre *Corymbia citriodora* se obtiene del latín *citriodorus*, que implica el olor a limón. Es lisa su corteza en toda la altura del árbol, a veces da la apariencia polvoriento y con laminillas extremadamente finas y onduladas. Se desarrolla en suelos limosos, en terrenos boscosos esclerófilos y laderas (Aves, 2019, párra. 15-17).

EUCALYPTUS CLADOCALYX

Este eucalipto es llamado de azúcar, oriundo del sur de Australia. Se descubre allí en península de Eyre y en la isla Canguro. Los árboles de eucalipto de azúcar

de las montañas Flinders llegan a los 35 m de altura, con un tronco recto y ramas inclinadas que se desarrollan desde la mitad superior (Aves, 2019, párra. 19).

EUCALYPTUS COOLABAH

Conocido como coolibah o coolabah, es oriundo en el interior del este de Australia. Tiene una corteza suave de crema fina a rosada en la parte superior (Aves, 2019, párra. 22).

Las plantas jóvenes del Eucalipto y los rebrotes de monte bajo en su mayor parte tienen tallos que son habitualmente cuadrados en segmentos cruzados, y hojas de color azul pálido opaco en forma de lanza de 40 a 130 mm (1,6 a 5,1 pulgadas) de largo y 5 a 30 mm (0,20 a 1,18 pulgadas) (Aves, 2019, párra. 25).

Las hojas adultas son iguales de verde opaco a azul pálido o grisáceo en los dos lados, moldeadas en forma de lanza a dobladas, de 80 a 170 mm (3,1 a 6,7 pulgadas) de largo y de 10 a 25 mm (0,39 a 0,98 pulgadas) de ancho en un pecíolo 8-20 mm (0,31-0,79 pulgadas) de largo (Aves, 2019, párra. 26).

EUCALYPTUS DUMOSA

(“white mallee”) familia de las myrtaceae. Oriundo de zonas secas del sur de Australia desde el norte de las montañas Flinders y Murray Mallee al este hasta el oeste central de Nueva Gales del Sur (Aves, 2019, párra. 32).

La corteza es lisa de este eucalipto es blanquecina o blanco-amarillenta, al aire libre es tenue, en los tallos más grandes es un frente de corteza tenue de color terroso y fibroso. Se siguen las hojas adultas, sustitutivas, lanceoladas de 10 x 2 cm, opacas, con un tono verde grisáceo (Aves, 2019, párra. 33).

EUCALYPTUS GLOBULUS

(*Eucalyptus globulus*) es un tipo arbóreo de la familia de las myrtaceae, de la localidad sureste de Australia y Tasmania. Debido a su rápido desarrollo se ha extendido por el mundo para su uso moderno (Aves, 2019, párra. 35).

Se ha utilizado para limpiar territorios pantanosos al eliminar la humedad de ellos con la posterior destrucción de sus insectos, básicamente mosquitos, y las enfermedades que traen consigo (Aves, 2019, párra. 38).

2.2.2.2. El eucalipto en el Perú

Perú está situado al oeste del continente sudamericano, con una latitud 18°21'S. Constituida por la cordillera de los Andes, con diversos picos de más de 6 000 metros de altura, se extiende de norte a sur en el interior. Al este existen bosques pluviales, en la cabecera hidrológica del Amazonas. Las zonas bajas del Perú son calientes y, en la parte meridional, el país es árido. Hay, sin embargo, una notable superficie altiplanosque se pueden plantar, donde los eucaliptos prosperan (FAO, 1981, p. 131).

En el Perú se ha emprendido un riguroso programa de plantación de eucalipto esto ya desde los últimos 15 años. En 1975, se tenía plantado 92 882 ha. La finalidad de las plantaciones es producir madera industrial, para las minas, para fines de construcción rural, leña, postes, etc. La especie que fue introducida en 1860 en el Perú fue la *E. globulus*, y ha dado muy buenos resultados. Los suelos donde son empleados para dicho cultivo son suelos rocosos y ligeramente ácidos, deficientes en nitrógeno y en materia orgánica, con un bajo contenido de fósforo asimilable, pero un elevado contenido de potasio (FAO, 1981, p. 131).

2.2.2.3. El eucalipto como combustible

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación nos dice que el eucalipto:

- Posee casi dos veces el valor calorífico de la madera secada al aire, peso por peso, haciendo más fácil su transporte. (El carbón vegetal tiene 28 000 kJ por kg (6 700 calorías), que se contraponen a cerca de 16 000 U por kg (3 800 calorías) para madera de eucalipto secada al aire con 20% de contenido de humedad.)
- Se conserva en forma indefinida sin deterioro.
- Puede ser quemado sin humo, con un rendimiento calorífico de alrededor del 25% en hornos muy sencillos, pero en una habitación cerrada hay un peligro de envenenamiento letal por los humos de monóxido de carbono.
- Su utilidad de carbón reactivo de elevada pureza para la metalurgia y la industria química, empleos para los cuales la madera misma no sería apta. La madera de la mayoría de los eucaliptos quema bien si está; secada al aire y deja poca ceniza (FAO, 1981, p. 300).

2.2.2.4. Ceniza de madera de eucalipto

La ceniza de madera de eucalipto es un material residual y de calidad muy variable, está clasificada como residuo sólido mineral sobrante de la quema de biomasa (Gluitz & Marafão, 2013, p. 19).

2.2.2.5. Muestra residual orgánico de la ceniza de madera de eucalipto

El análisis de la tasa de materia orgánica para las muestras de la ceniza de madera de eucalipto dio como resultado un valor medio de 5,8% de pérdida de masa pero al estudiar las cenizas de cascara de arroz de diferentes orígenes, dieron como resultado niveles de carbono de hasta el 9%, considerándolos aún como materiales interesantes para su uso en la construcción civil, cabe resaltar que es importante conocer la tasa de carbono residual de los residuos de origen orgánico aplicados como aditivos minerales, ya que su exceso puede comprometer la reactividad puzolánica y las propiedades reológicas, también en el proceso de tamizado ciertamente contribuyó a la baja tasa de carbono presentada, ya que las partículas más grandes de madera parcialmente quemada se retuvieron en el procedimiento (Franco et al. 2019, p. 267).

2.2.2.6. Composición química de la ceniza de tronco de eucalipto

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

Tabla 8

Resultados de la composición química de la ceniza de tronco de eucalipto

Composición Química	Resultados (%)	Método Utilizado
Silicio (Si)	11.732	
Azufre (S)	6.301	
Magnesio (Mg)	5.080	
Manganeso (Mn)	2.178	Espectromía de Fluorescencia de Rayos X
Hierro (Fe)	0.754	
Aluminio (Al)	0.547	
Bario (Ba)	0.473	
Fósforo (P)	0.066	
Zinc (Zn)	0.028	
Cobre (Cu)	0.020	
Cromo (Cr)	0.004	

Nota: Adaptado de Pérez, 2017, p. 78

2.2.2.7. Composición química de la ceniza de madera de eucalipto expresado como oxido

Es procedente de la combustión de la madera de eucalipto, cuya composición química expresado en óxidos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9

Resultados de la composición química de la ceniza de tronco de eucalipto expresado como óxidos

Composición Química	Resultados (%)	Método Utilizado
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	15.916	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	9.977	
Óxido de Magnesio (MgO)	5.352	
Óxido de Manganeso (Mn)	1.754	Espectromía de
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	1.312	Fluorescencia de
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.619	Rayos X
Óxido de Bario (BaO)	0.335	
Pentóxido de Fósforo (P ₂ O ₅)	0.191	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.022	
Óxido de Cobre (CuO)	0.016	
Trióxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	0.008	

Nota: Adaptado de Pérez, 2017, p. 79

2.3. Marco Conceptual

a) Actividad puzolánica

Se refiere a la cantidad máxima de hidróxido de calcio con que la puzolana puede combinar y la velocidad con la cual ocurre esta reacción (Salazar, 2002, p. 1).

b) Análisis granulométrico de los agregados

Es todo procedimiento manual o mecánico que nos sirve para obtener información importe de los agregados como: origen, peso, tamaño y sus propiedades mecánicas (Quispe, et al., 2020, pág. 2).

c) Cemento

El cemento es un polvo fino que se obtiene de la calcinación a 1 450°C de una mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro. El producto del proceso de calcinación es el clínker, que se muele finamente con yeso y otros aditivos químicos para producir cemento (CEMEX, 2021, párr. 2)

d) Ceniza de biomasa

En la combustión de biomasa se generan dos tipos de residuos, cenizas de fondo (CF) formadas por el material total o parcialmente quemado y cenizas volantes (CV), partículas rrastradas por la corriente de gases al exterior de la cámara de combustión (CEDEX, 2014, p.2)

e) Concreto

El concreto puede definirse como la mezcla de un material aglutinante, un material de relleno (agregados), agua y aditivos en ciertos casos, al endurecerse formará una piedra artificial, después de tanto tiempo es capaz de soportar esfuerzos de compresión (Sánchez, 2000, p. 19)

f) Concreto fresco

Es aquel que acaba de ser mezclado. Por lo tanto es una mezcla trabajable y puede ser medido (Aceros, 2018, párr. 3).

g) Curado del concreto

Es el proceso por el cual el concreto madura y se endurece con el tiempo, como resultado de la hidratación con presencia suficiente de agua y de calor (Sika, 2009, p. 3).

h) Diseño de mezcla de concreto

Se indica que una mezcla de concreto se debe diseñar tanto para estado fresco (trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía), así como para el estado endurecido (Osorio, 2021, p. 103).

i) Material residual

Se puede definir como cualquier material orgánico de origen animal o vegetal o procedente de cualquier transformación de las mismas (CEDEX, 2014, p. 1).

j) Propiedades físicas y mecánicas del concreto

Las propiedades físicas son aquellos que se pueden identificar a simple vista (asentamiento, temperatura, peso unitario, rendimiento, contenido de aire) y la propiedad mecánica es el comportamiento del concreto en estado endurecido sometido a pruebas de resistencia (Ruiz y Vasallo, 2018, pp. 26-27).

k) Resistencia del concreto

Es la característica mecánica principal del concreto. Capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en

kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi) (CEMEX, 2019, párr. 1).

CAPITULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis General

La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

3.2. Hipótesis Específico

1. La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el asentamiento(Slump) del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.
2. La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el peso específico del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.
3. La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el contenido de aire del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.
4. La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.
5. La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en los costos de preparación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X): CENIZAS DE MADERA DE EUCALIPTO

Las cenizas de madera de eucalipto

Variable dependiente (Y): CONCRETO F'C = 210 kg/cm²

El concreto f'c 210 kg/cm²

3.3.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente (X): CENIZAS DE MADERA DE EUCALIPTO

Sustitución del cemento en un 2, 4 y 6 % por cenizas de madera de eucalipto.

Variable dependiente (Y): CONCRETO F'C = 210 kg/cm²

Se preparó un concreto diseñado especialmente para resistir esfuerzos a compresión f'c 210 kg/cm².

3.3.3. Operacionalización de variables

Tabla 10

Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN (FACTORES)	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE (X): CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO	La ceniza de madera de eucalipto es un material residual y de calidad muy variable, está clasificado como residuo sólido mineral sobrante de la quema de biomasa (Gluitz & Marafão, 2013, p. 19)	Porcentaje de ceniza de madera de eucalipto	0.00%
			2.00%
			4.00%
			6.00%
VARIABLE DEPENDIENTE (Y): CONCRETO f'c = 210 kg/cm ²	Es un concreto diseñado especialmente para resistir esfuerzos en compresión f'c =210 kg/cm ²	Propiedades en estado fresco	Asentamiento
			Peso Unitario
		Propiedades mecánicas	Contenido de aire
			Resistencia a la compresión
		Costo de preparación del concreto	Análisis de precios unitario

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

Para esta investigación se utilizó el método científico, según (Carrasco, 2007, p.35) es un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas y tácticas para resolver el problema de investigación. Además, se caracteriza por ser analítico y sintético, porque estudia la realidad separando e integrando alternativamente los elementos empíricos y teóricos.

4.2. Tipos de investigación

Se utilizó la metodología de investigación aplicada. Se centra en la aplicación práctica de los conocimientos científicos resultantes de la investigación fundamental. Es un primer intento de convertir el conocimiento en tecnología. El objetivo principal es ofrecer soluciones a problemas del mundo real (Zenon, 2016, p.80).

4.3. Nivel de investigación

La presente investigación pertenece al nivel de investigación explicativa, debido a que se buscó establecer los efectos de la variable independiente (cantidad de ceniza de la madera de eucalipto) en la variable dependiente (concreto f^c 210 kg/cm²). Este tipo de investigación además de describir las variables busca establecer la causa y el efecto entre ellas (Hernández, 2014, p. 95).

4.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó fue cuasi experimental, ya que los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. (Hernández, 2006, p. 203)

El esquema del diseño de la investigación, lo podemos ver a continuación:

Tabla 11

Diseño de la investigación

Muestra	Condición experimental	Medición de evaluación
G1	X	O1
G2	(-)	O2

G1= concreto

X= ceniza de madera de eucalipto

O1= Evaluación si la ceniza de madera de eucalipto mejora las propiedades del en estado fresco y propiedades mecánicas del concreto.

G2= concreto

O2= Evaluación de las propiedades del concreto convencional.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Tabla 12*Población*

Propiedades	Patrón	Sustitución de cemento por ceniza de madera de eucalipto			Total
		2%	4%	6%	
Asentamiento	1	1	1	1	4
Peso Unitario	1	1	1	1	4
Contenido de Aire	1	1	1	1	4
Resistencia a la Compresión	12	12	12	12	48
Total					60

4.5.2. Muestra

La muestra fue extraída de manera censal y se determinó según el tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia. Conformada por 15 ensayos sin ceniza de madera de eucalipto y 45 ensayos con ceniza de madera de eucalipto en diferentes porcentajes (2%, 4% y 6%).

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2006) “son las distintas formas de obtener la información, el mismo autor señala que los instrumentos son medios materiales que se emplean para recoger y almacenar datos” (p. 146).

Las técnicas a utilizar desde el inicio del proyecto de investigación son: la observación y la recolección de datos. Los datos serán recopilados utilizando los siguientes instrumentos:

- Hoja o ficha de registro de datos.
- Cuaderno de campo.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**4.7.1. Procesamiento de la información**

“Para pasar por el procesamiento de datos se emplea la codificación, tabulación, tablas y graficas. De esta forma es necesario realizar un análisis y la interpretación de los resultados que se obtienen con los instrumentos.

Escobar Vicuña y otros (2015). Seguido a esto se presenta el procesamiento de los ensayos que se realizaron para llegar a los objetivos planteados.

a. Preparación del concreto

Para poder responder a la pregunta si es posible utilizar la ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento para la preparación de concreto $f'c$ 210 kg/cm², se consideró porcentajes de adición en reemplazo del cemento, como son: 2%, 4% y 6%.

