

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia de la adición de ceniza de kikuyo
(*pennisetum clandestinum*) en las propiedades del
concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Puno, Perú, 2023**

Yazmani Javier Ponce Flores

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Puno, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ing. Alejandro Vildoso Flores
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 6 de Mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISSETUM CLANDESTINUM) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE F'C =210 kg/cm², PUNO – PERÚ, 2023

Autor:

Yazmani Javier Ponce Flores – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**):40 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ASESOR

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Javier Ponce Fernandez y Guadalupe Flores Mena, a mis hermanos Carlos Javier y Pilar Emily y a mi hijo Leonardo Adrian, por su amor, apoyo y aliento en todo momento. Gracias por ser mi fuente de inspiración y por enseñarme a perseguir mis sueños con pasión y determinación. Este logro no habría sido posible sin su constante apoyo y confianza en mí.

YAZMANI JAVIER PONCE FLORES

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera en la realización de esta tesis.

En primer lugar, A la Universidad Continental, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil su formación profesional.

Agradecer a mi asesor de tesis, MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores, por su orientación, paciencia y apoyo constante a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus valiosas sugerencias y comentarios han sido fundamentales para lograr los objetivos propuestos.

YAZMANI JAVIER PONCE FLORES

ÍNDICE

ASESOR	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABLAS	13
RESUMEN.....	19
ABSTRACT.....	20
INTRODUCCION.....	21
CAPÍTULO I.....	22
1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	22
1.1. Planteamiento del problema.....	22
1.1.1. <i>Realidad problemática</i>	22
1.2. Formulación del problema.....	26
1.2.1. <i>Problema General</i>	26
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i>	26
1.3. Objetivos	27
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	27
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	27
1.4. Justificación en importancia	27
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i>	27
1.4.2. <i>Justificación practica</i>	28
1.4.3. <i>Justificación Económica</i>	28
1.4.4. <i>Justificación tecnológica</i>	29
1.5. Hipótesis y descripción de variables	29
1.5.1. <i>Hipótesis General</i>	29

1.5.2. <i>Hipótesis Específicas</i>	29
1.6. Operacionalización de Variables	30
1.6.1. <i>Variables Dependiente</i>	30
1.6.2. <i>Variables Independientes</i>	30
CAPÍTULO II.....	32
2. MARCO TEÓRICO	32
2.1. Antecedentes del problema.....	32
2.1.1. <i>Antecedentes Internacionales</i>	32
2.1.2. <i>Antecedentes Nacionales</i>	34
2.1.3. <i>Antecedentes Regionales</i>	37
2.1.4. <i>Artículos científicos</i>	38
2.2. Bases Teóricas	40
2.3. Referencias Normativas	49
2.4. KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM).....	59
2.4.1. <i>CENIZA</i>	61
2.4.2. <i>COMPOSICIÓN QUÍMICA</i>	62
2.4.3. <i>NORMA PARA EL USO DE CENIZA</i>	62
2.4.4. <i>PORCENTAJES DE USO DE LA CENIZA DE KIKUYO</i>	64
CAPÍTULO III.....	66
3. METODOLOGÍA.....	66
3.1. Método y alcance de la investigación.....	66
3.1.1. <i>Tipo de investigación</i>	66
3.1.2. <i>Nivel de investigación</i>	66
3.1.3. <i>Método de investigación</i>	66
3.1.4. <i>Diseño de la investigación</i>	67
3.2. Población y Muestra.....	67
3.2.1. <i>Población</i>	67

3.2.2. Muestra.....	68
3.2.3. Muestreo.....	68
3.2.4. Unidad muestral.....	69
3.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	69
3.3.1. Técnicas de recolección de datos.....	70
3.3.2. Procesamientos de datos	70
3.3.3. Equipos utilizados en la recolección de datos	70
3.3.4. Programas empleados para el manejo y procesamiento de datos ...	71
3.4. Desarrollo de la Investigación	71
3.4.1. Procedimientos para la obtención del material:	71
3.4.2. Procedimientos para la recolección de datos:	72
3.4.3. Procedimiento para el análisis de información	74
3.4.4. Ensayos.....	74
CAPÍTULO IV	105
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	105
4.1. RESULTADOS.....	105
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	184
4.3. CONCLUSIONES.....	193
4.4. RECOMENDACIONES	201
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	202
6. ANEXOS.....	209
6.1. Anexo 1. Matriz de consistencia.....	209
6.2. Anexo 2 Ensayos de Laboratorio.	211
6.3. Anexo 3 Certificados de laboratorio	228
6.4. Anexo 3: Panel Fotográfico	253

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Características técnicas del cemento RUMI IP.....</i>	45
Figura 2.	<i>Fracturas en los especímenes de tipo I.....</i>	56
Figura 3.	<i>Fracturas en los especímenes de tipo II.....</i>	56
Figura 4.	<i>Fracturas en los especímenes de tipo III.....</i>	56
Figura 5.	<i>Fracturas en los especímenes de tipo IV.....</i>	57
Figura 6.	<i>Fracturas en los especímenes de tipo V.....</i>	57
Figura 7.	<i>Fractura en los especímenes de tipo VI.....</i>	58
Figura 8.	<i>Imagen de la Kikuyo (Pennisetum Clandestinum).....</i>	59
Figura 9.	<i>Control del Kikuyo (Pennisetum Clandestinum) por remoción manual o mecánica.....</i>	60
Figura 10.	<i>Control del Kikuyo (Pennisetum Clandestinum) por solarización.....</i>	60
Figura 11.	<i>Control del Kikuyo (Pennisetum Clandestinum) por quemas controladas.....</i>	61
Figura 12.	<i>Control del Kikuyo (Pennisetum Clandestinum) por rotación de cultivos.....</i>	61
Figura 13.	<i>Imagen de referencia satelital de la cantera ubicada en Cutimbo.....</i>	75
Figura 14.	<i>Curva granulométrica del agregado grueso.....</i>	76
Figura 15.	<i>Curva granulométrica del agregado fino.....</i>	77
Figura 16.	<i>Diagrama de la prueba de flexión del uso correcto del dispositivo para la carga en el punto medio del concreto.....</i>	103
Figura 17.	<i>Recolección de materia prima - Kikuyo.....</i>	105
Figura 18.	<i>Selección de materia prima - Kikuyo.....</i>	106
Figura 19.	<i>Calcinación del Kikuyo.....</i>	106
Figura 20.	<i>Obtención de la ceniza de Kikuyo.....</i>	107

Figura 21. <i>obtención de datos de temperatura del concreto.</i>	108
Figura 22. <i>Gráfica de la temperatura del concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	109
Figura 23. <i>Obtención de datos del slump.</i>	110
Figura 24. <i>Gráfico de slump con adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	111
Figura 25. <i>Gráfico de peso por unidad de volumen del concreto patrón y con adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	113
Figura 26. <i>Gráfico de contenido de aire con adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	114
Figura 27. <i>Ensayo de resistencia del concreto sometido a compresión.</i>	116
Figura 28. <i>Gráfica de resistencia promedio a compresión a los 7 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	117
Figura 29. <i>Gráfica de resistencia promedio a compresión a los 14 días con la adicción de la ceniza de Kikuyo.</i>	124
Figura 30. <i>Gráfica de resistencia promedio a la compresión a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	131
Figura 31. <i>Gráfica del resumen de la resistencia promedio a la compresión con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	138
Figura 32. <i>Esquema de los tipos de fallas</i>	139
Figura 33. <i>Fallas similares en el ensayo de la resistencia a la compresión a los 7 días.</i>	139
Figura 34. <i>Fallas similares en el ensayo de la resistencia a la compresión a los 14 días.</i>	140
Figura 35. <i>Fallas similares en el ensayo de la resistencia a la compresión a los 28 días.</i>	141
Figura 36. <i>Ensayo de resistencia del concreto sometido a tracción.</i>	142

Figura 37. <i>Gráfica de resistencia promedio a tracción a los 7 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	143
Figura 38. <i>Gráfica de resistencia promedio a atracción a los 14 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	151
Figura 39. <i>Gráfica de resistencia promedio a atracción a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	158
Figura 40. <i>Gráfica del resumen de la resistencia promedio a la tracción con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	165
Figura 41. <i>Fallas similares en el ensayo de resistencia a la tracción a los 7, 14 y 28 días.</i>	166
Figura 42. <i>Falla producida después del ensayo de tracción.</i>	166
Figura 43. <i>Ensayo de resistencia del concreto sometida a flexión.</i>	167
Figura 44. <i>Gráfica de resistencia promedio a la flexión a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	169
Figura 45. <i>Ensayo de resistencia a la flexión con carga entre 2 apoyos a tercios a los 7, 14 y 28 días.</i>	175
Figura 46. <i>Fallas similares en el ensayo de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días.</i>	176