En el agregado grueso, se ha utilizado piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ", procedente de la Cantera de Orcotuna y arena gruesa procedente también de la Cantera de Orcotuna, los cuales cumplen los requisitos de las NTP correspondientes.

El agua utilizada para el proceso de elaboración del concreto, es agua potable proveniente de la red pública.

b. Características y propiedades del agregado fino

- Análisis granulométrico NTP 400.012

Objetivo

Realizar un análisis granulométrico mecánico para poder determinar de manera adecuada la distribución de las partículas, esto para conocer la gradación del agregado fino.

Equipos

- Juego de tamices ASTM
- Balanza con error de 0.01g
- Cepillo
- Horno
- Agitador mecánico.
- Taras
- Cuarteador

Procedimiento

En el siguiente ensayo se utilizó una muestra representativa de 300g del cuarteado, se secó, lavó y otra vez secada en un horno previo al análisis granulométrico, una vez realizado todo lo anterior se colocó

una muestra en el grupo de tamices adecuados previamente seleccionados tapando la parte superior para evitar pérdidas de peso, se dieron movimientos de forma circular de modo que la muestra se mantuvo en constante movimiento, por un tiempo aproximado de un minuto, seguidamente en una bandeja de aluminio se sacó cuidadosamente cada tamiz y se pesó siempre observando que no haya partículas retenidas en el tamiz y se anotaron los resultados para después ubicarlos en cuadros de datos.

- **Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino NTP 400.022**

Objetivo

La presente norma establece los pasos para hallar la densidad promedio de partículas de agregado fino sin orificios entre las partículas, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino.

Equipos

- Picnómetro
- Balanza de capacidad de 1 kg o más, sensibles a 0,1
- Frasco (determinación volumétrica): El molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad:
- Estufa: de tamaño considerado, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento

“Se retiró una muestra de agregado en agua por $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$ para esencialmente llenar los poros. Luego es retirada del agua, el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa”. Seguidamente se colocó la muestra en un recipiente graduado y el volumen de ésta se determina por el método gravimétrico o volumétrico.

Finalmente se llevó al horno para secar la muestra y determinar los valores de la masa y mediante las fórmulas de este método de ensayo,

es posible calcular la densidad, densidad relativa (gravedad específica), y la absorción.

- **Masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados NTP 400.017**

Objetivo

Determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm.

Equipos

- Una balanza con aproximación a 0,05 kg
- Una barra recta de acero liso compactadora de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y que termine en punta semiesférica.
- Recipientes de medida de forma cilíndrica y metálica, preferiblemente con asas.
- Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.

Procedimiento de apisonado

Se llenó la tercera parte de recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Mediante 25 golpes, se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, dados uniformemente sobre la superficie. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y se hace de nuevo el mismo procedimiento. Finalmente, se llena la última medida golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado que va sobrando se eliminó utilizando la barra compactadora como regla NTP 400.017. Evitando golpear el fondo con fuerza con la barra. Al compactar las últimas dos capas, sólo se empleó la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente. Se determinó el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

- **Contenido de humedad total de agregados por secado NTP 339.185**

Objetivo

Determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

Equipos

- Balanza con sensibilidad al 0,1 % del peso de la muestra
- Puente de calor
- Recipiente para la muestra
- Revolvedor
- Una cuchara de metal o espátula de tamaño conveniente.

Procedimiento

- Se halló la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %.
- Mediante una fuente de calor se procedió a secar el recipiente la muestra elegida, evitando la pérdida de las partículas y el secado rápido pues esto hace que exploten algunas partículas resultando en pérdidas de partículas, para esto se utilizó un horno para controlar la temperatura evitando que el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Se revolvió la muestra durante el secado para acelerar la operación, esto si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada y evitar sobrecalentamiento localizado.
- Ya una vez secado se halló la masa de la muestra con una aproximación de 0,1% después de ya enfriado lo suficiente para así no dañar la balanza.

c. Características y propiedades del agregado grueso

- **Análisis granulométrico NTP 400.012**

Objetivo

Determinar la distribución por tamaño de partículas del agregado grueso.

Equipos

- Juego de tamices ASTM
- Balanza con error de 0.05g
- Cepillo
- Horno
- Agitador mecánico
- Taras
- Cuarteador

Procedimiento

- Se usó una muestra representativa en el presente ensayo de (3000g) del cuarteado, para ser secada, lavada y nuevamente secada en un horno, luego se colocó la muestra en un conjunto de tamices seleccionadas, la muestra se mantuvo en movimiento constante para eso se dieron vueltas, por un minuto aproximadamente, después se sacó cada tamiz cuidadosamente para no perder material acumulado y se anotó para así generar el cuadro de datos e informes pertinentes.
- **Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso**

NTP 400.021

Objeto

Determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (transcurrido 24 horas) del agregado grueso. Esto no se aplica para agregados ligeros.

Equipos

- Balanza sensible a 0.5 g con capacidad de 50000 gramos
- Cesta con malla de alambre
- Depósito de agua
- Tamices
- Estufa

Procedimiento

Se llenó los poros para esto se sumergió en agua por 24 horas, luego se retiró del agua y se secó la superficie de las partículas, y se pesó. Por segunda vez se hizo el procedimiento y luego en último lugar, se llevó al horno a secar y se pesa por tercera vez, sólo así se obtuvieron los pesos y se pudo calcular los tres tipos de peso específico y de absorción.

- **Masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados NTP 400.017**

Objetivo

Determinar el peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm”.

Equipos

- Una balanza con aproximación a 0,05 kg
- Una barra compactadora recta de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Un recipiente de Medida de forma cilíndrica, metálica, preferiblemente con asa.
- Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el
- recipiente con el agregado.

Procedimiento de apisonado

Se llenó con una muestra la tercera parte del recipiente de medida y utilizando la mano se niveló. Se dio 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie se procedió a apisonar. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y se repitió el procedimiento anterior. Y ya por último se llenó hasta rebozar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se eliminó utilizando la barra compactadora como regla. Al compactar la primera capa, se procuró que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se empleó la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el

recipiente. Se determinó el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registraron los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

- **Contenido de humedad total de agregados por secado NTP 339.185**

Objetivo

Hallar la humedad evaporable de la muestra de agregado fino o grueso incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua ya que no se puede evitar que éste se combine químicamente con los minerales de algunos agregados y que evite su evaporación y estos porcentajes no son medidos por este método.

Equipos

- Balanza con sensibilidad al 0,05g
- Puente de calor
- Recipiente para la muestra
- Revolvedor
- Una cuchara de metal o espátula de tamaño conveniente.

Procedimiento

- Se halló la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %.
- Mediante una fuente de calor se procedió a secar el recipiente la muestra elegida, evitando la pérdida de las partículas y el secado rápido pues esto hace que exploten algunas partículas resultando en pérdidas de partículas, para esto se pudo utilizar un horno para controlar la temperatura evitando que el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Se revolvió la muestra durante el secado para acelerar la operación, esto si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada y evitar sobrecalentamiento localizado.
- Ya una vez secado se halló la masa de la muestra con una aproximación de 0.1% después de ya enfriado lo suficiente para así no dañar la balanza.

d. Ensayos en estado fresco del concreto

- **Asentamiento de concreto fresco NTP 339.035**

Objetivo

Establecer la determinación del asentamiento del concreto tanto en el laboratorio como el campo.

Equipos

- Cono de Abrams con espesor mínimo de 1.5 mm y su forma es la de un tronco de cono con diámetro de base inferior de 20 cm y de base superior 10 cm
- Barra compactadora de acero liso de 16 mm y 60 cm de longitud

Procedimiento

“Se colocó una muestra de concreto fresco compactada y varillada en un molde con forma de cono trunco sobre una superficie plana no absorbente se mantuvo fijo pisando firmemente las aletas, el molde fue elevado aprox. entre 5 a 10 segundos evitando los movimientos laterales permitiendo al concreto desplazarse hacia abajo. La distancia entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se reportó como el asentamiento del concreto”.

- **Peso Unitario NTP 339.046**

Objetivo

Determinar la cantidad de densidad del concreto fresco, se halla dividiendo en primer lugar la masa neta del concreto sobre el volumen del molde, finalmente la masa neta se calcula sustrayendo la masa del molde vacío de la masa del molde lleno de concreto.

Aparatos

- Balanza con una exactitud de 0.1 lb (45 gr) o dentro del 0.3 % de la carga de prueba.
- Varilla recta que la punta sea redondeada de acero 5/8” (16 mm) de diámetro aproximadamente 24 pulgadas (600 mm) de longitud y de diámetro es de 5/8 pulgadas.
- Molde cilíndrico de acero u otro metal, de capacidad de 1/3 de pie cubico
- Maso de goma.

Procedimiento

- La muestra se seleccionó según la ASTM C 172.
 - Según el tamaño máximo nominal, se seleccionó el tamaño del molde la cual es de $\frac{1}{3}$ de pie³ y a continuación se determinó la masa del molde vacío.
 - Dentro del recipiente se colocó la muestra del concreto en tres capas de igual volumen aproximadamente.
 - Compactamos cada capa penetrando 25 veces con la varilla en forma de espiral, compactamos la segunda y tercera capa en todo su espesor, ingresando 1" (25 mm) en la capa anterior.
 - Luego de compactar cada capa, se golpeó firmemente 12 veces en forma de cruz, para eliminar las burbujas de aire y llenar los vacíos, enrasando el molde, se retira el material sobrante en la última capa.
 - Limpiamos el material que pueda sobrar alrededor del molde y determinamos la masa del molde más el concreto.
- **Contenido de aire - método de presión NTP 339.080**

Objetivo

Determinar el contenido de aire del concreto fresco elaborado ya sea con agregado ligero, escorias u otro tipo de agregado poroso.

Aparatos

- Un medidor de aire que contiene un recipiente de diámetro igual a 1 – 1.5 veces la altura y tener un reborde en la parte superior de su superficie, cuya capacidad no debe ser menor a 2 litros y una sección superior mayor en capacidad a la del medidor en un 20% y debe contener una empaquetadura flexible y un dispositivo de unión entre la sección superior y el recipiente.
- Un embudo.
- Una varilla de apisonamiento de acero recto, de polietileno u otro plástico resistente a la abrasión.
- Una barra enrasadora redonda de acero recto de por lo menos de $\frac{1}{8}$ por $\frac{3}{4}$ por 12 pulg.
- Una copa calibrada de metal o plástico.

- Un recipiente para medir el alcohol isopropilo con una capacidad mínima de 500 ml.
- Una jeringa de caucho que tenga una capacidad mínima de 50 ml.
- Un recipiente para el trasvase del agua con una capacidad mínima de 1 litro.
- Una cuchara de tamaño apreciable para que la muestra de concreto sea representativa.
- Alcohol isopropilo.
- Un mazo con una cabeza de cuero o caucho.

Procedimiento

- Se mojó el recipiente y luego secó para que así quede húmedo, usando la cuchara llena se llenó de concreto recién mezclado en dos capas. Se varilló cada 25 veces con el extremo redondeado de la varilla, así para cada capa y se dió golpes con el mazo de 10 15 veces.
- Una vez varillado y golpeado la segunda capa se enrasó el exceso de concreto hasta que la superficie este nivelada esto con la barra de enrasado y luego limpiar el borde.
- Se mojó la empaquetadura, así como la sección superior del medidor, se unió éste con el recipiente e insertó el embudo. Se añadió 0.5 L. de agua y alcohol isopropilo. Se añadió agua hasta que aparezca hasta en el cuello graduado de la sección superior. Se ajustó el nivel del líquido y por último apretar y fijar la tapa hermética.
- Se desplazó el volumen de aire en el espécimen de concreto, se invirtió el medidor varias veces por 5 s.
- Se colocó una mano en el cuello del medidor y la otra en el reborde. Usando la mano que está en el cuello inclinó la parte superior del medidor aproximadamente 45° desde la posición vertical con el borde inferior de la base del medidor dejándolo en reposo sobre el piso o sobre el área de trabajo.

- “Se colocó la unidad en posición vertical y se aflojó la parte superior para permitir que cierta presión se estabilice. Se permitió que el medidor esté de pie mientras el aire asciende a la parte superior y hasta que el nivel del líquido se estabilice. El nivel del líquido se considera estable cuando éste no cambia más de 0.25% de aire dentro de un periodo de 2 min”.
- Se tuvo que leer el fondo del menisco con una precisión de 0.25%.
- Se anotó el número de copas calibradas de agua a ser añadidas a la lectura final del medidor en 8.2.

e. Ensayo en estado endurecido

- Ensayo de resistencia a la compresión NTP 339.034

Objetivo

Determinar las resistencias a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto.

Equipo

Máquina de ensayo de capacidad suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga continua.

Procedimiento

- Una vez retirados del almacenaje, las probetas pasaron a las máquinas para su respectivo ensayo, estos cilindros estuvieron cubiertos para evitar la pérdida de humedad.
- Se ubicó el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo, verificando el cero.
- Se aplicó una velocidad de carga al principio minimamente, luego aplicó carga continuamente y sin detenimiento
- La velocidad de movimiento que fue aplicada, corresponderá a una velocidad de esfuerzo sobre probeta de 0.25 ± 0.05 MPa/s
- Se realizó los cálculos respectivos para realizar el informe.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

“Una investigación de tipo cuantitativa presenta aspectos éticos en los que se llega a conservar el bienestar de las personas, animales y objetos que quedan dentro del rango de estudio y de afectación, cumpliendo los protocolos y métodos para el proceso

deobtención de datos en la investigación” según lo señala Espinoza, (2020). “De esta forma en la presente tesis se tienen en cuenta estos aspectos técnicos salvaguardando la seguridad de los involucrados en la investigación respecto a los aspectos éticos, sin llegar a realizar alguna modificación resaltante en el ambiente que perjudique al medio ambiente. Además, no se llegó a transgredir a la propiedad de derecho de autor es que se mencionaron en la investigación, de forma intelectual Desde otro punto de vista hay un respeto hacia la reserva de información al tratarse de personalidades que desarrollaron investigaciones en su debido momento”.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

La ceniza de madera de eucalipto se consiguió a través de los residuos de la leña de eucalipto de los restaurantes campestres de los alrededores de Huancayo, los dueños de estos restaurantes utilizan la leña de eucalipto para elaborar diferentes potajes principalmente la pachamanca, se aprovechó esta actividad para poder conseguir la cantidad necesaria de ceniza que se requerirá para realizar las pruebas tratadas anteriormente. Seguidamente se dio paso a la trituración y molienda artesanal del mismo para conseguir un fino agregado que reemplazará el cemento en los porcentajes ya indicados. Se realizó el diseño de mezcla utilizando el método de fineza a fin de obtener resultados acertados ya que el tema de investigación fue apropiado para dicho método. Se realizaron ensayos tanto en estado fresco como estado endurecido para probar la calidad de concreto y si hay modificaciones de estos en comparación del concreto convencional.

5.2. Descripción de los resultados

A fin de determinar las modificaciones que produce la ceniza de madera de eucalipto en el concreto $f'c$ 210 kg/cm², se han realizado los siguientes ensayos:

5.2.1. Asentamiento del concreto en estado fresco

Los resultados obtenidos en promedio para la inclusión de ceniza de madera de eucalipto en sustitución del cemento, se muestran a continuación:

Tabla 13

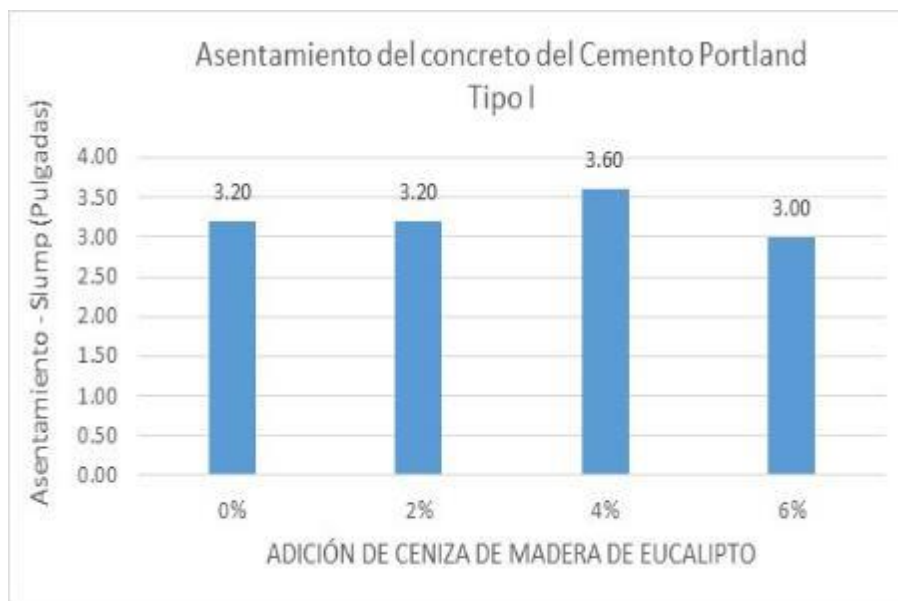
Resultados de asentamientos del concreto fresco

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Tipo	Asentamiento - Slump (pulg.)
f'c = 210 kg/cm ²	0%	I	3.20
	2%	I	3.20
	4%	I	3.60
	6%	I	3.00

Tal como se aprecia, los concretos elaborados con cenizas de madera de eucalipto, han alcanzado diferentes valores de asentamiento:

Gráfico 1

Comparativo de asentamientos del concreto fresco



En la gráfica anterior podemos apreciar que el asentamiento alcanzado por los concretos elaborados con cenizas de madera de eucalipto en sustitución del cemento al 2%, tuvo un asentamiento de 3.2 pulg., la sustitución de ceniza al 4% tuvo 3.6 pulg. y por último la sustitución de ceniza al 6% tuvo un asentamiento de 3 pulg. Se resalta, que el asentamiento o slump de la muestra patrón, ha sido de 3.2 pulg.

Por lo tanto, habiéndose utilizado en el proceso de consolidación de cada probeta una varilla, todas las muestras de concreto elaborados con cenizas de madera

de eucalipto han alcanzado valores dentro del límite permisible, ya que éstos no se alejan demasiado del valor de la muestra patrón y se encuentran en un rango de 3 a 4 pulgadas, éstas son consideradas trabajables.

5.2.2. Peso unitario del concreto en estado fresco

Los resultados obtenidos en promedio para la inclusión de ceniza de madera de eucalipto en sustitución del cemento, se muestran a continuación:

Tabla 14

Resultados del peso unitario del concreto en estado fresco

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Tipo	Masa del molde + masa del concreto fresco (kg)	Masa del molde (kg)	Masa del concreto fresco (kg)	Volumen del molde (m3)	Masa del concreto fresco (kg/m ³)	Promedio del Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
f'c = 210 kg/cm ²	0.0%	I	28.10	4.23	23.8672	0.01	2,386.72	2,407.00
			28.00	4.23	23.7709	0.01	2,377.09	
			28.12	4.23	23.8864	0.01	2,388.64	
	2%	I	28.31	4.23	24.0789	0.01	2,407.89	2,432.80
			28.44	4.23	24.2136	0.01	2,421.36	
			28.23	4.23	24.0019	0.01	2,400.19	
	4%	I	27.50	4.23	23.2705	0.01	2,327.05	2,356.70
			27.54	4.23	23.309	0.01	2,330.90	
			27.67	4.23	23.4437	0.01	2,344.37	
	6%	I	27.23	4.23	23.001	0.01	2,300.10	2,327.03
			27.27	4.23	23.0395	0.01	2,303.95	
			27.33	4.23	23.0973	0.01	2,309.73	

Podemos apreciar también, en la tabla anterior, los concretos elaborados con cenizas de madera de eucalipto en sustitución del cemento al 2% es la que obtiene el mayor peso unitario con un valor de 2,432.80 kg/m³, asimismo, el concreto elaborado con ceniza en reemplazo del cemento al 6% es la que obtiene el menor valor con 2327.03 kg/cm³ y por último el concreto elaborado con ceniza al 4% obtuvo 2356.70 kg/cm³, se muestran a continuación:

Gráfico 2

Comparativo del peso unitario del concreto fresco



Las muestras de concreto elaborados con cenizas de madera de eucalipto han alcanzado valores dentro del límite permisible (2200 kg/cm³ a 2400 kg/cm³), este rango se consideran concretos convencionales, a excepción del concreto patrón y la adición de ceniza al 2% ligeramente sobrepasando del rango permitido.

5.2.3. Contenido de Aire

Los resultados obtenidos en promedio para la inclusión de ceniza de madera de eucalipto en sustitución del cemento, se muestran a continuación:

Tabla 15

Resultados de los contenidos de aire en el concreto fresco

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Tipo	Contenido de aire (%)
f'c = 210 kg/cm ²	0%	I	4.00
	2%	I	5.00
	4%	I	2.50
	6%	I	3.80

Podemos apreciar también, en la tabla anterior, la muestra del concreto patrón arrojó un resultado de 4%, el concreto elaborado con la ceniza de madera de eucalipto en sustitución del cemento al 2%, la que obtiene el mayor porcentaje de contenido de aire con 5%, asimismo, el concreto elaborado al 4% de ceniza de madera de eucalipto, la que obtiene el menor valor con 2.5%, y por último el concreto elaborado al 6% con cenizas de madera de eucalipto obtuvo 3.8%, lo podemos apreciar a continuación:

Gráfico 3

Comparativo del Contenido de aire en el concreto fresco



Por lo tanto, la ceniza de madera de eucalipto al 2% es el que tiene el mayor contenido de aire y la adición al 4% el menor contenido de aire de todas las anteriores.

Por lo tanto, podemos indicar que, al utilizar la ceniza de madera de eucalipto en el concreto, nos dan valores muy variados como se apreció anteriormente.

5.3. Resistencia a la compresión del concreto elaborado con ceniza de madera de eucalipto.

Estos resultados para la determinación de la resistencia a la compresión de un concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo a la utilización de la ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento al 2%, 4% y 6%, se pueden apreciar a continuación:

Tabla 16

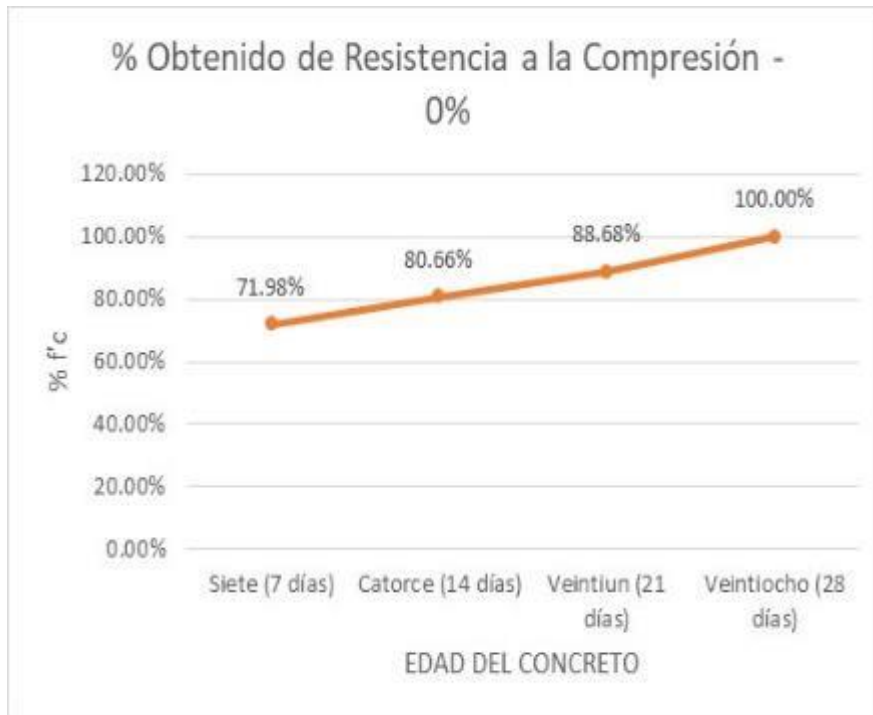
Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – Muestra patrón

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño f'_c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm ²)
1	0%	I	210	7	159.00	156.43
2			210	7	153.00	
3			210	7	157.30	
4			210	14	177.80	175.30
5			210	14	175.10	
6			210	14	173.00	
7			210	21	189.00	192.73
8			210	21	193.40	
9			210	21	195.80	
10			210	28	215.10	217.33
11			210	28	219.00	
12			210	28	217.90	

Como podemos apreciar, los resultados de resistencia a la compresión van aumentando con la edad del concreto, obteniéndose a los 7 días un valor del 71.98%, a los 14 días un valor del 80.66% y a los 21 días un valor al 88.68% frente al valor obtenido a los 28 días al 100%, como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 4

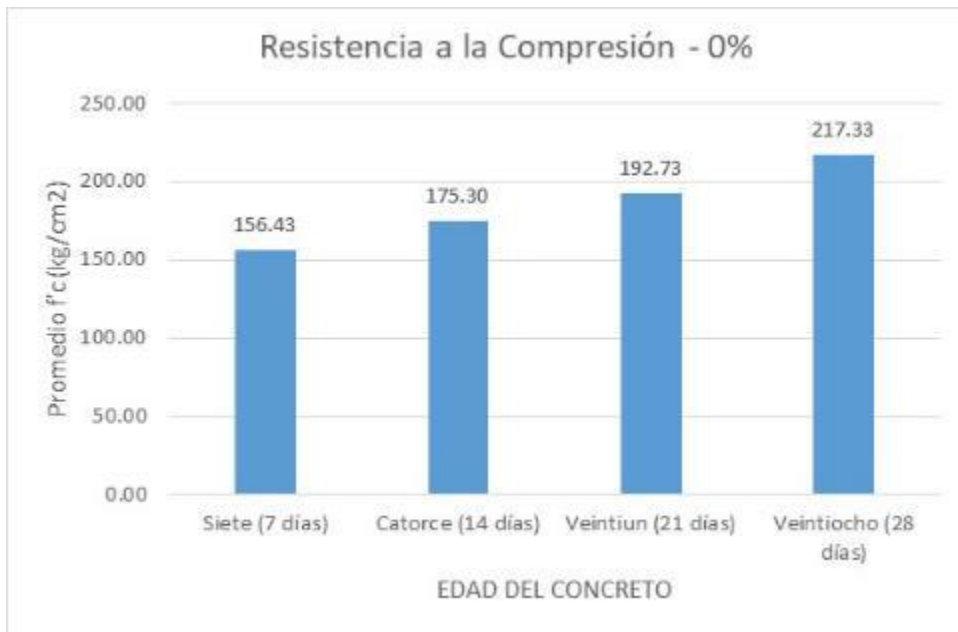
Evolución de la resistencia a la compresión (muestra patrón)



Así, se han obtenido los siguientes valores de resistencia a la compresión, iniciando con un valor $f'_c = 156.43 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días y llegando a un valor $f'_c = 217.33 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 5

Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (muestra patrón)



Como se ha podido observar en la gráfica anterior, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ha sido de $f'c = 217.33 \text{ kg/cm}^2$, es decir, se ha logrado un valor 3.49% mayor a la resistencia de diseño, sin la sustitución del cemento por ceniza de madera de eucalipto.

Tabla 17*Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 2%*

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño f'c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)
1	2%	I	210	7	158.50	161.10
2			210	7	161.80	
3			210	7	163.00	
4			210	14	180.80	179.23
5			210	14	177.20	
6			210	14	179.70	
7			210	21	195.20	198.27
8			210	21	201.10	
9			210	21	198.50	
10			210	28	219.00	221.33
11			210	28	221.70	
12			210	28	223.30	

Como podemos observar, los resultados de resistencia a la compresión van aumentando con la edad del concreto, obteniéndose a los 7 días un valor del 72.79%, a los 14 días un valor del 80.98% y a los 21 días un valor al 89.58% frente al valor obtenido a los 28 días al 100%.

Gráfico 6

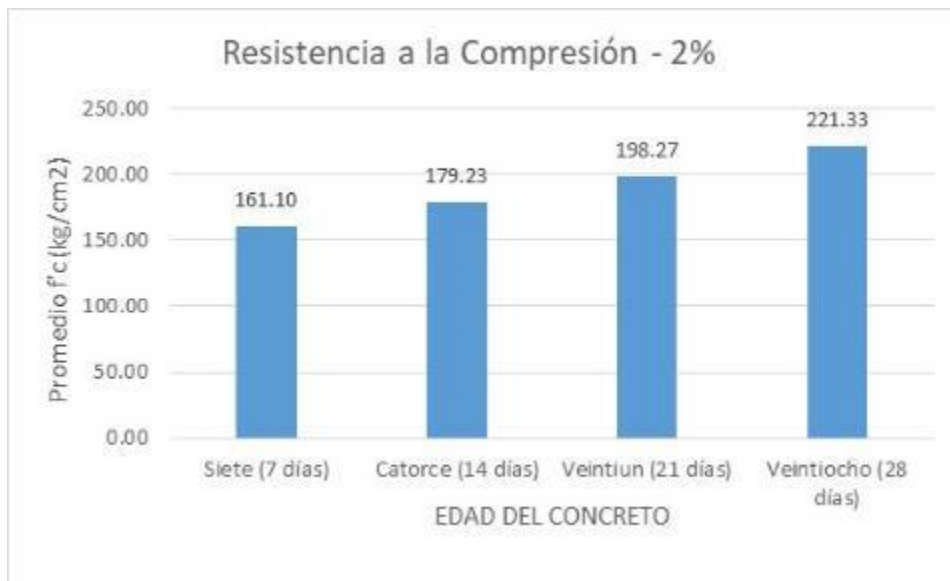
Evolución de la resistencia a la compresión (2%)



En esa línea, se han obtenido los siguientes valores de resistencia a la compresión, iniciando con un valor $f'c = 161.10 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días y llegando a un valor $f'c = 221.33 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 7

Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (2%)



Como se ha podido apreciar en la gráfica anterior, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ha sido de $f'c = 221.33 \text{ kg/cm}^2$, es decir, se ha logrado un valor 5.40% mayor a la resistencia de diseño.