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Distribución de Variables.</i>	31
Tabla 2.	<i>Porcentaje que pasa de acuerdo al número del tamiz.</i>	42
Tabla 3.	<i>Tipos de cementos.</i>	44
Tabla 4.	<i>Resistencia del concreto sometida a compresión promedio necesaria para una resistencia específica a la compresión.</i>	50
Tabla 5.	<i>Asentamientos máximos y mínimos según el tipo de construcción.</i>	51
Tabla 6.	<i>Aproximaciones del contenido de agua en los distintos tipos de asentamiento.</i>	51
Tabla 7.	<i>Aire atrapado en la muestra de acuerdo al tamaño del agregado grueso.</i>	52
Tabla 8.	<i>Relación entre el agua y el cemento de acuerdo a la resistencia del concreto sometido a compresión.</i>	52
Tabla 9.	<i>Volumen del agregado grueso, compactado y seco de acuerdo a su tamaño nominal del agregado.</i>	53
Tabla 10.	<i>Contenido de minerales en muestras de pasto Kikuyo.</i>	62
Tabla 11.	<i>Porcentaje de uso de ceniza de Kikuyo.</i>	64
Tabla 12.	<i>Distribución de Muestras.</i>	69
Tabla 13.	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso.</i>	75
Tabla 14.	<i>Análisis granulométrico de agregados finos.</i>	77
Tabla 15.	<i>Cantidad mínima de muestra de agregado grueso según su tamaño máximo nominal.</i>	78
Tabla 16.	<i>Contenido de humedad del agregado fino.</i>	80
Tabla 17.	<i>Contenido de humedad del agregado grueso.</i>	80

Tabla 18. <i>Masa mínima de muestra de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado.</i>	81
Tabla 19. <i>Peso unitario suelto del agregado grueso.</i>	82
Tabla 20. <i>Peso unitario compactado del agregado grueso.</i>	83
Tabla 21. <i>Peso unitario suelto del agregado fino.</i>	83
Tabla 22. <i>Peso unitario compactado del agregado fino.</i>	84
Tabla 23. <i>Capacidad mínima del recipiente.</i>	85
Tabla 24. <i>Masa mínima nominal de acuerdo al tamaño máximo para la muestra de ensayo</i>	87
Tabla 25. <i>Resultados de laboratorio.</i>	90
Tabla 26. <i>Resistencia del concreto sometida a compresión promedio de acuerdo a la resistencia específica a la compresión.</i>	91
Tabla 27. <i>Asentamientos máximos y mínimos de acuerdo a los tipos de construcción.</i>	91
Tabla 28. <i>Contenido de agua en el concreto para tamaños máximos de los agregados con referencia a su asentamiento.</i>	92
Tabla 29. <i>Aire atrapado en el concreto de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso.</i>	92
Tabla 30. <i>Relación entre el agua y el material cementante en relación de la resistencia del concreto sometida a compresión.</i>	93
Tabla 31. <i>Volumen de agregado grueso compactado y seco de diferentes módulos de finura de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso.</i>	94
Tabla 32. <i>Dosificación.</i>	96
Tabla 33. <i>Número de capas necesarias de acuerdo al tamaño del espécimen.</i>	98

Tabla 34.	<i>Número de golpes por capa de acuerdo al tamaño del espécimen.</i>	98
Tabla 35.	<i>Sugerencia de la edad del concreto para los ensayos.</i>	101
Tabla 36.	<i>Resultado del análisis de laboratorio de la ceniza de Kikuyo.</i>	107
Tabla 37.	<i>Resultados de la medición de temperatura en el concreto.</i>	109
Tabla 38.	<i>Resultados del ensayo de Slump.</i>	111
Tabla 39.	<i>Peso unitario del concreto.</i>	112
Tabla 40.	<i>Contenido de aire del concreto.</i>	114
Tabla 41.	<i>Resultado de resistencia a compresión a los 7 días con adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	116
Tabla 42.	<i>Prueba del supuesto de Normalidad para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio.</i>	119
Tabla 43.	<i>Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio.</i>	120
Tabla 44.	<i>Prueba de ANOVA de un factor para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio.</i>	121
Tabla 45.	<i>Comparaciones múltiples.</i>	122
Tabla 46.	<i>Resultado de resistencia a compresión a los 14 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.</i>	123
Tabla 47.	<i>Prueba del supuesto de Normalidad para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio.</i>	126
Tabla 48.	<i>Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio.</i>	127
Tabla 49.	<i>Prueba de ANOVA de un factor para para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio.</i>	128
Tabla 50.	<i>Comparaciones múltiples</i>	129

Tabla 51. <i>Resultado de resistencia a compresión a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.....</i>	130
Tabla 52. <i>Prueba del supuesto de Normalidad para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio.</i>	133
Tabla 53. <i>Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio.....</i>	134
Tabla 54. <i>Prueba de ANOVA de un factor para para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio.</i>	135
Tabla 55. <i>Comparaciones múltiples</i>	136
Tabla 56. <i>Resumen de resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.....</i>	137
Tabla 57. <i>Resultado de resistencia a tracción a los 7 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.....</i>	143
Tabla 58. <i>Prueba del supuesto de Normalidad para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio.</i>	146
Tabla 59. <i>Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio.....</i>	147
Tabla 60. <i>Prueba de ANOVA de un factor para para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio.</i>	148
Tabla 61. <i>Comparaciones múltiples</i>	149
Tabla 62. <i>Resultado de resistencia a tracción a los 14 días con la adicción de la ceniza de Kikuyo.....</i>	150
Tabla 63. <i>Prueba del supuesto de Normalidad para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio.</i>	153
Tabla 64. <i>Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio.....</i>	154

Tabla 65. Prueba de ANOVA de un factor para para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio.	155
Tabla 66. Comparaciones múltiples	156
Tabla 67. Resultado de resistencia a tracción a los 28 días con la adicción de la ceniza de Kikuyo.....	157
Tabla 68. Prueba del supuesto de Normalidad para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio.	160
Tabla 69. Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio.....	161
Tabla 70. Prueba de ANOVA de un factor para para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio.	162
Tabla 71. Comparaciones múltiples	163
Tabla 72. Resumen de resultados del ensayo de resistencia a la tracción a los 7, 14 y 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.....	164
Tabla 73. Resultado de resistencia a la flexión a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.....	168
Tabla 74. Prueba del supuesto de Normalidad para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio.	171
Tabla 75. Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio.....	172
Tabla 76. Prueba de ANOVA de un factor para para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio.	173
Tabla 77. Comparaciones múltiples	174
Tabla 78. Adquisición de Cenizas de Kikuyo.....	177
Tabla 79. Costo de producción del concreto patrón de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$	178

Tabla 80. Costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ al adicionar el 5% de ceniza de Kikuyo.	179
Tabla 81. Costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ al adicionar el 8% de ceniza de Kikuyo.	180
Tabla 82. Costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ al adicionar el 11.5 % de ceniza de Kikuyo.	181
Tabla 83. Resumen del Costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ con la adición de ceniza de Kikuyo.....	182

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como **objetivo** determinar la influencia de la adición de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el diseño de concreto de $f'c = 210$ kgf/cm², la **metodología** tendrá un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental, haciendo uso de especímenes de concreto de 15 cm x 30 cm como población, usando una muestra de 3 probetas de formas cilíndricas para cada muestra determinada según los porcentajes utilizados en la investigación de los especímenes de concreto.

Los principales **resultados** fueron: El material usado en la adicción al concreto de $f'c = 210$ kgf/cm² tendrá una fácil obtención y recolección en Puno, las propiedades químicas de la ceniza de Kikuyo serán factibles, según el análisis químico del laboratorio.

La forma de obtención de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) será a través de distintas maneras, así como la recolección de la ceniza en los sembríos donde usualmente se quema el Kikuyo para su control o a través de la poda del exceso de crecimiento del Kikuyo para posteriormente incinerarlos y conseguir la ceniza e incluirlo en el diseño de la mezcla para un concreto de $f'c = 210$ kgf/cm².