Tabla 18

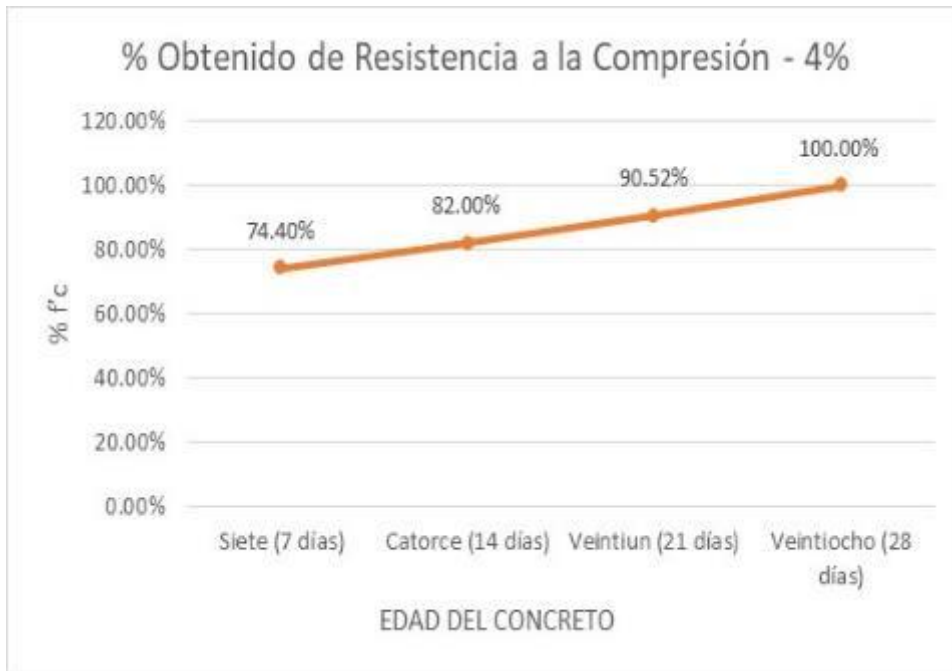
Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 4%

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño $f'c$ (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm ²)
1	4%	I	210	7	168.50	169.03
2			210	7	171.70	
3			210	7	166.90	
4			210	14	186.60	186.30
5			210	14	189.50	
6			210	14	182.80	
7			210	21	208.70	205.67
8			210	21	201.80	
9			210	21	206.50	
10			210	28	225.60	227.20
11			210	28	227.10	
12			210	28	228.90	

Como podemos observar, los resultados de resistencia a la compresión van aumentando con la edad del concreto, obteniéndose a los 7 días un valor del 51.13%, a los 14 días un valor del 82% y a los 21 días un valor al 90.52% frente al valor obtenido a los 28 días (100%).

Gráfico 8

Evolución de la resistencia a la compresión (4%)



En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de resistencia a la compresión, iniciando con un valor $f'c = 169.03 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días y llegando a un valor $f'c = 227.20 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 9

Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (4%)



Como se ha podido observar en la gráfica anterior, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ha sido de $f'c = 227.20 \text{ kg/cm}^2$, es decir, se ha logrado un valor 8.19% mayor a la resistencia de diseño.

Tabla 19

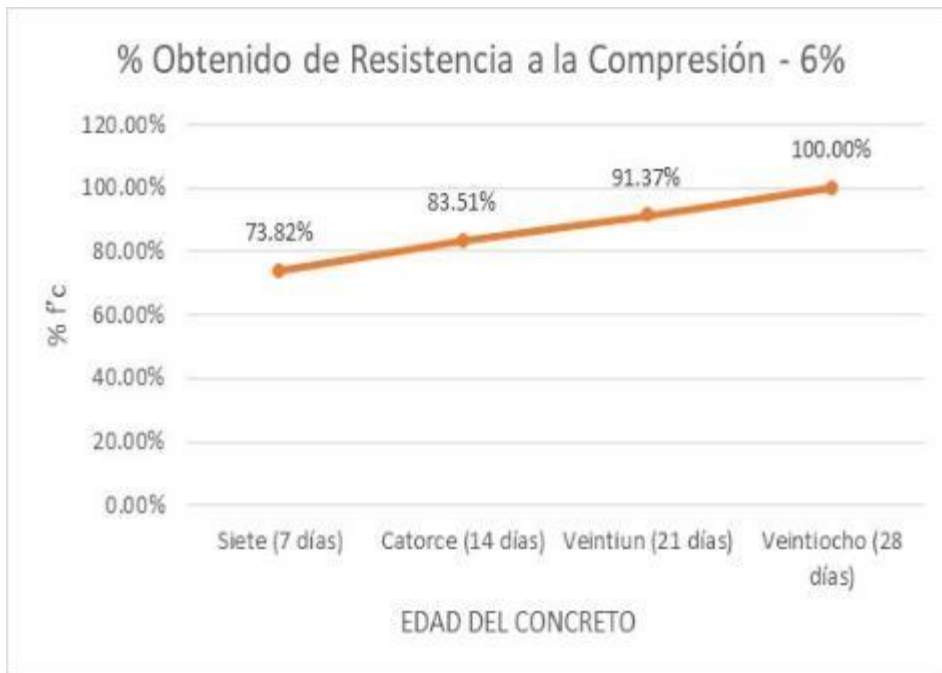
Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 6%

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño $f'c$ (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm ²)
1	6%	I	210	7	178.30	174.23
2			210	7	171.40	
3			210	7	173.00	
4			210	14	201.80	197.10
5			210	14	194.10	
6			210	14	195.40	
7			210	21	219.90	215.67
8			210	21	212.80	
9			210	21	214.30	
10			210	28	236.80	236.03
11			210	28	240.80	
12			210	28	230.50	

Como se ve, los resultados de resistencia a la compresión van aumentando con la edad del concreto, obteniéndose a los 7 días un valor del 73.82%, a los 14 días un valor del 83.51% y a los 21 días un valor al 91.37% frente al valor obtenido a los 28 días (100%).

Gráfico 10

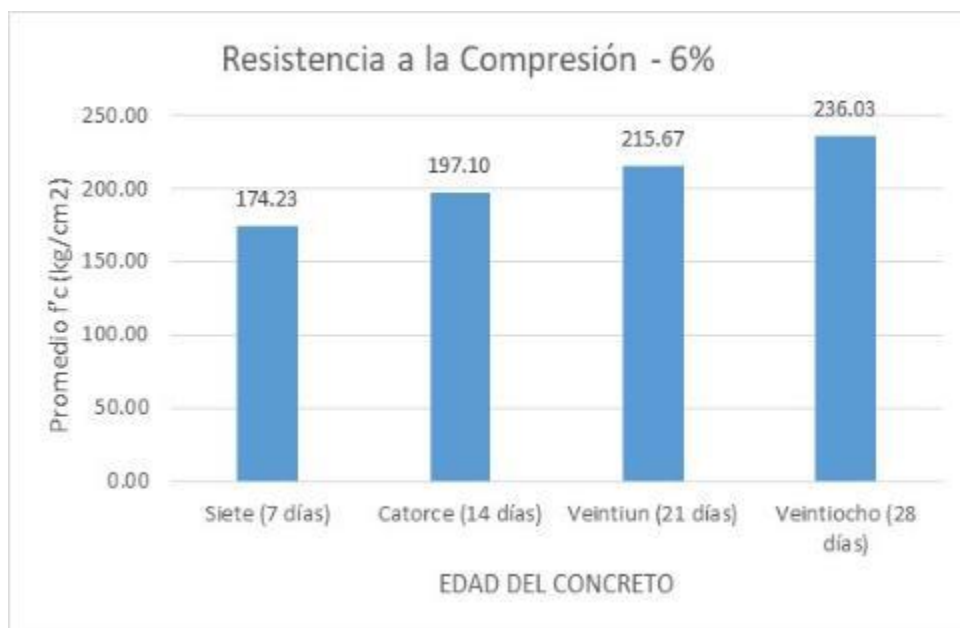
Evolución de la resistencia a la compresión (6%)



En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de resistencia a la compresión, iniciando con un valor $f'c = 174.23 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días y llegando a un valor $f'c = 236.03 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 11

Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (6%)



Como se ha podido apreciar en la gráfica anterior, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ha sido de $f'c = 219.10 \text{ kg/cm}^2$, es decir, se ha logrado un valor 12.40% mayor a la resistencia de diseño.

Seguidamente podemos observar el resumen de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 días de edad del concreto, para todos los porcentajes de ceniza de madera de eucalipto en sustitución del cemento en el concreto:

Tabla 20

Resumen resistencia a la compresión a los 7 días

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 7 días $f'c$ (kg/cm ²)
0%	156.43
2%	161.10
4%	169.03
6%	174.23

En la tabla anterior se aprecian los valores de las dosificaciones al 2%, 4% y 6% de ceniza de madera de eucalipto, éstos obtienen mayores valores que la muestra patrón a los 7 días de edad del concreto.

Gráfico 12

Resumen resistencia a la compresión a los 7 días



Podemos apreciar en la gráfica anterior, que las dosificaciones al 2%, 4% y 6% de ceniza de madera de eucalipto a los 7 días de edad del concreto, superan a la muestra patrón con datos de 102.33%, 107.37% y 110.67% respectivamente.

Asimismo, podemos observar el resumen de resistencia a la compresión alcanzada a los 14 días de edad del concreto, para todos los porcentajes de ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento en el concreto:

Tabla 21

Resumen resistencia a la compresión a los 14 días

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 14 días f'_c (kg/cm ²)
0%	175.30
2%	179.23
4%	186.30
6%	197.10

En la tabla anterior se aprecian los valores de las dosificaciones al 2%, 4% y 6% de ceniza de madera de eucalipto, éstos obtienen mayores valores que la muestra patrón a los 14 días de edad del concreto.

Gráfico 13

Resumen resistencia a la compresión a los 14 días



Podemos apreciar en la gráfica anterior, que las dosificaciones al 2%, 4% y 6% de ceniza de madera de eucalipto a los 14 días de edad del concreto, superan a la muestra patrón con datos de 102.24%, 106.27% y 112.44% respectivamente.

En ese contexto, se aprecia seguidamente, el resumen de resistencia a la compresión alcanzada a los 21 días de edad del concreto, esto para todos los porcentajes de ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento en el concreto:

Tabla 22

Resumen resistencia a la compresión a los 21 días

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 21 días f_c (kg/cm ²)
0%	192.73
2%	198.27
4%	205.67
6%	215.67

En la tabla anterior se aprecian los valores de las dosificaciones al 2%, 4% y 6% de ceniza de madera de eucalipto, éstos obtienen mayores valores que la muestra patrón a los 21 días de edad del concreto.

Gráfico 14

Resumen resistencia a la compresión a los 21 días



Podemos apreciar en la gráfica anterior, que las dosificaciones al 2%, 4% y 6% de ceniza de madera de eucalipto a los 21 días de edad del concreto, superan a la muestra patrón con datos de 102.87%, 106.71% y 111.90% respectivamente.

Por último, tenemos el resumen de resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días de edad del concreto, para todos los porcentajes de ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento en el concreto:

Tabla 23

Resumen resistencia a la compresión a los 28 días

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 28 días f'_c (kg/cm ²)
0%	217.33
2%	221.33
4%	227.20
6%	236.03

En la tabla anterior se aprecian los valores de las dosificaciones al 2%, 4% y 6% de ceniza de madera de eucalipto, éstos obtienen mayores valores que la muestra patrón a los 28 días de edad del concreto.

Gráfico 15

Resumen resistencia a la compresión a los 28 días



Podemos apreciar en la gráfica anterior, que las dosificaciones al 2%, 4% y 6% de ceniza de madera de eucalipto a los 28 días de edad del concreto, superan a la muestra patrón con 101.08%, 104.54% y 108.60% respectivamente.

Frente al valor de la resistencia de diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), la resistencia a la compresión obtenida a los 28 días para cada una de las adiciones de ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento, se pueden apreciar a continuación:

Tabla 24

Resistencia a la compresión frente al $f'c$ de diseño

Porcentaje de adición	% de Resistencia a la compresión a de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ obtenida
0%	3.49%
2%	5.40%
4%	8.19%
6%	12.40%

Gráfico 16

Resistencia a la compresión frente al $f'c$ de diseño



Tal como se puede en la gráfica anterior, es el concreto con adición de ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento al 2%, 4% y 6% sobrepasan el valor de resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto, superando el valor de la resistencia a la compresión de diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) en un 5.40%, 8.19% y 12.40% respectivamente.

Por lo tanto, respecto a la utilización de cenizas de madera de eucalipto en el concreto, se ha podido comprobar que la resistencia lograda por el empleo de ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento al 2%, 4% y 6% mejoran la resistencia a la compresión de la muestra patrón con datos de 101.08%, 104.54% y 108.60% respectivamente.

5.2.5. Costo de preparación del concreto

5.2.5.1. Costo de los materiales para elaborar concreto

El concreto es la combinación de los siguientes materiales; cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones apropiadas para conseguir ciertas propiedades prefijadas, fundamentalmente la resistencia. (Abanto, 2009, p.11). A continuación, se detalla el costo de los materiales a utilizar para elaborar 1 m³ de concreto convencional:

Tabla 25

Detalles del costo de los materiales para elaborar concreto convencional

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Piedra chancada de 3/4"	m3	0.6000	84.75	50.85
Arena gruesa	m3	0.4800	84.75	40.68
Cemento portland tipo I (42.5kg)	bol	9.7300	22.71	220.97
Agua	m3	0.1850	4.24	0.78
Total				313.28

Como se muestra en la tabla anterior el costo total de los materiales para elaborar concreto convencional es de 313.28 soles.

A continuación, se detalla el costo de los materiales a utilizar para elaborar 1 m³ de concreto con adición de ceniza de madera de eucalipto al 2%:

Tabla 26*Detalles del costo de los materiales para elaborar concreto con adición de ceniza*

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Piedra chancada de 3/4"	m3	0.6000	84.75	50.85
Arena gruesa	m3	0.4800	84.75	40.68
Cemento portland tipo I (42.5kg)	bol	9.5354	22.71	216.55
Agua	m3	0.1850	4.24	0.78
Ceniza	m3	0.0055	72.72	0.40
Total				309.26

Como se muestra en la tabla anterior el costo total de los materiales para elaborar concreto con adición de ceniza de madera de eucalipto al 2% es de 309.26 soles.

A continuación, se detalla el costo de los materiales a utilizar para elaborar 1 m3 de concreto con adición de ceniza de madera de eucalipto al 4%:

Tabla 27*Detalles del costo de los materiales para elaborar concreto con adición de ceniza*

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Piedra chancada de 3/4"	m3	0.6000	84.75	50.85
Arena gruesa	m3	0.4800	84.75	40.68
Cemento portland tipo I (42.5kg)	bol	9.3408	22.71	212.13
Agua	m3	0.1850	4.24	0.78
Ceniza	m3	0.0110	72.72	0.80
Total				305.25

Como se muestra en la tabla anterior el costo total de los materiales para elaborar concreto con adición de ceniza de madera de eucalipto al 2% es de 305.25 soles.

A continuación, se detalla el costo de los materiales a utilizar para elaborar 1 m3 de concreto con adición de ceniza de madera de eucalipto al 6%:

Tabla 28

Detalles del costo de los materiales para elaborar concreto con adición de ceniza

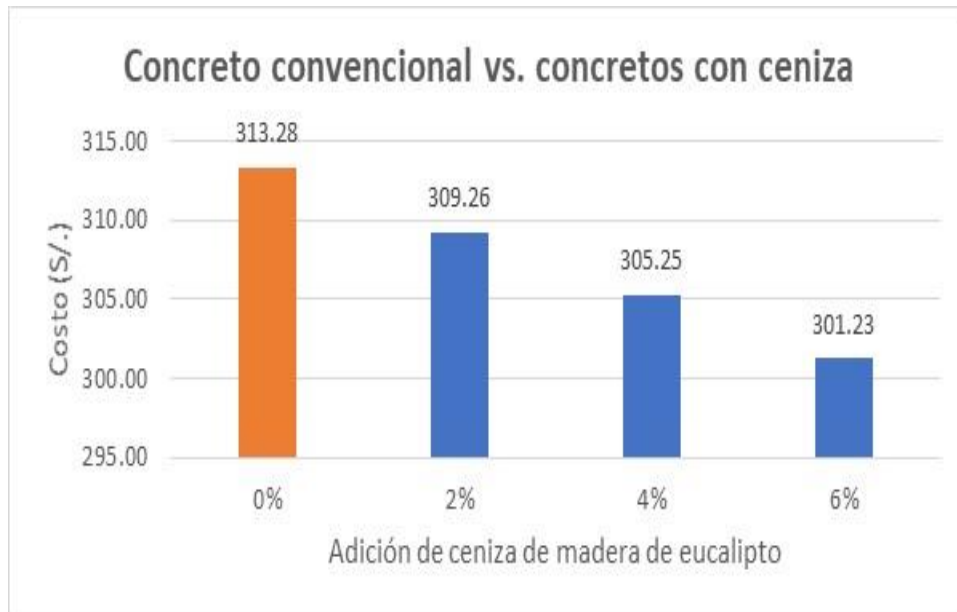
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Piedra chancada de 3/4"	m3	0.6000	84.75	50.85
Arena gruesa	m3	0.4800	84.75	40.68
Cemento portland tipo I (42.5kg)	bol	9.1462	22.71	207.71
Agua	m3	0.1850	4.24	0.78
Ceniza	m3	0.0165	27.27	1.20
Total				301.23

Como se muestra en la tabla anterior el costo total de los materiales para elaborar concreto con adición de ceniza de madera de eucalipto al 6% es de 301.23 soles.

Se detalla la comparación de costos en el siguiente gráfico:

Gráfico 17

Comparación de costos de preparación de ambos concretos



En el anterior gráfico se muestra la diferencia que hay entre el costo de la elaboración de un concreto convencional y otros concretos dónde se reemplazó el cemento con la ceniza de madera del eucalipto, se nota que con la adición de ceniza al 2%, 4% y 6% se obtuvieron costos de 309.26, 305.25 soles y 301.23 soles

respectivamente, mucho menor si comparamos con el concreto convencional que nos arrojó el costo de 313.28 soles. Las adiciones de ceniza de madera de eucalipto al 2%, 4% y 6% dieron un ahorro de 4.02 soles, 8.03 soles y 12.05 soles por m³ de concreto.

Por lo tanto, se muestra claramente que si se emplea la adición de ceniza de eucalipto en sus porcentajes de adición se aprecia una reducción de sus costos, siendo la más significativa la adición de ceniza de madera de eucalipto al 6%.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Hipótesis general: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en las propiedades del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$.

Tomando en cuenta los ensayos de laboratorio realizados, en los cuales se han analizado las propiedades físicas como son el asentamiento, peso específico y contenido de aire del concreto elaborado con ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento en 2%, 4% y 6%, se ha podido comprobar que los valores de asentamiento son variados pues una dosificación obtuvo el mismo valor de la muestra patrón, otra ha aumentado y en otra disminuido; los valores de peso específico también da resultados variados con dos de ellas que han aumentado y otra disminuido con respecto a la muestra patrón; con respecto al contenido de aire dos resultado han disminuido y una aumenta frente a la muestra patrón; en cuanto a la temperatura en dos de ellas se han reducido y la de mayor proporción de ceniza ha aumentado. En todos los casos dentro de los rangos permisibles. Si hacemos una comparación con la investigación de Solano (2020), donde este reemplaza el cemento por la ceniza de hojas de eucalipto, también se modificaron las propiedades del concreto simple pero no resultando beneficiosa pues su asentamiento se reduce y contenido de aire del concreto aumenta, pero éstos no representan un cambio esencial desde un punto de vista técnico. Mientras que Carrillo (2018), con el reemplazo del cemento por la ceniza, tuvo un incremento de fluidez del concreto. En la presente

investigación también se modificaron algunas las propiedades del concreto fresco, pero estos cambios no representan cambios importantes desde un punto de vista técnico.

En cuanto a la resistencia a la compresión, las dosificaciones de concreto con un 2%, 4% y 6% de adición de ceniza de madera de eucalipto han logrado mejorar la resistencia a la compresión en un 101.84%, 104.54% y 108.60% respectivamente. Si hacemos una comparación con la investigación de Solano (2020), dónde éste reemplaza el cemento por la ceniza de hojas de eucalipto, sólo la dosis de mínima que éste empleó al 4% cumplió con las resistencias requeridas, superando a la muestra patrón en 4.49%, mientras las dosis al 8% y 12% no lograron pasar las pruebas de resistencia. En la investigación de Pérez (2017), reemplazo del cemento por la ceniza de tronco de eucalipto al 4% y 8%, las dos dosificaciones que éste empleó pasaron las pruebas de compresión en 1.75% y 9.37% frente a la muestra patrón. Esto indica que la presente investigación guarda cierta relación con los valores obtenidos en la investigación de Pérez (2017). Y en la investigación de Villanueva (2017), dónde éste sustituye el cemento por la ceniza de madera de eucalipto al 15%, el concreto incrementó su resistencia en 1.5% con respecto a la muestra patrón.

Por lo tanto, podemos afirmar que la adición de ceniza de madera en un 2%, 4% y 6% influye significativamente en las propiedades del concreto como son el asentamiento, peso específico, contenido de aire, temperatura y mejorar la resistencia a la compresión siendo viable su utilización para el concreto $f'c$ 210 kg/cm², por lo que, estamos en condiciones de comprobar e indicar que se acepta la hipótesis general: La ceniza de madera de eucalipto puede ser utilizada como reemplazo del cemento en el concreto.

Hipótesis específica 01: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el asentamiento(Slump) del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Con respecto al asentamiento o slump y de acuerdo a los ensayos que se realizaron en el laboratorio, los concretos elaborados con las diferentes adiciones de ceniza de madera de eucalipto en sustitución del cemento (2%, 4% y 6%), han alcanzado valores variados. Para la ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento al 2% arrojó como resultado el mismo valor de la muestra patrón que dio el valor de 3.2 pulg, no varió

en nada frente a la muestra patrón, para el reemplazo de ceniza al 4% arrojó 3.6 pulg. incrementando su valor frente a la muestra patrón en 12.5% y por último para la sustitución de ceniza al 6% arrojó el valor de 3 pulg. reduciéndose en 6.25% con respecto a la muestra patrón, si hacemos una comparación con la investigación de Solano (2020) el reemplazo de ceniza de hojas de eucalipto en sustitución del cemento se redujo el asentamiento en 27% frente a la muestra patrón, tenemos aquí una similitud en ambas investigaciones concluyendo que a más ceniza de madera de eucalipto el asentamiento se ve reducido. Según Abanto (2000), las mezclas son consideradas como trabajables, pues se encuentran en el rango de 2 a 4 pulgadas. Por lo tanto, todas las adiciones de ceniza de madera de eucalipto han alcanzado valores dentro del límite permitido.

Por todo lo anterior expuesto, las adiciones de ceniza de madera de eucalipto han logrado diferentes resultados e influido significativamente con respecto al concreto convencional, por lo que estamos en condiciones de indicar que se cumple la hipótesis específica 1: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el asentamiento(Slump) del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis específica 02: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el peso unitario del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

En relación al peso unitario, las adiciones de ceniza de madera de eucalipto (2%, 4% y 6%), nos han dado diferentes valores tal es el caso de la adición al 2% que arrojó un valor 2,432.80 Kg/cm³ superando a la muestra patrón en 1.07%, la adición al 4% y 6% arrojaron valores menores a la muestra patrón con 2,356.70 Kg/cm³ y 2,327.03 Kg/cm³ reduciéndose sus pesos en 2.09% y 3.32% respectivamente frente a la muestra patrón. Si hacemos una comparación con la investigación de Pérez (2017) en dónde sustituyó el cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de eucalipto obtuvieron también valores variados, la sustitución de ceniza al 4% dio un valor mayor a la muestra patrón en 0.19% y la sustitución de ceniza al 8% redujo el valor de la muestra patrón en 0.26%. Concluyendo que a más ceniza de madera de eucalipto en el concreto nos dará menos peso unitario.

Por todo lo anterior expuesto, las adiciones de ceniza de madera de eucalipto han logrado diferentes resultados e influido significativamente con respecto al concreto convencional, por lo que estamos en condiciones de indicar que se cumple la hipótesis específica 2: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el peso unitario del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis específica 03: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el contenido de aire del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

En relación al contenido de aire, las adiciones de ceniza de madera de eucalipto (2%, 4% y 6%) a los 28 días de edad, arrojaron valores diferentes para lo cual la muestra patrón tuvo como resultado 4% y la adición de ceniza al 2% ha superado a la muestra patrón en 1%, las adiciones de ceniza al 4% y 6% arrojaron menores valores de 2.5% y 3.8% respectivamente. Si hacemos una comparación con la investigación de Solano (2020), sustitución de la ceniza de hojas de eucalipto, se concluyó que a más ceniza más contenido de aire, todo lo contrario, a esta investigación que a más ceniza en sustitución del cemento menos contenido de aire en el concreto. Tenemos la adición de ceniza al 2% incrementó su contenido de aire en 25%, la adición al 4% se redujo en 37% y la adición al 6% se redujo en 5%.

Por todo lo anterior expuesto, las adiciones de ceniza de madera de eucalipto han logrado diferentes resultados e influido significativamente con respecto al concreto convencional, por lo que estamos en condiciones de indicar que se cumple la hipótesis específica 1: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el contenido de aire del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis específica 04: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

En relación a la muestra patrón, se han obtenido los siguientes valores de resistencia a la compresión, comenzando con un valor $f'c= 156.43 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días hasta llegar a un valor $f'c= 217.33 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, para un diseño de mezcla $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, se ha logrado un valor 3.5% mayor a la resistencia de diseño.

Para la dosificación al 2%, se han obtenido valores de resistencia a la compresión, iniciando con un valor $f'c = 161.10 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días y llegando a un valor $f'c = 221.33 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, se ha logrado superar los valores del concreto convencional en 1.84%.

Para la dosificación al 4% de adición, se han obtenido valores de resistencia a la compresión a los 7 días un valor $f'c = 169.03 \text{ kg/cm}^2$ y llegando a un valor $f'c = 227.20 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, se ha logrado superar los valores del concreto convencional en 4.54%.

Para la dosificación al 6% de adición, se han obtenido valores de resistencia a la compresión a los 7 días un valor $f'c = 174.23 \text{ kg/cm}^2$ y llegando a un valor $f'c = 236.03 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, se ha logrado superar los valores del concreto convencional en 8.60%.

Si hacemos una comparación con las investigaciones de Pérez (2017), Carrillo (2018) y Solano (2020), también se dieron incrementos de la resistencia a compresión en al menos en una de sus dosificaciones de ceniza que éstos han utilizado en cada uno de sus ensayos.

Según CEDEX (2014), en sus investigaciones se recomienda la utilización de la ceniza de biomasa en reemplazo del cemento por su contenido de mineral puzolánico.

Por todo lo anterior expuesto, las adiciones de ceniza de madera de eucalipto al 2%, 4% y 6% han logrado diferentes resultados y todos éstos han mejorado la resistencia a la compresión con respecto al concreto convencional, por lo que estamos en condiciones de indicar que se cumple la hipótesis específica 4: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Hipótesis específica 04: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en los costos de preparación del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Los costos para elaborar concreto convencional arrojó un valor alto a comparación de los concretos elaborados con reemplazo del cemento por ceniza de madera de eucalipto. El costo de elaboración de concreto convencional arrojó un valor de 313.28 soles mientras que los costos de elaboración de concreto con adición de ceniza de madera

de eucalipto al 2%, 4% y 6% arrojaron valores de 309.26 soles, 305.25 soles y 301.23 soles respectivamente. Si hacemos una comparación entre el costo del concreto convencional y las adiciones de ceniza de madera de eucalipto al 2%, 4% y 6% tendríamos una diferencia de 4.02 soles, 8.03 soles y 12.05 soles respectivamente.