Finalmente, la influencia de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) incluido parcialmente en el diseño de concreto de $f'c = 210$ kgf/cm², con porcentajes de 5% y 8%, mejorará las propiedades físicas y mecánicas del concreto de $f'c = 210$ kgf/cm² mientras que en un porcentaje del 11.5% demostrará una disminución de las propiedades físicas y mecánicas del concreto de $f'c = 210$ kgf/cm².

PALABRAS CLAVES: Adición, ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), resistencia del concreto.

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the influence of the addition of Kikuyo ash (*Pennisetum clandestinum*) in the design of $f'c=210$ kgf/cm² concrete, having a quantitative approach, applied type, explanatory level, experimental design, having As a population, all concrete specimens measuring 15 cm x 30 cm, having a sample of 3 cylindrical specimens for each sample made and according to the percentages determined in the investigation in the concrete specimens.

The main results were: The material used in the addition to the concrete of $f'c=210$ kgf/cm² is easy to obtain and collect in Puno, the chemical properties of the Kikuyo ash were feasible, according to the chemical analysis of the laboratory.

The way to obtain Kikuyo ash (*Pennisetum clandestinum*) was through different ways, as well as collecting the ash in the fields where the Kikuyo is usually burned for control or through pruning the excess growth of the Kikuyo. to later incinerate them and obtain the ash and include it in the mix design for a concrete of $f'c=210$ kgf/cm².

Finally, the influence of Kikuyo ash (*Pennisetum clandestinum*) partially included in the design of $f'c$ concrete 210 kgf/cm², with percentages of 5% and 8%, improved the physical and mechanical properties of the $f'c$ concrete. 210 kgf/cm² while a percentage of 11.5% showed a decrease in the physical and mechanical properties of the concrete of $f'c=210$ kgf/cm².

KEYWORDS: Addition, Kikuyo ash (*Pennisetum clandestinum*), concrete strength.

INTRODUCCIÓN

El uso de la ceniza en el diseño del concreto de forma genérica siempre es una idea innovadora, esto para conocer si la ceniza de los distintos productos naturales o artificiales pueden ayudar a mejora en las propiedades del concreto en sus diferentes circunstancias, en esta investigación, se hará uso de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), que de acuerdo a su composición química podemos encontrar distintos minerales que podrían optimizar la mayoría de las características del concreto de $f'c= 210 \text{ kgf/cm}^2$ y nos preguntamos ¿De qué manera influye la adición de ceniza de Kikuyo en el diseño de concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$?, teniendo como hipótesis si la adicción de ceniza de Kikuyo en el concreto, influye en la resistencia del concreto sometida a compresión de 210 kgf/cm^2 del concreto.

El Kikuyo, en Puno y en la mayoría de los lugares de la Sierra, es una planta categorizada en muchos lugares como mala hierba por su acelerado crecimiento y su agresiva expansión teniendo que controlarlo entonces la accesibilidad a la ceniza de Kikuyo es factible y económico, por su composición y su accesibilidad que podrían ayudar en el mejoramiento del concreto, de esta forma, se tiene una alternativa natural y con costos bajos, buscando reemplazar los productos químicos que se usan en el mejoramiento del concreto y que tiene un costo más alto y que en su mayoría generan contaminación ambiental, usaremos la ceniza de Kikuyo para poder determinar el porcentaje adecuado y saber si es significativa la forma que influye la adicción de ceniza de Kikuyo en las características del concreto.

Esta investigación se desarrollará en distintos capítulos, CAPÍTULO I (planteamiento del estudio), CAPÍTULO II (marco teórico), CAPÍTULO III (metodología), CAPÍTULO IV (resultado y discusión), referencias bibliográficas y anexos. En esta investigación, se hará uso de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) que, de acuerdo a su composición química, podemos encontrar distintos minerales que podrían optimizar las propiedades del concreto de $f'c= 210 \text{ kgf/cm}^2$.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Realidad problemática

Enfoque internacional

El impulso de los nuevos materiales de construcción, actualmente, está teniendo un mayor apogeo en diferentes países del mundo, provocado en gran parte por la elaboración de materiales habituales que emiten un impacto ambiental nocivo, los grandes incrementos de recursos energéticos demandados para obtenerlos son totalmente irrecuperables, sumando las emisiones creadas en sus procesos de fabricación generando una motivación a investigar nuevas fuentes que puedan reemplazar o integrar una determinada fracción de ciertos materiales, tal es el tema de los subproductos agrícolas e industriales que por lo general provienen de diferentes países y constituyen desechos de la obtención de diferentes productos (1).

Una de las características más importantes del concreto en adición a sus propiedades mecánicas es su durabilidad, que se asocia con la vida en servicio de las estructuras expuestas a ciertas condiciones o ambientes; esta propiedad es requerida para definir los potenciales campos de aplicación y facilitar la comercialización de nuevos materiales cementantes (2).

Enfoque Nacional

La optimización del concreto en cuanto sus características mecánicas de un diseño de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ en estos tiempos actuales se viene realizando diferentes tratamientos y procedimientos para poder optimizar la resistencia, la propiedades del concreto con distintos materiales, sin embargo, no existen sugerencias relevantes en cuanto al uso adicciones con materiales innovadores y dado que dichos materiales como la ceniza o fibras naturales son

considerados uno de los más revolucionarios del mundo en la actualidad y, por lo tanto, tiene un gran valor (3).

Enfoque Regional

En la región de Puno y en el Perú el concreto, es un material muy utilizado en las distintas obras de diferente índole, donde la adición de ceniza de derivadas de distintos materiales adicionadas al concreto hace que el concreto sea de mejor calidad con el estudio del uso de la ceniza como sustituto del cemento, se tendrá porcentajes determinados teniendo una dosificación adecuada para el uso de la ceniza adicionada en el concreto para mejorar sus características mecánicas y sus características físicas del concreto y dar uso de la ceniza que podría ser un material sobrante y contaminante ayudará al medio ambiente al bajar el impacto ambiental que pueda causar en dicho lugar (4).

Dentro del departamento de Puno existe una hierba que es muy agresiva e invasora que tiene una agresividad en su crecimiento inclusive destruyendo el concreto ya fraguado. Esta hierba se denomina como Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Es una hierba que ha invadido extensas zonas de los andes peruanos, particularmente agresiva, cubre el suelo y no permite que crezca otra vegetación adaptándose a prácticamente cualquier suelo y resiste la sequía, se lee en la justificación incluida en la lista que integra el decreto del Ministerio del Ambiente peruano (5).

El Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en su composición química en su estado de macronutrientes y cenizas contiene varios minerales como el P, Ca, Mg, K, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, donde tiene bajos contenidos en P, Ca, Mg, K, S y Na y más contenidos en Fe, Mn, Cu, Zn. Entonces por la abundante existencia de Kikuyo en todas las zonas de los andes y sobre todo en el departamento de Puno podemos hacer uso de dicha hierba, ya que dicha hierba en cortada

y quemada para su control en la sierra del Perú, teniendo en cuenta su composición química veremos, en esta investigación, si las propiedades de concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ tendrán una significativa mejora en sus características mecánicas y físicas.

Puno se encuentra a una gran altura sobre los 3870 m.s.n.m., por este motivo, está expuesto a climas extremos donde el concreto debe tener características especiales para su aplicación en las diferentes estructuras.

En la región de Puno, una de las estructuras más usadas por ejemplo son los muros de contención por los deslizamientos de tierra a causa de las intensas lluvias o por la geográfica compleja de la región que de acuerdo a las condiciones de la zona existen diferentes diseños de muros de contención donde los climas extremos de la región muchas veces hacen que la estructura no llegue a la resistencia sometida a la compresión que se determina según su diseño existiendo fisuras o asentamientos dentro de la estructura y estas estructuras por estar sometidas a situaciones extremas deben tener una alta resistencia para su adecuado uso dentro de la región.

Dentro de la región surgen inconvenientes en la dosificación en cuanto a los desperdicios mal considerados o calculados, en la mano de obra mal capacitada y se considera, también, las condiciones ambientales como un factor que influye en la calidad del diseño de concreto estudiada, por las condiciones ambientales que puedan surgir en la región de Puno son consideradas extremas por su ubicación geográfica.