Por lo tanto, resulta más económico elaborar concreto con la adición de ceniza de madera de eucalipto al 2%, 4% y 6%, ya que los costos a comparación del concreto convencional se reducen en un 1.28%, 2.56% y 3.85% respectivamente, por lo que estamos en condiciones de indicar que se cumple la hipótesis específica 5: La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en los costos de preparación del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

CONCLUSIONES

1. La ceniza de madera de eucalipto puede ser utilizada parcialmente como reemplazo del cemento en el concreto 210 kg/cm², al obtenerse mejores características en cuanto a las propiedades en estado fresco, incremento de los valores de la resistencia a la compresión y un menor costo por metro cúbico.
2. Al utilizar la ceniza de madera de eucalipto al 2% de adición, el slump se reduce en 6.25%. Al 4% de adición, el slump se incrementó en 12.5%, Al 6% de adición, el slump se redujo en 6.25%.
3. Al utilizar la ceniza de madera de eucalipto al 2% de adición, se incrementó el peso específico en 1.07%, por otra parte, al 4% de adición se redujo el peso específico en 2.09% y por último, al 6% de adición se redujo el peso específico en 3.32%.
4. Al utilizar la ceniza de madera de eucalipto al 2% de adición, se incrementó la cantidad de contenido de aire en 25%, por otra parte, al 4% de adición, se redujo la cantidad de contenido de aire en 37% y al 6% de adición, se redujo la cantidad de contenido de aire en 5%.
5. Cuando se utiliza la ceniza de madera eucalipto al 2%, 4% y 6%, se incrementan los valores de la resistencia a la compresión del concreto en 1.84%, 4.54% y 8.60% respectivamente.
6. Utilizando la ceniza de madera eucalipto al 2%, 4% y 6% de adición, se reducen los costos de preparación del concreto en 1.28%, 2.56% y 3.85% respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la comunidad ingenieril local, la utilización de la ceniza de madera de eucalipto en una adición del 6% a fin de reemplazar el cemento en el concreto.
2. A fin de mejorar las propiedades físicas del concreto, de acuerdo a la demanda del proyecto, se recomienda a los profesionales relacionados a la construcción, reemplazar el cemento con la adición de la ceniza de madera de eucalipto.
3. Si se requiere incrementar los valores de la resistencia a la compresión del concreto, se recomienda a los ingenieros civiles adicionar la ceniza de madera eucalipto al 6% en el concreto. Considerando porcentajes.
4. Asimismo, se recomienda a los proyectistas, a fin de reducir los costos por metro cúbico de concreto, adicionar la ceniza de madera eucalipto al 6% en el concreto.
5. Se recomienda realizar más ensayos en estado fresco y estado endurecido del concreto con la adición de ceniza de madera de eucalipto, ya que éstos pueden tener también algún tipo de influencia en este tipo de concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN Concrete Institute. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. Indianapolis: 2019
2. CARRASCO, Sergio. Metodología De la Investigacion Cientifica. Lima: San Marcos, 2019. 476 pp.
3. ESTUDIO inicial de ceniza de madera de eucalipto (CME) como aditivo mineral en concreto. Cali, 86(208). Enero 2019.
ISSN 0012-7353
4. GLUITZ, Adriana y MARAFÃO, Daiana. Utilização da cinza da madeira de eucalipto na substituição parcial do cimento portland em argamassa. Tesis (Bachiller y Licenciatura en Química), Pato Branco: Universidad Tecnológica Federal de Paraná. 2013. 52 pp.
5. HERNÁNDEZ, Roberto [et al.]: Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2006. 182 pp.
ISBN: 9701057538
6. HERNÁNDEZ, Roberto [et al.]: Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. 600 pp.
ISBN: 9781456223960
7. INSTITUTO Nacional de Defensa de Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. NTP 400.037:2014 revisada el 2018. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias, 2014. 20 pp.
8. INSTITUTO Nacional de Defensa de Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Cementos. Cementos Portland. Requisitos. NTP 334.009:2013 revisada el 2018. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias, 2013. 24 pp.
9. INSTITUTO Nacional de Defensa de Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. NTP 339.078:2012. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias, 2012.

10. INSTITUTO de Desarrollo Urbano. Pavimentos de Concreto Hidráulico. ET 800 – 18 revisada el 2019. Bogotá. 2019. 54 pp.
11. JACOBS, Maxwell. El eucalipto en la repoblación forestal. 2.^a ed. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1981. 723 pp.
ISBN 925300570
12. LAZA Martín y ARAUJO Moisés. Análisis de los efectos de la ceniza de biomasa como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto simple. Tesis (Ingeniería Mecánica), Córdoba: Universidad de Córdoba. 2020. 51 pp.
13. MENÉNDEZ, José. Ingeniería de Pavimentos: Materiales, Diseño y Conservación. Lima: Fondo Editorial ICG, 2009. 112 pp.
14. MENÉNDEZ, José. Ingeniería de Pavimentos: Materiales, Diseño y Conservación. Lima: Fondo Editorial ICG, 2016. 127 pp.
15. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. EG – 2013 revisada el 2013. Lima. 2013. 1274 pp.
16. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. EG-2013. Lima. 2013.
17. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos. R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14. Lima. 2014. 301 pp.
18. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. R.D. N° 10-2014-MTC/14. Lima, 2014.
19. MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento. Norma Técnica CE.010: Pavimentos Urbanos, Lima, 2010.
20. MORI, Naysir. La actividad puzolánica y su impacto en las propiedades mecánicas del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, al sustituir el cemento con 15% de ceniza de concha de abanico y 5% de ceniza de cascarilla de arroz. Tesis (Ingeniería Civil), Chimbote: Universidad Cesar Vallejo. 2019. 133 pp.
21. OSWALDO, Elmer. Comportamiento del concreto reforzado en vigas bajo efectos de torsión basados en ACI 318 - 08. Tesis (Ingeniería Civil), Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. 2014. 158 pp.

22. PÉREZ, Yenner. Resistencia del Concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*). Tesis (Ingeniería Civil), Chimbote: Universidad de San Pedro. 2017. 97 pp.
23. RIVERA, Lessly. Análisi de la resistencia a la tracción en la unión del concreto nuevo y endurecido. Tesis (Ingeniería Civil), Huánuco: Universidad Nacional Hemilio Valdizán. 2015. 115 pp.
24. RUIZ Renzo y VASALLO Michael. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos ICO, MS y UG. Tesis (Ingeniería Civil), Trujillo: Universidad Privada del Norte. 2018. 169 pp.
25. SÁNCHEZ, Diego. Tecnología del Concreto y del Mortero. Santa Fé de Bogotá: Bhandar Editores Ltda., 2000. 19 pp.
26. SÁNCHEZ, Gabriel. Comparación de deformaciones analíticas y experimentales por flujo plástico y contracción de la pila de un puente. Tesis (Ingeniería Civil), México: Universidad Autónoma de México. 2013. 57 pp.
27. SOLANO, Juan. Influencia de las cenizas de las hojas de Eucalipto en las propiedades del concreto simple para morteros en muros no portantes. Tesis (Ingeniería Civil), Huancayo: Universidad Peruana Los Andes. 2020. 159 pp.
28. VILLANUEVA, Janel. Resistencia del Concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución por ceniza de Eucalipto de hornos artesanales. Tesis (Ingeniería Civil), Huaraz: Universidad de San Pedro. 2017. 91 pp.
29. ZENÓN, Eusebio. Teoría y práctica de la investigación científica resúmenes de matrices de investigación y operacionalización de variables. Lima: Castro León, Eusebio Zenón, 2016. 132 pp.
ISBN 9786120022740

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. ANÁLISIS granulométrico de los agregados gruesos y finos. Universidad Pública de El Alto. 22 de junio de 2020. [fecha de consulta: 24 de octubre 2021]. Disponible en: <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-publica-de-el-alto/suelos-compresion-simple/analisis-granulometrico-de-los-agregados-gruesos-y-finos/9514099>
2. ARTÍCULOS de Construcción [en línea]. México: CEMEX. [21 de noviembre de 2022]. [fecha de consulta: 07 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->
3. ASOCIACIÓN de Productores de Cemento. Indicadores internacionales de cemento al 2018. [fecha de consulta: 14 de setiembre de 2021]. Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/archivo/files/Reporte%20ASOCEM%20-%20Estad%20C3%ADsticas%20Internacionales%202019.pdf>
4. ASOCIACIÓN de Productores de Cemento. Reporte estadístico nacional. 2021. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reporte-estadistico-mensual-abril-2021>
5. CATÁLOGOS de residuos utilizables en construcción. CEDEX. Diciembre 2014. [fecha de consulta: 02 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/23/cenizas-procedentes-de-la-incineracion-de-biomasa/>
6. CEMENTOS Mexico. Productos. 2021. [fecha de consulta: 24 de diciembre de 2021]. Disponible en <https://www.cemex.com/es/productos-servicios/productos/cemento>
7. CENIZAS procedentes de la incineración de la biomasa. Ministerio de Fomento. (diciembre, 2014). [fecha de consulta: 05 de enero de 2022]. Disponible en: http://www.cedexmateriales.es/upload/docs/es_CENIZASPROCEDENTESDELAINCINERACIONDEBIOMASADIC2014.pdf
8. COMPORTAMIENTO del concreto a la flexocompresión [“Blog]. 2022. [fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en:

<https://www.libreriaingeniero.com/2019/07/comportamiento-del-concreto-a-la-flexocompresion.html>

9. CONSTRUCCIÓN [en línea]. Bogotá 2009 [fecha de consulta: 21 de noviembre de 2022]. Disponible en:
<https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/e/Curado%20del%20Concreto.pdf>
ISSN 0122-0594
10. CONSTRUYENDO Seguro [en línea]. Arequipa 2018 [fecha de consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.construyendoseguro.com/cuales-son-las-propiedades-del-concreto/>
11. MATERIAL Residual [en línea]. Cali. Alejandro Salazar J. 2002. [fecha de consulta: 21 de noviembre de 2022], Disponible en:
<http://matermixsrl.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/11.-Informacion-t%C3%A9cnica-sobre-Puzolanas.pdf>
12. RIGIDEZ de las estructuras y resistencia del concreto. Argos 360.2022. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en
<https://360enconcreto.com/blog/detalle/rigidez-de-las-estructuras-y-resistencia-del-concreto/>
13. UNIVERSIDAD Nacional de Colombia. 17 de setiembre de 2015. [fecha de consulta: 02 de febrero de 2022]. Disponible en:
<https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/396-reducir-el-impacto-ambiental-en-la-produccion-de-cemento>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de la investigación: “Utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo del cemento para el concreto 210 Kg/cm²”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	V1: Variable independiente:			Método: Científico
¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en las propiedades del concreto f _c =210kg/cm ²	Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en las propiedades del concreto f _c =210kg/cm ²	La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en las propiedades del concreto f _c =210kg/cm ²	Ceniza de madera de eucalipto	2% de ceniza de madera de eucalipto 4% de ceniza de madera de eucalipto 6% de ceniza de madera eucalipto	Dosifica al 2% de ceniza de madera de eucalipto al concreto adecuadamente Dosifica al 4% de ceniza de madera de eucalipto al concreto adecuadamente Dosifica al 6% de ceniza de madera de eucalipto al concreto adecuadamente	Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptivo - Explicativo Diseño de la investigación: Investigación cuasi-experimental y Transeccional
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	V2: Variable dependiente:			Población:
¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el asentamiento(Slump) del concreto f _c =210kg/cm ²	Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el asentamiento(Slump) del concreto f _c =210kg/cm ²	La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el asentamiento(Slump) del concreto f _c =210kg/cm ²	Concreto f _c =210 Kg/cm ²	Asentamiento(Slump)	Realiza el ensayo del asentamiento del concreto fresco in situ adecuadamente	60 ensayos conformados por el concreto sin la adición de ceniza de madera de eucalipto y el concreto con la respectiva adición al 2%, 4% y 6% en reemplazo parcial del cemento

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el peso específico del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el peso específico del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el peso específico del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$		Peso específico	Realiza el ensayo del peso específico del concreto de acuerdo a normas	Muestra: 60 ensayos de tipo censal
¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el contenido de aire del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en el contenido de aire del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en el contenido de aire del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$		Contenido de aire	Realiza el ensayo del contenido de aire del concreto de acuerdo a normas	
¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Concreto $f_c=210$ Kg/cm ²	Resistencia a la compresión	Realiza el ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de acuerdo a normas	Técnica: Observación
¿Cómo influye la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en los costos de preparación del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Determinar la influencia de la utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento en los costos de preparación del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	La utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo parcial del cemento influye significativamente en los costos de preparación del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$		Costos de preparación	Calcula los costos de materiales para la preparación del concreto y compara adecuadamente Calcula los costos de mano de obra para la preparación del concreto adecuadamente Calcula los costos de equipos y herramientas para la preparación del concreto adecuadamente	Instrumentos: Ficha de observación

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN (FACTORES)	INDICADORES
<p style="text-align: center;">VARIABLE INDEPENDIENTE (X): CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO</p>	<p>La ceniza de madera de eucalipto es un material residual y de calidad muy variable, está clasificado como residuo sólido mineral sobrante de la quema de biomasa (Gluitz & Marafão, 2013, p. 19)</p>	<p>Porcentaje de ceniza de madera de eucalipto</p>	0.00%
			2.00%
			4.00%
			6.00%
<p style="text-align: center;">VARIABLE DEPENDIENTE (Y): CONCRETO $f_c = 210$ kg/cm²</p>	<p>Es un concreto diseñado especialmente para resistir esfuerzos en compresión $f_c = 210$ kg/cm²</p>	<p>Propiedades en estado fresco</p>	Asentamiento
			Peso Unitario
			Contenido de aire
		Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión
		Costo de preparación del concreto	Análisis de precios unitario

Anexo 03: Certificados de calibración



Punto de Precisión S.A.C

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-598-2020

Página: 1 de 3

Expediente : 169-2020
 Fecha de Emisión : 2020-11-13

1. Solicitante : KLAFER S.A.C.
 Dirección : CAL-REAL NRO. 445 - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

2. Instrumento de Medición : BALANZA
 Marca : OHAUS
 Modelo : NO INDICA
 Número de Serie : NO INDICA
 Alcance de Indicación : 15 kg
 División de Escala de Verificación (e) : 2 g
 División de Escala Real (d) : 2 g
 Procedencia : NO INDICA
 Identificación : NO INDICA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2020-11-12

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

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

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

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

3. Método de Calibración

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

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KLAFER S.A.C.
P.J. CAMPOS NRO. 143 - SAÑOS CHICO - EL TAMBO - HUANCAYO



PT-06.F08 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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





Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-598-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,2	18,3
Humedad Relativa	46,0	48,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 15,000 kg
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 14,974 kg para una carga de 15,000 kg
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesa de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENBAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1	7,000 kg		Carga L2	15,000 kg	
		AE (g)	E (g)		AE (g)	E (g)
1	7,502	1,4	1,8	15,000	1,8	-0,6
	7,502	1,6	1,4	15,002	1,4	1,8
3	7,502	1,8	1,2	15,000	1,2	-0,2
	7,500	1,4	-0,4	15,002	1,6	1,4
5	7,502	1,2	1,8	15,000	1,4	-0,4
	7,502	1,8	1,4	15,002	1,2	1,8
7	7,502	1,4	1,8	15,002	1,4	1,8
	7,502	1,6	1,4	15,000	1,6	-0,6
9	7,502	1,4	1,6	15,000	1,4	-0,4
	7,502	1,2	1,8	15,000	1,8	-0,6
Diferencia Máxima		2,2		2,4		
Error máximo permitido ±		6 g		±		6 g



PT-06.F08 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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





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



Registro N° LC 033

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-598-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,2	18,3
Humedad Relativa	46,0	48,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 15,000 kg. Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 14,974 kg para una carga de 15,000 kg. El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesa de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO". Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

DISTRIBUCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)			Carga L ¹		
	18,2	18,2	18,2	7,500 kg	15,000 kg	15,000 kg
1	7,502	1,4	1,6	15,000	1,6	-0,6
2	7,502	1,8	1,4	15,002	1,4	1,6
3	7,502	1,8	1,2	15,000	1,2	-0,2
4	7,500	1,4	-0,4	15,002	1,6	1,4
5	7,502	1,2	1,8	15,000	1,4	-0,4
6	7,502	1,6	1,4	15,002	1,2	1,8
7	7,502	-1,4	1,6	15,002	1,4	1,6
8	7,502	1,6	1,4	15,000	1,6	-0,6
9	7,502	1,4	1,6	15,000	1,4	-0,4
10	7,502	1,2	1,8	15,000	1,6	-0,6
Diferencia Máxima				2,2	2,4	
Error máximo permitido ±	6 g			± 6 g		



PT-08.F08 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152831

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





Punto de Precisión S.A.C.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 445 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 169-2020
 Fecha de emisión : 2020-11-13

1. Solicitante : KLAFER S.A.C.

Dirección : CAL.REAL NRO. 445 - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

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

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PINZUAR
 Modelo de Prensa : NO INDICA
 Serie de Prensa : NO INDICA
 Capacidad de Prensa : 1000 kN
 Código de Identificación : NO INDICA

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

Marca de indicador : PINZUAR
 Modelo de Indicador : PC-160
 Serie de Indicador : 220

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

Marca de Transductor : NO INDICA
 Modelo de Transductor : PT124S-210-61/4
 Serie de Transductor : NO INDICA

Bomba Hidráulica : MANUAL

3. Lugar y fecha de Calibración

PJ. CAMPOS NRO. 143 - SAÑOS CHICO - EL TAMBO - HUANCAYO
12 - NOVIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	KELI	INF-LE 255-2019	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIWEIGH		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,9	19,7
Humedad %	42	41

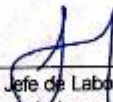
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

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




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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620



Punto de Precisión S.A.C.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 445 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 169-2020
Fecha de emisión : 2020-11-13

1. Solicitante : KLAFFER S.A.C.
Dirección : CAL.REAL NRO. 445 - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PINZUAR
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA
Capacidad de Prensa : 1000 kN
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Indicador : PINZUAR
Modelo de Indicador : PC-160
Serie de Indicador : 220

Marca de Transductor : NO INDICA
Modelo de Transductor : PT124S-210-614
Serie de Transductor : NO INDICA

Bomba Hidráulica : MANUAL

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. CAMPOS PRO. 143 - SAÑOS CHICO - EL TAMBO - HUANCAYO
12 - NOVIEMBRE - 2020

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	KELI	INF-LE 255-2019	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIWEIGH		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,9	19,7
Humedad %	42	41

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

8. Observaciones

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



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

Anexo 04: Ensayos del laboratorio

Diseño de mezcla del concreto



SOLICITANTE : BACH. ÑAHUI DE LA CRUZ JORGE

PROYECTO "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO
REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO f'c 210 kg/cm2"

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)

I. DATOS

1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	3267
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	604
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2741
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	gr	2137
5	Peso de la Tara	gr	230
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3460
7	Peso de la Muestra Seca	gr	3230

II. RESULTADOS

8	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.86
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.89
10	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.96
11	Porcentaje de Absorción	%	0.99

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

I. DATOS

1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	500.00
2	Peso del Balón Seco	gr	161.25
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	661.25
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	992.45
5	Peso del Agua	gr	331.20
6	Peso de la Tara	gr	208.40
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	697.84
8	Peso de la Arena Seca	gr	489.44
9	Volumen del Balón	cm3	500.00

II. RESULTADOS

10	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.90
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.96
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	3.09
13	Porcentaje de Absorción	%	2.16

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLAFLER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Martín Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78996
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRAULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.



SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

PROYECTO "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO f'c 210 kg/cm2"

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12389	12304	12351
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5323	5238	5285
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1721	1694	1709
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1683	1656	1671
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1670	

II. PESO UNITARIO COMPACTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12513	12517	12613
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5447	5451	5547
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1761	1763	1794
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1722	1723	1754
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1733	

III. HUMEDAD

1	Peso de la Tara	gr	55.40
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	160.70
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	158.40
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.30
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	103.00
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	2.23

KLAFFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP: 78036
Especialista en Mecánica de Suelos
Geología y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



SOLICITANTE : BACH. ÑAHUI DE LA CRUZ JORGE

PROYECTO "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO f'c 210 kg/cm²"

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11812	11685	11842
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4546	4619	4776
4	volumen molde	cm ³	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m ³	1470	1494	1544
6	P.U.S. Seco	kg/m ³	1452	1475	1525
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³		1484	

II. PESO UNITARIO COMPACTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11823	11902	11875
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4757	4836	4809
4	volumen molde	cm ³	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m ³	1538	1564	1555
6	P.U.S. Seco	kg/m ³	1519	1544	1536
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³		1533	

III. HUMEDAD

1	Peso de la Tara	gr	53.28
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	184.50
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	182.90
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	1.60
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	129.62
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	1.23

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLA FER SAC
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78836
Especialista en Mecánica de suelos
Geotecnia y Geología

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CIUDAD HUANCAYO,
LOCAL TAMBÓ PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.



SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

PROYECTO "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO
DEL CEMENTO EN EL CONCRETO f'c 210 kg/cm²"

NTE. E 060 CONCRETO ARMADO

ANALISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):

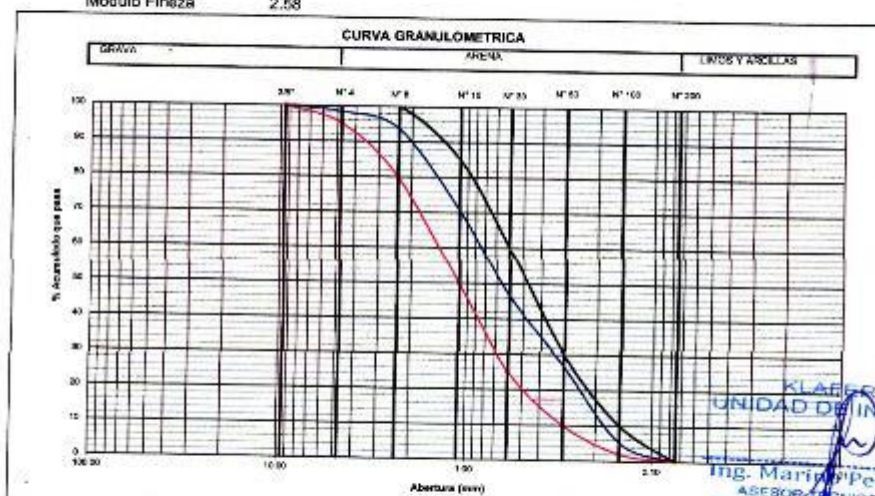
Peso Especifico	2.90 gr/cm ³
Humedad Natural	2.23 %
% Absorcion	2.16 %
Peso Volumétrico Suelto	1670 kg/m ³
Peso Volumétrico Compactado	1733 kg/m ³

ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 500.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	%				LIMITES	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
4	4.760	7.98	1.60	98.40	1.60	95	100
8	2.360	23.19	4.64	93.77	6.23	80	100
16	1.190	114.76	22.95	70.81	29.19	50	85
30	0.590	121.82	24.36	46.45	53.55	25	60
50	0.297	98.03	19.61	26.84	73.16	10	30
100	0.148	107.85	21.57	5.27	94.73	2	10
200	0.075	26.37	5.27	0.00	100.00	0	0
FONDO		0.00	0.00	0.00	100.00	0	0
		500.00					

Modulo Fineza 2.58



RECOMENDACIONES:

El agregado fino, es apto para trabajo en obra, ya que su granulometría se encuentra dentro de los parámetros permitidos.

Material debe ser lavado antes de su uso en obra.
Eliminar partículas mayores a 4.75 mm.

OBSERVACIONES:

Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio, no es responsable por la veracidad de la misma.
Material fue lavado en laboratorio.

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA
Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 7603c
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO,
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



SOLICITANTE : BACH. ÑAHUI DE LA CRUZ JORGE

PROYECTO "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO
REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO f'c 210 kg/cm²"

NTE. E 060 CONCRETO ARMADO

ANALISIS DE AGREGADO GRUESO

Peso Especifico	2.86 gr/cm ³
Humedad Natural	1.23 %
% Absorción	1.15 %
Peso Volumétrico Suelto	1484 kg/m ³
Peso Volumétrico Compactado	1533 kg/m ³

ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 5000.00 grms.

TAMIZ	TAMIZ	PESO		%	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	0.00
1"	25.00	197.00	3.94	96.06	3.94
3/4"	19.00	1597.00	31.94	64.12	35.88
1/2"	12.50	1652.00	33.04	31.08	68.92
3/8"	9.50	1289.00	25.78	5.30	94.70
4	4.75	265.00	5.30	0.00	100.00
FONDO		0.00	0.00	0.00	100.00
		5000.00			

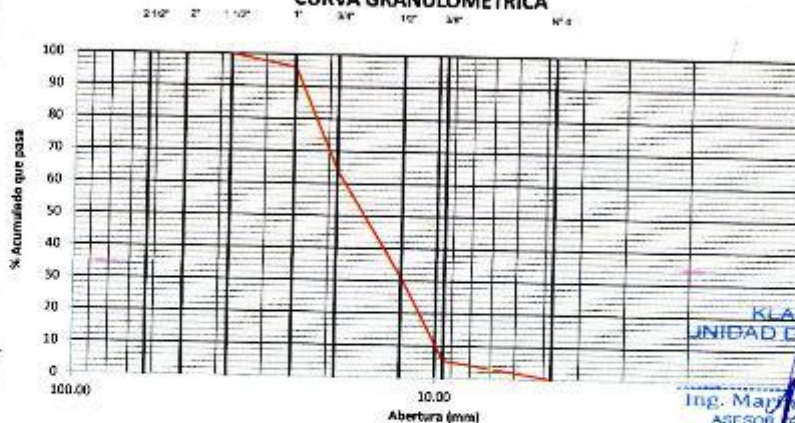
TAMAÑO MÁXIMO
NOMINAL

3/4"

Modulo Finesza

8.03

CURVA GRANULOMETRICA



KLA FER SAC
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mayra Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 7356
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

RECOMENDACIONES: Material debe ser lavado antes de su uso en obra.
Eliminar partículas mayores a 1".

OBSERVACIONES: Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441-445 HUANCAYO
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUJE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.



SOLICITANTE : BACH. RAHUI DE LA CRUZ JORGE
PROYECTO : 'UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO Fc 210 kg/cm²'

**DISEÑO DE MEZCLA Fc 210 Kg/cm²
PARA PAVIMENTO.**

1.- DATOS RESUMEN

PROPIEDADES	PE	PUC	PLUS	%AB	%W	M'
CEMENTO	3.15					
AGREGADO FINO	2.90	1753	1670	2.16	2.23	2.38
AGREGADO GRUESO	2.85	1533	1464	1.15	1.23	6.00

2.- SUMA

3.- TMN

4.- AGUA

4' 3/4' 200.00 Litros

5.- AIRE ATRAPADO

2 % 0.02

6.- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA Fc

Fc 210 kg/cm²
Fcr 294 kg/cm²

7.- RELACION AGUA CEMENTO A/C

A/C 0.56

cantidad de cemento

345.33 kg

8.60 bits

8.- APORTE DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

$$95Ar = \frac{m'g - m'f}{m'g - m'f} - 100$$

%Ar =

58%

%Pc =

47%

m'g = 8.00
m'f = 5.16
m'f = 2.58

m'g= modulo de finura del agregado grueso
m'f= modulo de la combinacion de los agregados
m'f= modulo de finura del agregado fino

Volumen absolutos:

Cemento 0.114 m³
Agua 0.200 m³
Aire 0.020 m³
0.34 m³

Volumen de agregados: 0.66 m³

Volumen de Arena = 0.350 m³
Volumen de Piedra = 0.314 m³

9.- VOLUMEN ABSOLUTOS

CEMENTO 0.114 m³
AGUA 0.200 m³
AIRE 0.020 m³
VOLUMEN AG 0.314 m³
VOLUMEN AF 0.350 m³
1.000 m³

10.- PESO DEL AGREGADO FINO

peso AF 1035.15 kg
peso AG 916.15 kg

11.- PRESENTACION EN SECO

CEMENTO 345.33 kg
AF 1035.15 kg
AG 916.15 kg
AGUA 200.00 Litros

12.- CORRECCION POR HUMEDAD

AF 1068.23 kg
AG 927.42 kg

13.- APORTE DE AGUA

AF 0.72 Litros
AG 0.73 Litros

14.- AGUA EFECTIVA

AF 198.55 Litros

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE I.L.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO. DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRAULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi

KLAFA SAC
UNIDAD DE INGENIERIA
Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 74936
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSO -



KLA FER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

PROYECTO : UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO
DEL CEMENTO EN EL CONCRETO f'c 210 kg/cm²

**DISEÑO DE MEZCLA f'c 210 Kg/cm²
PARA PAVIMENTO**

15. PROPORCION EN PESO (kg)

CEMENTO	AF	AG	AGUA
366.53	1058.23	927.42	198.55

16. PROPORCION EN VOLUMEN (l y m³)

CEMENTO	AF	AG	AGUA	300kg/cm ³
366.53	21.89	21.80	198.55	

RESUMEN DEL DISEÑO EN OBRA

MATERIALES	Proporcion en peso (kg)	Volumen en peso seco (litros)
CEMENTO		
ADICIONADO (M)	2.92	0.55
ADICIONADO (G)	2.54	0.54
AGUA	0.54	23.09

BOLSAS DE CEMENTO 8.60 bbl/m³

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TECNICO DE TRABAJO
Especialista en Mecanica de suelos
Concreto y Geotecnica

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSO - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSIE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, ACREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRAULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Ensayo en estado fresco del concreto

- **Peso Unitario**
- **Asentamiento**
- **Contenido de aire**
- **Temperatura**

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2023
ATENCIÓN : BACH. RAHUI DE LA CRUZ, ORISE
PROYECTO : UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO
F'c 210 kg/cm²