Se determinan las ponderaciones de los factores que puedan influir significativamente en la calidad del concreto basado en la opinión de diferentes expertos en su campo de especialización de la construcción y de los materiales, teniendo los datos finales que demuestran que se está brindando mayor atención al control de los factores ambientales (6).

De esta manera, podemos mencionar algunas consecuencias por la inadecuada dosificación en concreto utilizadas en la región, si se coloca menos cemento en la dosificación, se reduce el volumen de la mezcla, se puede aumentar la exudación, hay mayor contracción por secado, si se coloca mayor cantidad de cemento, e reduce la relación agua/material cementante, hay más calor de hidratación, el concreto será más costoso, en cuanto a los agregados si se coloca mayor cantidad de arena, se altera el volumen de la mezcla, se disminuye la eficiencia del cemento, hay mayor riesgo de contracción plástica y de asentamiento plástico, si colocamos mayor cantidad de agregado grueso, se disminuye la eficiencia del cemento por mayor número de vacíos, se afecta la facilidad de colocación y compactación, hay mayor contracción por secado, se reduce la resistencia mecánica.

No obstante, se puede mencionar algunos daños que surgen por los factores ambientales en nuestro caso de nuestra región las temperaturas bajas y la inclemencia climatológica que llega a influenciar en las características óptimas del concreto en la región de Puno, en ese caso, el diseño del concreto no desarrolla resistencia por la lenta velocidad de hidratación, por la prolongación de fraguado, generando contracción y extensiones en el concreto generando fisuras estos daños y causas no permiten que nuestro concreto obtenga una adecuada durabilidad.

La temperatura tiene un rol importante dentro de los procesos de deterioro, por un lado, su subida que promueve la actividad de las moléculas haciendo más fácil el movimiento de sustancias y, por otro lado, su depreciación que puede hacer que sufra condensaciones que pueden llegar a producir muchos aumentos de gran importancia en el contenido de humedad del material utilizado siendo la cantidad de vapor absoluta en la atmósfera generando variaciones en la temperatura (7).

El concreto al momento de reaccionar cuando se mezcla con agua, genera una reacción química inicial; esta temperatura puede ser influenciada, además, por otros factores como las

características particulares del tipo de cemento, la temperatura del ambiente, la temperatura de los agregados, el tamaño, tipo y función de la estructura y el grado de restricción interna y externa impuesta a la estructura, etc., podemos afirmar, sin temor a equivocarnos, que este control de temperaturas no se le da la importancia debida y por lo general no siempre se realiza, las altas temperaturas de calor de hidratación generan efectos perjudiciales para la calidad y durabilidad del concreto (8).

Para mitigar es esta problemática, se podría mejorar las condiciones ambientales para optimizar el rendimiento y resistencia del concreto y, también, lo que propone esta investigación que mediante la incorporación de ceniza de Kikuyo optimizará la resistencia de la muestra de concreto y hace que sea mejor subsanando la baja resistencia que se puede causar mediante las bajas temperaturas y la inclemencia climática de la región de Puno.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

- ¿De qué manera influye la adición de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el diseño de concreto $f'c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles serán los procedimientos de obtención de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y sus propiedades químicas, Puno – Perú, 2023?
- ¿Cómo Influenciará la adición de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023?
- ¿Cómo Influenciará la adición de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023?

- ¿Cuál será el costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ al adicionar la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Determinar la influencia de la adición de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el diseño de concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar los procedimientos de obtención de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y sus propiedades químicas, Puno – Perú, 2023
- Determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades físicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023
- Determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023
- Analizar el costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ al adicionar la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Puno – Perú, 2023

1.4. Justificación en importancia

1.4.1. Justificación Teórica

En este trabajo de investigación, se adicionará la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) por que dentro de la región de Puno y en gran parte del Perú, sobre todo en las zonas altoandinas existe una sobre población del Kikuyo y mediante su calcinación se podría utilizar la ceniza para determinar su influencia en las propiedades de la muestra de concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$.

Siendo la ceniza un buen prospecto para la adicción al concreto, ya que su composición química es factible, teniendo en sus componentes químicos de la ceniza de Kikuyo contenidos de Ca, Mg, Fe, Mn y Zn, son mucho más altos que los requerimientos (9).

1.4.2. Justificación practica

Esta investigación pretende averiguar la influencia que podría tener la adicción de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en los especímenes hechos de concreto con un $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ para poder contribuir con el conocimiento de materiales innovadores para el posible mejoramiento del concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), donde al final de esta investigación con los resultados obtenidos se podrá determinar un diseño de concreto que será determinante para poder conocer si la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) podrá ser incorporado al concreto y poder elevar las cualidades del concreto.

1.4.3. Justificación Económica

Se generará bajos costos en el diseño de mezcla del concreto de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con la adicción de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), debido a que, en los andes peruanos y en toda la Sierra, se puede encontrar el Kikuyo de forma muy abundante, ya que es una hierba muy agresiva y en la sierra usualmente quemar y cortar esta hierba para controlar su propagación siendo económico y fácil su adquisición teniendo un costo económico bajo. La importancia del presente trabajo radica en proponer una alternativa para disminuir los costos que trae la ceniza volante en la adicción al concreto siendo la ceniza un material fácil de conseguir y de emplear, dándole un uso en la industria de la construcción (10).

1.4.4. Justificación tecnológica

El uso de un material nuevo e innovador dentro de esta investigación aportara con el conocimiento de nuevas tecnologías, con los resultados obtenidos podremos brindar nueva información sobre el uso de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el concreto. La investigación busca a utilizar ceniza en concreto $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y proporcionar información que sea útil en los últimos avances de la tecnología del concreto a todas las instituciones competentes (11).

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis General

La adición de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), influye en las propiedades del concreto de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023.

1.5.2. Hipótesis Especificas

Hipótesis Especifica 1

Los procedimientos de obtención de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y sus propiedades químicas de la ceniza de Kikuyo, serán óptimas para el concreto de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023.

Hipótesis Especifica 2

La adición de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) al concreto, influenciará en las propiedades físicas del concreto $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023.

Hipótesis Especifica 3

La adicción de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) al concreto, influenciará en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023.

Hipótesis Especifica 4

El costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, será económico al adicionar la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Puno – Perú, 2023.

1.6. Operacionalización de Variables

1.6.1. Variables Dependiente

Las propiedades del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$.

1.6.2. Variables Independientes

La adición de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Tabla 1.

Distribución de Variables.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unid. de Medida	Escala
VI: La adición de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum).	Es la adicción de un producto natural que proviene y tiene un origen vegetal donde son extraídos después de la calcinación del Kikuyo.	La ceniza de Kikuyo debe ser sometida a un análisis de obtención recolección y su composición química para poder determinar si puede ser utilizado para la adicción del concreto.	Análisis químico de las cenizas de Kikuyo. % de adicción de Ceniza de Kikuyo. Costo de producción de concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo.	Composición química. Cantidad de ceniza. Costo unitario de la ceniza de Kikuyo.	%	Razón
VD: Las propiedades del concreto de $f'c=210$ kgf/cm ²	Las propiedades del concreto se consignan en las propiedades físicas y las propiedades mecánicas del concreto teniendo que tener ciertos requerimientos para que este concreto tenga una resistencia de $f'c=210$ kgf/cm ² .	Las propiedades físico-mecánicas del concreto se verán determinadas por el alcance de la resistencia de $f'c=210$ kgf/cm ² para la cual fue diseñado, es decir si el concreto alcanzo la resistencia de diseño.	Propiedades físicas. Propiedades mecánicas.	Temperatura Trabajabilidad Peso unitario Contenido de aire atrapado Resist. a la compresión. Resist. a la tracción. Resist. a la flexión.	peso (gr) volumen (cm ³)	Razón

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según (12), en su tesis *ELABORACIÓN DE UN CONCRETO DE 3000 PSI CON CENIZA DE HUESOS DE VACA COMO REMPLAZO PARCIAL DEL CEMENTO CONVENCIONAL*, en la universidad Católica de Colombia para obtener el grado de Ingeniero Civil, tuvo como **objetivo** de tener un remplazo del cemento convencional no se vea afectado en sus propiedades mecánicas, generando un beneficio tanto ambientalmente como económicamente, basándonos en la producción de CO₂ que emite una concretera al explotar la materia prima para el cemento convencional, la parte económica se ve evaluado con respecto al precio que obtendría un concreto por metro cúbico si hacemos el remplazo parcial del cemento por ceniza de hueso, dándonos como conclusión que el tipo de concreto que beneficia al sector constructivo como a sus clientes al obtener una mezcla con las mismas propiedades mecánicas de un concreto convencional, pero, más económico y amigable con el medio ambiente al usar como insumo los desechos provenientes en su mayoría de mataderos a nivel nacional.