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ASTM C138 / R 17 (2014)

DISEÑO DE RESISTENCIA - F'c: 210 kg/cm²

DATOS DEL MOLDE	
Peso del molde	4.21 Kg
Interno	0.11 m
Altura	0.15 m
Radio	0.025 m

CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO (SLUMP):

0% - 28 días	
Slump obtenido en comprobación	5.20 pulg
Slump teorico del diseño	3.00 pulg

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

		0% - 28 días		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	28.10	28.00	28.12
Peso del molde	Kg.	4.23	4.23	4.23
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	2386.74	2377.05	2388.24
PROMEDIO		2407		

PORCENTAJE DE VACIOS:

El contenido de aire obtenido es : 4%

TEMPERATURA DEL CONCRETO:

La temperatura del concreto es : 15.8°C

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mariela Peña Durán
ASISTENTE TÉCNICO CIP-79003
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV. CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBORA : PSJE CAMPOS 143 TRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRÉGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 - 2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064 2021
 AGENCIÓN : BACH, RA-UR DELA CRUZ JORGE
 PROYECTO : UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE EL CALPUPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO Fc 210 kg/cm²

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO
 ASTM C138 Y R1P 233.215

DISEÑO DE RESISTENCIA - F'c : 210 kg/cm²

DATOS DEL MOLDE		
Peso del molde	4.21	Kg
Altimetro	0.21	'''
Altura	0.35	'''
Radio	0.105	'''

CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO (SLUMP):

2% - 28 días		
Slump obtenido en comprobación	3.00	pulg
Slump teórico del diseño	3.00	pulg

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

		2% - 28 días		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra = peso del molde	Kg.	28.31	28.44	28.23
Peso del molde	Kg.	4.23	4.23	4.23
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	2407.89	2421.36	2400.79
PROMEDIO		2432.8		

PORCENTAJE DE VACIOS:

El contenido de aire obtenido es : 5%

TEMPERATURA DEL CONCRETO:

La temperatura del concreto es : 15°C

KLAFFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marlon Peña Pinedas
ASESOR TECNICO DE TESTS
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO
 LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
 CEL. 945510108

SERVICIOS DE LOS LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA
 CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
 DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/BSB -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 1044.2023
ATENCIÓN : SACH. TAMBO DE LA CRUZ TORRE
PROYECTO : UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO Fc 210 kg/cm²

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO
ASTM C119 Y N° 318.046

DISEÑO DE RESISTENCIA - F'c : 210 kg/cm²

DATOS DEL MOLDE	
Peso del molde	4.21 Kg
Diámetro	0.21 m
Altura	0.13 m
Área	0.136 m ²

CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO (SLUMP):

4% - 28 días	
Slump obtenido en comprobación	3.60 pulg
Slump teórico del diseño	3.00 pulg

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

N° de molde		4% - 28 días		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	27.50	27.50	27.67
Peso del molde	Kg.	4.25	4.25	4.25
Volumen Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso Unitario del concreto fresco	kg/m ³	2327.06	2330.9	2344.37
PROMEDIO		2356.7		

PORCENTAJE DE VACIOS:

El contenido de aire obtenido es : 2.5%

TEMPERATURA DEL CONCRETO:

La temperatura del concreto es : 14.5°C

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Antonia Dueñas
Asesor Técnico C-01-75204
Especialista en Mecánica de Suelos,
Concreto y Geotécnia.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILEA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRÉGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/BSB - Indecopi.

Registrada mediante Resolución N°
009178 -2020/Dsb -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064-2021
ATENCIÓN : BACH. RAFAEL DE LA CRUZ JORGE
PROYECTO : UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO f' = 210 kg/cm²

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO
ASTM C138 Y NTP 332.848

DISEÑO DE RESISTENCIA - F'c : 210 kg/cm²

DATOS DEL MOLDE	
Peso del molde	4.21 Kg
Diámetro	0.21 m
Altura	0.15 m
Radio	0.105 m

CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO (SLUMP):

6% - 28 días	
Slump obtenido en comprobación	3.00 pulg
Slump teórico del diseño	3.00 pulg

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

		6% - 28 días		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	kg	27.23	27.27	27.33
Peso del molde	kg	4.21	4.23	4.23
Volumen o Corchete del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	2303.10	2303.95	2305.73
PROMEDIO		2327.03		

PORCENTAJE DE VACIOS:

El contenido de aire obtenido es : 3.8%

TEMPERATURA DEL CONCRETO:

La temperatura del concreto es : 16.1°C

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Marino P. P. P.
ASESOR TÉCNICO DE TÍTULO
Especialista en Probática en suelos
Concreto y Geotecnia

Registrada mediante Resolución N° 009178 -2020/Dsb - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : RSSE CAMPUS 143 FRENTE U.S.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑERÍA, MADERA, ACERO, BARRÓ
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Ensayos en estados endurecidos del concreto

- **Resistencia a compresión**



EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL
CONCRETO F'c 210 kg/cm2"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS

ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

7 DIAS - 0%

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSION MÁXIMA	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	% ALCANZADO
1	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	275500	28101	159.0	210	75.72%
2	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	265100	27040.2	153.0	210	72.86%
3	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	272600	27805.2	157.3	210	74.93%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ: GP:001: 1993)

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP-78826
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL
CONCRETO f'c 210 kg/cm2"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

7 DIAS - 2%

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO
4	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	274600	28009.2	158.5	210	75.48%
5	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	280400	28600.8	161.8	210	77.07%
6	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	282400	28804.8	163.0	210	77.62%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI- GP-004- 1993)

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marco Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP. 78850
Especialista en Mecánica de suelos,
Cimentación y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO: AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA - DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución: N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. ÑAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL
CONCRETO Fc 210 kg/cm2

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 38

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

7 DÍAS - 4%

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO
7	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	291900	29773.8	168.5	210	80.23%
8	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	297400	30334.8	171.7	210	81.74%
9	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	289200	29498.4	166.9	210	79.49%

07 DÍAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ: GP:004: 1993)

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 75935
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

Registrado mediante Resolución: N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE I.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESACIE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NATHU DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL
CONCRETO Fc 210 kg/cm2

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

7 DIAS - 6%

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm2)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm2)	% ALCANZADO
10	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	308900	31507.8	178.3	210	84.90%
11	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	296900	30283.8	171.4	210	81.61%
12	21/10/2021	28/10/2021	15	176.72	7	299700	30569.4	173.0	210	82.37%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP: GP:004: 1993)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
Asesor Técnico CIP. 78828
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE I.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRAULICOS EN AGUA, DESACUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL
CONCRETO f_c 210 kg/cm²"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

14 DIAS - 0%

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	AREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSION MÁXIMA	F _c DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANZADO
1	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	308000	31416	177.8	210	84.66%
2	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	303300	30936.6	175.1	210	83.36%
3	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	299800	30579.60	173.0	210	82.40%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACION

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ: GP-004: 1993)

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP- 79938
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE I.I.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 - 2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064-2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO Fc 210 kg/cm2"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

14 DIAS - 2%

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANZADO
4	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	313200	31946.4	180.8	210	86.09%
5	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	307000	31314	177.2	210	84.38%
6	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	311400	31762.80	179.7	210	85.59%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP: GP:004:1995)

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CAP 7990
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009176 -2020/b5b -

Indecopi



KLA FER S.A.C.

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL
CONCRETO Fc 210 kg/cm²"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

14 DIAS - 4%

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANZADO
7	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	323200	32966.4	186.6	210	88.83%
8	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	328300	33486.6	189.5	210	90.24%
9	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	316700	32303.40	182.8	210	87.05%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

MAESTRO EN C
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78036
Especialista en Muestreo de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO,
LOCAL TAMBO : PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOLOGÍA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRICADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009176 -2020/b5b - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSB -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064-2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUJ DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL
CONCRETO f_c 210 kg/cm²"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

14 DIAS - 6%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F _c DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANZADO
10	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	349600	35659.2	201.8	210	96.09%
11	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	336300	34302.6	194.1	210	92.43%
12	16/10/2021	30/10/2021	15	176.72	14	338500	34527.00	195.4	210	93.04%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERLARA INDECOP: GP004: 1993)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mariano Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP- 78935
Especialista en Mecánica de suelos
Control y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE D.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/USD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFLER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACIL NAITUT DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL
CONCRETO Fc 210 kg/cm²"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

21 DIAS - 0%

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% ALCANZADO
1	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	327500	33405	189.0	210	90.02%
2	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	335000	34170	193.4	210	92.08%
3	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	339300	34608.60	195.8	210	93.26%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP: GP004: 1999).

KLAFLER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Martín Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO OIP 74935
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/USD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/bSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : *UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN
EL CONCRETO Fc 210 kg/cm2*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

21 DIAS - 2%

N°	FECHA DE VUCEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO
4	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	338100	34486.2	195.2	210	92.93%
5	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	348400	35536.8	201.1	210	95.76%
6	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	343900	35077.80	198.5	210	94.52%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ: GP:004: 1999)

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO OIP 78000
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRAULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/bSD - Indecopi.



EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NÁHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO Fc 210 kg/cm2"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

21 DIAS - 4%

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO
7	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	361600	36883.2	208.7	210	99.39%
8	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	349700	35669.4	201.8	210	96.12%
9	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	357800	36495.60	206.5	210	98.34%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (IGL'A PERUANA INDECOP: GP-004: 1993)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78825
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSO - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.



EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN
EL CONCRETO f_c 210 kg/cm²"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

21 DIAS - 6%

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	% ALCANZADO
10	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	380900	38851.8	219.9	210	104.69%
11	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	368700	37607.4	212.8	210	101.34%
12	14/10/2021	04/11/2021	15	176.72	21	371300	37872.60	214.3	210	102.05%

07 DIAS	>>70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1998)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP- 78928
Especialista en Mecánica de suelos
Cemento y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO: AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLA FER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACIL NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL
CONCRETO Fc 210 kg/cm²"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS

ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

28 DIAS - 0%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	AREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSION MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANZADO
1	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	372600	38005.2	215.1	210	102.41%
2	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	379500	38709	219.0	210	104.31%
3	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	377500	38505.00	217.9	210	103.76%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ: GP-004: 1993)

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78035
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSO -



KLAIFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN
EL CONCRETO f_c 210 kg/cm²"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

28 DIAS - 2%

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSION MÁXIMA	f_c DISEÑO (kg/cm ²)	% ALCANZADO
4	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	379400	38698.8	219.0	210	104.28%
5	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	384100	39178.2	221.7	210	105.57%
6	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	386800	39453.60	223.3	210	106.31%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

KLAIFER SAC
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Martín Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 76628
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJR. CAMPOS 143 FRENTE D.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSO - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

KLAFFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN
EL CONCRETO f_c 210 kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

28 DIAS - 4%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSION MÁXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm ²)	%ALCANZADO
7	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	390900	39871.8	225.6	210	107.44%
8	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	393400	40126.8	227.1	210	108.13%
9	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	396600	40453.20	228.9	210	109.01%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-094: 1993)

KLAFFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78998
Especialista en Mecánica de Suelos,
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBORON : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 064.2021

SOLICITANTE : BACH. NAHUI DE LA CRUZ JORGE

OBRA : "UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN
EL CONCRETO f'c 210 kg/cm²"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

28 DIAS - 6%

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm ²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% ALCANZADO
10	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	410200	41840.4	236.8	210	112.75%
11	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	417200	42554.4	240.8	210	114.67%
12	13/10/2021	10/11/2021	15	176.72	28	399300	40728.60	230.5	210	109.75%

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD IGUA PERUANA INDECOPI: SP:000: 2993

KLAFFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO OIP: 7892A
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Peso específico de la ceniza de madera de eucalipto

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

PESO ESPECIFICO DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO

SOLICITA: BACH. RAHUI DE LA CRUZ JORGE
PROYECTO: UTILIZACION DE LA CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO COMO REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO F'c
210 KG/CM²
MATERIAL: CENIZA DE MADERA DE EUCALIPTO

1	MUESTRA N°	1
2	FRASCO N°	3
3	PLATO DE EVAPORACIÓN N°	5
4	PESO PLATO EVAP. + CENIZA SECO	454.2
5	PESO PLATO DE EVAPORACIÓN	354.2
6	PESO CENIZA SECO (4)-(5)	100
7	TEMPERATURA T°C	19°C
8	PESO FRASCO + AGUA + CENIZA	722.9
9	PESO FRASCO + AGUA T°C	654.5
10	PESO DE LA CENIZA SUMERGIDO (8-9)	68.4
11	VOLUMEN DESPLAZADA (6)-(10)	31.6
12	PESO ESPECIFICO (6)/(11)	3.16457

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

ING. RAHUI DE LA CRUZ JORGE
ASISTENTE TECNICO EN SUELOS
Especialista en métodos de suelos,
Cimentación y Geotecnia.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS ESPECIALIZADOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, BUCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MAQUERA, ALERÍA, DISEÑO
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRAULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Anexo 05: Panel fotográfico



Fotografía 1. Molienda de la ceniza de madera de eucalipto.



Fotografía 2. Cantidad de ceniza de madera de eucalipto al 2%



Fotografía 3. Cantidad de ceniza de madera de eucalipto al 4%



Fotografía 4. Cantidad de ceniza de madera de eucalipto al 6%



Fotografía 5. Mezcla del cemento con la ceniza de hoja de eucalipto.



Fotografía 6. Pesado de una muestra del agregado grueso.



Fotografía 7. Realización de las mezclas para concreto.



Fotografía 8. Preparación de espécimen para la medición asentamiento.



Fotografía 9. Preparación de espécimen para la medición del asentamiento.



Fotografía 10. Medición del asentamiento del concreto.



Fotografía 11. Preparación de especímenes de concreto para la medición del peso unitario.



Fotografía 12. Preparación de especímenes de concreto para la medición del peso unitario.



Fotografía 13. Preparación de especímenes de concreto para la medición del peso unitario.



Fotografía 14. Medición del peso unitario.



Fotografía 15. Preparación de especímenes de concreto para la medición del peso unitario.



Fotografía 16. Medición del contenido de aire del concreto



Fotografía 17. Preparación del concreto.



Fotografía 18. Preparación del concreto en cilindros.



Fotografía 19. Preparación del concreto en cilindros.



Fotografía 20. Vista de las probetas de concreto convencional y con adiciones de ceniza de eucalipto en reemplazo del cemento al 2%, 4% y 6%.



Fotografía 21. Rotura de probeta de concreto con ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento a los 7 días.



Fotografía 22. Rotura de probeta de concreto con ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento a los 14 días.



Fotografía 23. Rotura de probeta de concreto con ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento a los 21 días.



Fotografía 24. Rotura de probeta de concreto con ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento a los 28 días.



Fotografía 25. Rotura de probeta de concreto con ceniza de madera de eucalipto en reemplazo del cemento.