Según (13), en su tesis *AÑADIDURA DE CENIZA DE BAGAZO SACADO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN REEMPLAZO DE LA PUZOLANA PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA MUESTRA DE CONCRETO*, para la universidad de San Carlos de Guatemala para obtener el grado de Ingeniero Civil, tuvo como **objetivo** principal de esta investigación determinar si la ceniza cumplía los requisitos para considerarse una puzolana, para luego realizar diferentes diseños de mezclas empleando un conjunto de distintas proporciones de ceniza y de esa forma verificar las mejoras en sus características del concreto en comparación con la muestra original que no contenía ceniza. Para cada una de las mezclas elaboradas, se realizaron

ensayos de la muestra de concreto es su estado fresco y en sus edades de curado, en el ensayo de la resistencia sometida a compresión con sustitución de ceniza que tuvo un mejor comportamiento, se realizó un análisis de determinación de la reactividad potencial álcali-sílice, donde los valores hallados en los ensayos muestran que los diseños de mezclas con reemplazo de la ceniza de bagazo que deriva de la caña de azúcar tiene una baja trabajabilidad en comparación de la muestra de concreto inicial, proporcionalmente al aumento del porcentaje de sustitución y en consecuencia una disminución de la resistencia al llegar a la trabajabilidad adecuada, llegó a la **conclusión** que la mezcla con reemplazo de la ceniza de bagazo tuvo un mejor comportamiento es potencialmente reactiva generando aumento de volumen estos resultados hallados nos indican que el diseño de mezclas con el reemplazo de ceniza de bagazo no deben utilizarse para concretos estructurales.

Según (14), en su tesis *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE DIFERENTES ESPECÍMENES DE CONCRETO CON LA ADICIÓN DE CENIZA VOLANTE EXPUESTAS A LA EXPOSICIÓN DE SULFATOS*, para la Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia para obtener el grado de Ingeniero Civil, tuvo como **objetivo** establecer las proporciones de adición de ceniza de la materia prima en estudio y conocer que porcentaje será adecuado para los especímenes hechos de concreto para así optimizar las características mecánicas, más específicamente, su resistencia del concreto sometida a compresión, primero se establecieron los porcentajes de adición de ceniza volante, estos porcentajes se escogieron a partir de la bibliografía consultada como parte fundamental del anteproyecto en la que fue necesario obtener información sobre el empleo de la ceniza en la muestra de concreto, posteriormente, se realizaron las mezclas y la fundida de especímenes de concreto necesarios para realizar los ensayos de compresión y de exposición a sulfatos, llegando a la **conclusión** que este trabajo de investigación se basa en la identificación de los beneficios e implementación de los

materiales alternativos en la construcción como un posible alivio frente a factores como: disminución en costos de obra e impacto ambiental negativo sin dejar de lado los parámetros y estándares de seguridad y calidad que puedan verse reflejados en la durabilidad y resistencia de las obras realizadas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según (15), en su tesis *DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON UNA ALTA RESISTENCIA EMPLEANDO LAS CENIZAS DE COCO Y CASCARILLA DE ARROZ, PARA LA OPTIMIZACION DE SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, SAN MARTÍN 2020.*, para la Universidad Científica del Perú de la Facultad De Ciencias E Ingeniería Programa Académico de Ingeniería Civil, para obtener el grado de Ingeniero Civil, tuvo como **objetivos** principales que tiene nuestra investigación es determinar cuál será la resistencia de la muestra de concreto sometida a compresión, sustituyendo de forma paulatina la puzolana con la adicción de ceniza de coco y cascarilla de arroz dentro de los porcentajes en estudio de 1%, 6% y 9% es así que se determina el porcentaje adecuado para mejorar la resistencia y la poder tener una evaluación de todos los costos unitarios relacionados con el uso de las cenizas con referencia al concreto patrón $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ teniendo como resultado mediante la experimentación de la adicción de ceniza y con el empleo de las cenizas de coco y cascarilla de arroz a un tiempo determinado en este caso a 28 días en los porcentajes de estudio empezando con la de 1% teniendo una resistencia 93.07%, con el 6% teniendo una resistencia 86.17% y con el 9% se obtuvo una de resistencia 73.93%, con los resultados obtenidos se llega a la **conclusión** que el porcentaje adecuado según los estudios del esta investigación sobre el empleo de la ceniza se tiene que reemplazar de forma parcial por cemento en un porcentaje del 1 por ciento conseguimos que este porcentaje llegará a tener una resistencia parecida al 93.07por ciento de la resistencia que se obtuvo del concreto original o patrón siendo este $f'c=350\text{kg/cm}^2$.

Según (16), en su tesis *ADICIÓN DE CENIZA DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LA REGIÓN SAN MARTÍN*, para la Universidad Nacional de San Martín - Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura para obtener el grado de ingeniero civil, tuvo como **objetivo** principal conocer el porcentaje de adición de ceniza de la cascarilla de arroz para tener una mejora de las propiedades que podrá tener la resistencia del concreto en estudio. En este trabajo de investigación, se estableció diseño diferentes concretos de distintas resistencias como la de $f'c=175$ kg/cm² y como también de 210 kg/cm² se tuvo que elaborar diferentes especímenes inicialmente con diferentes porcentajes de adición exactamente 6 distintos porcentajes después de un estudio se definió tres óptimos porcentajes para el empleo de esta investigación como la de 2%, 4% y 6% haciendo diferentes ensayos para de la resistencia de la muestra de concreto sometido a compresión del concreto, para luego establecer las proporciones idóneas para su adición a la mezcla utilizando el de 2% con este porcentaje se empleó el ensayo para el esfuerzo a flexión se llegó a la **conclusión** que el 2 % de añadidura de ceniza llega a mejorar de manera mínima la resistencia a la compresión en un 0.64% y 1.65% y para la resistencia a la flexión puede llegar a mejorar en un 5.67% y 3.84% de manera correspondiente a los especímenes.

Según (17), en su tesis *DISEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA DEL CONCRETO EMPLEADOS PARA ADOQUINES TIPO III, HACIENDO USO DE LA CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO Y MICROSÍLICE Y TAMBIEN CON LA CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO, LIMA 2020*, para la universidad Cesar Vallejo de Perú para obtener el grado de Ingeniero Civil, tuvo como **objetivo** principal de esta investigación es evaluar todas las propiedades con características mecánicas en estudio del diseño de mezclas empleados en los adoquines hechos de concreto de tipo III empleando y haciendo uso de la ceniza de un material abundante en la zona que son

las hoja de eucalipto para esto se empleará una metodología de tipo aplicado, con un diseño experimental con un enfoque cuantitativo, es así que se llegó a la **conclusión** que las propiedades de carácter mecánico de la muestra de concreto de esta investigación en el uso de adoquines hechos de concreto clasificados como de tipo III empleando pruebas de resistencia del concreto sometidas a compresión, como también a la absorción y alabeo teniendo que hacer 7 distintos especímenes de concreto siendo uno de ellos una muestra original luego 3 de especímenes de concreto de ceniza de eucalipto y otros 3 con microsílíce siendo la muestra optima la de ceniza de hoja de eucalipto con una añadidura del 14%, y con la mezcla de ceniza de eucalipto y microsílíce de 8% y 6% de ceniza respectivamente siendo los valores adecuados y significativos para las características mecánicas del concreto en estudio.

según (18), en su tesis *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO CON EL REEMPLAZO DEL CEMENTO EN PORCENTAJES DE 5%, 7.5% Y 10% CON LA COMBINACIÓN DE CENIZA DE ICHU Y CASCARA DE HUEVO*, para la Universidad de San Pedro Huaraz para obtener el grado de Ingeniero Civil, tuvo como **objetivo** comprobar cuál será la resistencia de la muestra de $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ cuando se sustituye la puzolana o cementante en los porcentajes de 5, 7.5 y 10 por ciento para la empleo de ceniza de ichu y ceniza de cáscara de huevo. El tipo de investigación fue aplicada y explicativa, tuvo un enfoque cuantitativo y tendrá las características de un diseño experimental. Por lo tanto, se contó con una población de 36 probetas, con las características siguientes: 27 probetas con la añadidura de ceniza de ichu y la cascarilla de huevo en sustitución del cemento para las proporciones: 5, 7.5 y 10 por ciento respectivamente, 9 probetas de concreto para cada porcentaje de sustitución obteniendo la **conclusión** que la máxima resistencia obtenida fue con la sustitución del cemento en 7.5% por la combinación de cenizas en porcentajes de (2%CI + 5.5%CCH); a los 7 días la resistencia obtenida fue 173.67Kg/cm^2 , a los 14 días la resistencia

obtenida fue 218.97Kg/cm² y a la edad de los 28 días se consiguió la resistencia máx. de 224.87Kg/cm² mejorando la resistencia en un 107.10%, la resistencia mínima a los 28 días fue 217.97Kg/cm², se consiguió con la sustitución de la puzolana o cementante por la combinación de cenizas en 5% (1.5%CI + 3.5%CCH).

2.1.3. Antecedentes Regionales

Según (19), en su *TESIS INFLUENCIA DEL USO DE LA CENIZA DE THOLA EN LAS DIFERENTES PROPIEDADES SEAN FÍSICAS COMO MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KGF/CM², PUNO – 2022*, para la Universidad César Vallejo de Lima para obtener el grado de Ingeniero Civil, tuvo como **objetivo** evaluar la influencia de la aplicación y uso de la ceniza de thola en todas las propiedades de carácter físicas y mecánicas de la muestra de concreto f'_c=210 kgf/cm² se tuvo que realizar 4 proporciones de ceniza para el reemplazo de la puzolana o cementante en diferentes porcentajes de ceniza llegando a usar los porcentajes de 5, 7, 9 y 10 por ciento respectivamente pudiendo evaluar si la ceniza puede influenciar en la muestra de concreto según los porcentajes en estudio y empleándolo en el concreto en las propiedades de carácter físico y mecánico del concreto en estudio de esa manera determinar cuál será la resistencia en la prueba de tracción, como también en la prueba de flexión de la muestra original y obtener la calidad adecuada y óptima del diseño de mezcla de f'_c = 210 kgf/cm², con la **conclusión** que la ceniza en estudio puede utilizarse en vez de la puzolana o cementante en porcentajes deducidas en esta investigación, dichos porcentaje puede ser un máximo de 5 % del reemplazo del cemento porque de esta manera llega a ser bueno en todas las propiedades de carácter físico mecánico del concreto en estudio.

Según (20), en su tesis *INFLUENCIA DEL USO DE LA CENIZA DE ICHU Y TOTORA EN REEMPLAZO DEL CEMENTO EN EL CONCRETO F'C=210 KGF/CM², PUNO – 2022*, para la Universidad César Vallejo de Lima para obtener el grado de Ingeniero Civil, tuvo como **objetivo** evaluar de qué manera influye el reemplazo de la ceniza de ichu, como también de la ceniza de totora en todas las características de la muestra de concreto que se tienen en esta investigación del concreto de $f'c=210\text{kgf/cm}^2$ siendo adecuado trabajar con ceniza sacados de su materia prima en este caso del ichu, como también de la totora materiales procedentes de la sierra de nuestro país exactamente de Puno teniendo diferentes dosificación según nuestro estudio se tendrá los siguientes porcentajes de 3, 4, 6 y 7 por ciento respectivamente utilizando una metodología de tipo aplicada con un diseño de investigación con características cuasiexperimental de nivel explicativo y enfoque cuantitativo teniendo una población establecida por un grupo de especímenes de una cantidad de 162 y 27 vigas ambos hechos de concreto, para nuestro estudio los resultados nos demuestran que el reemplazo a un porcentaje del 6 por ciento de ceniza de ichu se llegó a tener un aumento en la resistencia del concreto sometida a compresión y en la resistencia del concreto sometida a flexión un incremento del 3 por ciento supero en un porcentaje del 6.01 por ciento al concreto original o inicial siendo que la sustitución y adición de ceniza de totora se llegó a obtener una gran resistencia en sus diferentes ámbitos con 4 por ciento llegando a la **conclusión** que el uso y empleo de porcentajes de dosificaciones de 3, 4, 6 y 7 por ciento respectivamente en las cenizas de ichu y en las cenizas de totora se encontró una mejora las características mecánicas al reemplazar con 6 por ciento de ceniza de ichu y un 4 por ciento con ceniza de totora respectivamente.

2.1.4. Artículos científicos

Según (21), en su artículo de investigación *REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CON LA ADICCIÓN DE*

LA MADERA, tuvo como **objetivo** realizar una revisión literaria sobre los efectos que produce el uso de la ceniza derivada de la calcinación de la madera como componente de la muestra en estudio, de tal manera que permita determinar sus propiedades mecánicas y su comportamiento. Se hizo una revisión de 80 artículos arbitrados e indexados en Scopus, Ebsco y Science Direct. Seguidamente, a partir de dicha revisión se llega a la **conclusión** que la utilización de las cenizas de madera brinda mejores comportamientos físico-mecánicos al momento de ser empleado en materiales como el concreto; sin embargo, sus porcentajes adecuados oscilan entre el 5 al 15%, dado que en dichas proporciones ha permitido obtener un incremento en relación del concreto patrón en un 76% de su resistencia a compresión.

Según (22), en su artículo de investigación *USO DE CENIZAS DE CARBÓN PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS EN LA RESISTENCIA SOMETIDA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO*, tuvo como **objetivo** evaluar el empleo de cenizas derivadas del carbón para optimizar su resistencia donde se identificó que el uso de la ceniza de carbón podría ser útil para el mejoramiento del concreto donde la información sobre el empleo de la cenizas derivada del carbón para el mejoramiento de la resistencia de la muestra sometido a compresión. Se determinó que la resistencia promedio a la edad de 28 días del curado es de 221 kgf/cm^2 , con la añadidura de ceniza con un porcentaje del 2,5% de cenizas fue de 223 kgf/cm^2 , con la añadidura de ceniza con un porcentaje 5% fue de 231 kgf/cm^2 , con la añadidura de ceniza con un porcentaje 10% fue de 200 kgf/cm^2 y con la añadidura de ceniza con un porcentaje el 15 % fue de 192 kgf/cm^2 respectivamente llegando a la **conclusión** que el uso de la cenizas derivada del carbón empleadas en porcentajes inferiores a 10 por ciento en sustitución de la puzolana o del cementante, optimiza la resistencia de la muestra; en contraste, el uso superior al 10% puede disminuir la calidad del hormigón.

Según (23), en su artículo de investigación *RESULTADO DEL USO DE LA CENIZA DE BAGAZO OBTENIDO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO*, tuvo como **objetivo** evaluar cual será el resultado que se puede producir con el empleo de la ceniza del bagazo en las características del concreto al ser sustituido por el cemento, se realizó diferentes diseños que se utilizarán en la mezcla para resistencias del concreto sometida a compresión de 280 kg/cm² y de 350 kg/cm² con distintas dosificaciones resultado según el estudio se empleó el 5%, 10%, 15 % y 20% de porcentaje de sustitución se realizaron varios ensayos en diferentes estado del hormigón como su etapa donde el concreto esta fresco y en otra cuando el concreto esta endurecido llegando a la **conclusión** que adicionando CBCA no ocasionaría cambios favorables en las características físico y mecánicas del concreto en estudio generando el empeoro, el uso del porcentaje del 5% de remplazo de la puzolana o cementante nos da valores semejantes a la muestra original derivados de distintos ensayos, donde la resistencia del concreto sometida a flexión con una añadidura del 10% favorece significativamente con referencia a la muestra original a los 28 días de edad del curado.

2.2. Bases Teóricas

AGREGADOS

Los agregados empleados significan el 70 al 75 % de todo el volumen del concreto en su estado endurecido y la parte sobrante está conformada por una clase de líquido pastosa hecha de cemento con características endurecidas, el agua que actuó de forma negativa en la hidratación del cemento considerando la existencia de vacíos generado por el aire, definitivamente dichos elementos no colaboran de sobremanera en la resistencia del concreto lo correcto en este caso es que los agregados empleados puedan tener una adecuada hidratación para mejorar un comportamiento óptimo ante la intemperie en ese sentido es de gran importancia para la gradación del agregado (19).

La arena se originó mediante un proceso de degradación natural de las rocas dentro nuestro planeta que llegan a ser transportados por corrientes producidas por el aire o, también, por corrientes de ríos que por su naturalidad llegan a juntarse en ubicaciones específicas estos agregados llegan a ser clasificados en arena de procedencia natural, como también arena elaborada o una en su defecto una mezcla de uno y otro obteniendo diferentes variantes, se debe tener en cuenta que sus partículas tienen que limpiadas de preferencia de forma angulosas, resistente, compactas, que no tenga terrones y duras, sulfatos o cualquiera otro elemento que pueda generar algún tipo de daño al concreto (20).

El agregado tiene que tener y cumplir con parámetros muy específicos que se encuentran en la norma NTP 400.037 y, también, en la norma ASTM C33, dentro de su evolución que se realiza a la muestra granulométrico se deberá elegir elementos con características igualitarias y continuas con todos los datos obtenidos serán de las mallas N°4 y de forma progresiva hasta la malla N°100, la granulometría es la división equitativa de tamaños de las muestras obtenidas de la arena para su adecuada distribución y equidad del tamaño según sus partículas se podrá determinar mediante un proceso de separación con diferentes mallas que deben estar normalizadas (20).

AGREGADO GRUESO

El agregado grueso tiene una conformación a partir de las rocas graníticas, sienitas y dioritas dentro de su universo de variedad se establece agregado grueso a la piedra con características rotas que pueden ser partida o machacada de diferentes lugares como las riberas de ríos, de forma similar el agregado categorizado como fino necesita ciertos requisitos a cumplir su granulometría estableciéndose en sus límites establecidos según norma para cada caso y para cada proyecto considerando su uso y, también, se considera el tipo de concreto que se vaya a emplear requiriendo una adecuada trabajabilidad dependiendo de las circunstancias que se requieran para una

óptima colocación y elaboración de la mezcla y no se influenciados por los factores que puedan determinar el adecuado tamaño del agregado considerando su máximo tamaño del agregado que deberá ser de menor dimensión que la malla en uso por donde deberá pasar en su mayoría y así determina la evaluación de los granos del agregado con la granulometría llamado, también, tamaño nominal máximo (19).

AGREGADO FINO

El agregado categorizado como fino como el agregado grueso son parte inerte del hormigón en estudio lo que se quiere dar a entender es que no influyen de manera directa en la acción química y en las reacciones entre el agua, así como el cemento por esta razón todos los elementos utilizados en el concreto deben estar libres de impurezas y sin materiales extraños respetando las medidas según estén especificadas en las normas de la determinación del hormigón que se establece en la norma en estudio y para el agregado con características finas se considerara el módulo de fineza que ayuda a identificar las dimensiones de los agregados mediante la suma del material restante en los tamices y esta prueba se será referenciada por la normatividad y el módulo de fineza no debe ser mayor a 3.1 y tampoco debe ser menor a 2.3 (19).

Tabla 2.

Porcentaje que pasa de acuerdo con el número del tamiz.

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
	EL TAMIZ EN PESO
3/8	100
# 4	95 a 100
# 8	80 a 100
# 16	50 a 85
# 30	25 a 60

# 50	10 a 30
# 100	2 a 10

Fuente: Norma ASTM-C-33-99 (24).

CEMENTO

El cemento en este caso Portland es categorizado como un cemento con características hidráulicas cuyo elemento principal es el silicato de calcio hidráulico, el denominado cementante con características hidráulicas se solidifica y endurece a través de una reacción química al estar en contacto directo con el agua esta reacción se da mediante un proceso de humectación al mezclar el cementante o puzolana con un porcentaje de agua donde se genera una nueva sustancia este aglomerante con agua y la puzolana o cementante se mezcla o se combina a los elementos complementarios como la grava y, también, la arena, como la piedra chancada, esta combinación hace que los materiales se puedan unir y estar unidos de forma única a los agregados para formar el concreto generando una dureza en el concreto pasando el tiempo va perdiendo su trabajabilidad y normalmente ocurre pasando las tres horas de hacer la mezcla pero tiene una relación con la finura del cemento como con su composición empleado considerando la cantidad, el porcentaje de mezcla y sobre todos los parámetros existentes de temperatura de los aditivos empleados. De esta manera, el concreto fraguará y llegará a endurecerse teniendo en cuenta las condiciones adecuadas de temperatura y humedad que se establece en el curado donde la hidratación de la muestra continua y, de forma, paralela el hormigón empieza a continua endureciéndose más y más (20).

Existe una gran variedad de tipologías de cementos que de acuerdo con su uso y están claramente detallados dentro de la norma técnica referenciada como la norma ASTM-C 150-99.

Tabla 3.

Tipos de cementos

TIPOS DE CEMENTO	PROPIEDADES
Tipo I	De uso general sin propiedades específicas
Tipos II	Tiene alguna resistencia a la arremetida de los sulfatos
Tipos III	Elevado calor de hidratación y resistencia temprana
Tipo IV	Bajo calor de hidratación
Tipo V	Alta resistencia al ataque de sulfatos

Fuente: Norma ASTM-C- 150-99 (25).

En este proyecto de investigación, el cemento empleado es el cemento RUMI IP este es un cementante categorizado de una alta duración en el transcurso de su vida útil haciendo que el hormigón posea distintas virtudes adecuadas para diversas tipologías de edificaciones u obras.

Figura 1.

Características técnicas del cemento RUMI IP

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS						
REQUISITOS	CEMENTO RUMI TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595			
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO ₃ (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm ³)	2.75 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)						
Resistencia a la compresión						
	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Min	25	-	-
Resistencia a los sulfatos						
	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx			

Fuente: Ficha técnica de RUMI.

CONCRETO

Esta mezcla denominada concreto está conformada de arena, grava, roca triturada u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua, en ocasiones, uno o más aditivos se agregan para cambiar ciertas características del concreto, tales como la ductilidad, durabilidad y tiempo de fraguado (26).

El concreto al ser el material más usado para las obras civiles como la construcción de edificaciones, puentes, túneles, vías y viaductos entre otras, debe poseer ciertas características mecánicas que proporcionen los requerimientos mínimos para el desarrollo de estas obras constructivas mediante sus propiedades físicas como la compresión, duración, impermeabilidad, peso unitario y apariencia entre muchas otras, además de ser un material versátil en cuanto a forma y función (27).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETOS

La resistencia que será sometida un espécimen de concreto a compresión está definida en la máxima carga que puede soportar, mediante un efecto de compresión. La resistencia en su forma de compresión se calcula separando la carga máxima por el área transversal original de la probeta que será ensayada donde la resistencia aplicada a la muestra de concreto a compresión se define como una trascendental propiedad del concreto fortificado o endurecido, siendo la que generalmente se emplea en la aceptación o rechazo del mismo (28).

Resistencia empelado en la muestra de concreto a compresión es una de las características de índole mecánico del concreto por lo cual la gran mayoría de diseños estructurales se establecen con el fin de soportar fuerzas de las pruebas de resistencia del concreto sometido a compresión (29).

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

Trabajabilidad

La característica más importante del concreto o hormigón fresco es su denominada “trabajabilidad”, que según la Comisión ACI 116 ha sido “transportada, colocada, compactada y preparada” teniendo una ambigüedad de esta definición y el hecho de que el concepto es muy amplio e incluye aspectos del concreto fresco relevantes para cualquier trabajo en proceso, no se ha establecido un procedimiento único y confiable para determinar la trabajabilidad: hormigones dimensionales, mezclas de hormigón (30).

La capacidad que el concreto tiene para ser colocado y compactado apropiadamente sin que se produzca segregación alguna, está representado por la facilidad a la compactación, como el mantenerse como una masa estable, deformarse

continuamente sin romperse y fluir o llenar espacios vacíos alrededor de los elementos que absorbe (31).

Asentamiento del Concreto

Cuando en obra se controla la dosificación de las mezclas en peso, además, se corrige por absorción y humedad, el obtener un SLUMP mayor del que se venía registrando, es indicativo de que la granulometría total se ha vuelto más gruesa, en consecuencia, el Módulo de fineza se incrementó y disminuyó la superficie específica, pero todo esto sin cambiar la relación Agua/Cemento (30).

Es una medida de la consistencia del concreto, indica qué tan fluida es la mezcla, qué tan seca o líquida está en estado plástico, y no mide directamente la trabajabilidad, integridad o facilidad de trabajabilidad. La colocación y llenado se realiza mediante la prueba del cono de Abrams (31).

Masa Unitaria

Es la correlación del peso de la molécula y su volumen completo incorporando los vacíos donde se emplea para apreciar la distribución en el diseño requerido para la mezcla (32).

Contenido de Aire

Está presente en todos los tipos de concreto y está presente en los poros no saturados del agregado y forma burbujas de aire entre los componentes del concreto cuando queda atrapado durante el mezclado, localizados en los poros no saturables de los agregados y formando burbujas entre los componentes del concreto, pues es atrapado durante el mezclado (31).

Contenido de Agua

El mayor factor que afecta la trabajabilidad es el contenido de agua de la mezcla en kilogramos o litros y Es el exceso de agua con una superficie seca en % (32).

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Resistencia a la tracción

Por regla general, el medio de ensayo es la NTP 339.08 , que se utiliza en el ensayo de compresión, que consiste en apoyarlo horizontalmente y aplicar una fuerza en el eje longitudinal, hay diferentes ensayos experimentales que pueden caracterizar este parámetro los ensayos de flexo tracción se establecen según la Norma donde se mide la resistencia que podría ocurrir en el avistamiento de la fisura inicial donde es allí que la resistencia de más alto valor denominada máxima podrá observarse y la resistencia residual o restante del concreto este en aumento en relación a la resistencia a la primera fisura considerándose insignificante y se considera mediante la matriz llegando a deducir que la muestra tenga un bajo contenido de fibras con respecto a su forma - tamaño y de todas las formas que podría tener esta y, también, se considera los diferentes tipologías de aditivo que se utilizan en el concreto en estudio (33).

Resistencia a Compresión

La resistencia de una muestra sometida a compresión se genera de un análisis de categoría experimental haciendo uso de pruebas con especímenes de formas cilíndricas usadas a diferentes grados de compresión obteniéndose de mediante distintas fórmulas establecidas en la tensión y deformación del concreto en estudio, y que se encuentra en compresión donde la incorporación de distintos elementos puede optimizar el comportamiento de los datos de los especímenes sometidos a alta tensión esto se ve reflejado en un aumento de fuerza que llega a absorber el espécimen justamente antes de llegar a la falla final por rotura (33).

La resistencia de la muestra sometida a compresión del concreto convencional está fuertemente influenciada por la hidratación del cemento. Sin embargo, en el CCR, la resistencia a la compresión se vio perjudicado por la hidratación y compactación del cemento (32).

Tenacidad

La tenacidad es la capacidad del concreto de oponerse a la falla por impacto esta propiedad dependerá específicamente del poder de quedarse unida con la mayoría de las fibras en la mezcla en uso este, también, se establece como la zona por debajo a la curva de carga y flecha guardando relación directa con el poder de absorción de toda la fuerza generada y esto ocurre cuando el elemento se le aplica una carga, a más tenacidad se debe de tener una disipación de la energía optima de esta manera esto guardara dependencia con el grado de fibras en el concreto según su tipo y esbeltez (33).

Resistencia a flexión

En este proceso, la viga es sujeta a fuerzas de compresión y tensión. Se denomina a la medición de la resistencia que presenta una viga hasta su rotura por momento, es decir, hasta el momento que falle donde se puede hacer el ensayo, el M_r (Módulo de rotura) se obtiene teniendo en cuenta las normativas NTP 339.078 (ASTM C78) donde se aplica la carga en dos puntos ubicados en los tercios de la viga, o la NTP 339.079 (ASTM C293) donde se aplica al centro (32).

Resistencia a la cortante

Aunque el hormigón tiene una resistencia al corte baja, a menudo se considera en los estándares de diseño estructural, y esta resistencia es importante en el diseño de vigas y cimientos que tienen un valor de resistencia más alto que el hormigón o concreto (31).

2.3. Referencias Normativas

- **NTP 400.012, 2013 – ANÁLISIS DE MEDICIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE LOS AGREGADOS FINO COMO TAMBIÉN DE LOS AGREGADOS GRUESO.** Se establece y determinar en un proceso de tamizado al pasar el espécimen en estado seco por una serie diferente de tamices ubicados de manera progresiva

con un orden establecido de grande a pequeño según su abertura de cada tamiz con la finalidad de obtener y conocer el adecuado tamaño de las partículas según los tamices.

- **NTP 339.185, 2013 – CANTIDAD DE AGUA DENTRO DE LOS AGREGADOS SOMETIDOS A UN SECADO.** Esta norma tiene por finalidad establecer los lineamientos que nos ayudarán a conocer la proporción final de humedad que podrá evaporarse en proceso de deshidratación de la muestra.
- **NTP 400.017, 2011 - PESO UNITARIO DE AGREGADOS.** Este método o ensayo se encarga de la obtención de peso por unidad en su condición de apisonado o compactado, considerando, también, el material suelto y nos ayuda a tener el cálculo de vacíos dentro de los agregados ya sea en el agregado en su estado fino o el agregado en su condición de grueso o que se establece en la combinación de ambos, esta prueba nos ayudara en proceso de diseño de mezclas de nuestro concreto.
- **ACI 211 DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO POR EL MÉTODO.** Para la dosificación del concreto, se estableció a través de las tablas los cuales contienen los pasos establecidos y que corresponden a la norma.

Cálculo de la resistencia a la compresión promedio requerida (f'_{cr})

Tabla 4.

Resistencia del concreto sometida a compresión promedio necesaria para una resistencia especifica a la compresión.

Resistencia especificada a la compresión (f'_c), kg/cm²	Resistencia promedio requerida a la compresión (f'_{cr}), kg/cm²
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 - 350	$f'_c + 84$
Mayor de 350	$1.10f'_c + 50$

Fuente: ACI Comité 318 (34).

Selección del asentamiento

Tabla 5.

Asentamientos máximos y mínimos según el tipo de construcción.

Tipos de construcción	Asentamiento (pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
Cimentación simple, cajones y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y losas	3	1
Concreto masivo	2	1

Fuente: ACI Comité 211 (35).

Cálculo del volumen unitario de agua

Tabla 6.

Aproximaciones del contenido de agua en los distintos tipos de asentamiento.

Agua, kg/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y asentamientos indicados								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	----

Fuente: ACI Comité 211 (35).

Cálculo del contenido de aire atrapado

Tabla 7.

Aire atrapado en la muestra de acuerdo con el tamaño del agregado grueso.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
pulg	%
3/8	3.0
1/2	2.5
3/4	2.0
1	1.5
1 ½	1.0
2	0.5
3	0.3
6	0.2

Fuente: ACI Comité 211 (35)

Determinar la relación agua-cemento (a/c)

Tabla 8.

Relación entre el agua y el cemento de acuerdo con la resistencia del concreto sometido a compresión.

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (kg/cm²)	Relación agua cemento, en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	0.28
400	0.43	0.34
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: ACI Comité 211 (35).

Determinar el volumen de agregado grueso

Tabla 9.

Volumen del agregado grueso, compactado y seco de acuerdo con su tamaño nominal del agregado.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso, pulg	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finura del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½	0.75	0.73	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.82	0.80	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI Comité 211 (35).

- **NTP 339.183, 2013 – PROCESO DE CURADO DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO.** La norma tiene por finalidad establecer los procedimientos para el proceso de curado que serán sometidos las muestras, donde los especímenes serán evaluados a diferentes tiempos bajo ciertas condiciones que se puede tener en laboratorio.

CONCRETO FRESCO

- **ASTM C – 143 / NTP 339.035 – Asentamiento.** Se buscará que para todos los ensayos un asentamiento constante de 3” a 4”, consiguiendo una consistencia plástica y trabajable del concreto fresco referido al grado de fluidez
- **ASTM C-138 / NTP 339.046 - Peso unitario.** Esta ira en crecimiento desde que se desarrollara el patrón hasta la realización del concreto con la incorporación del 10% de viruta metálica.

- **ASTM C-138 / NTP 339.046 - Contenido de aire.** Este ensayo determinara la proporción de aire que puede contener el diseño de mezcla recién combinado, excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados, el control del contenido del aire atrapado es importante, debido a que un incremento relevante del mismo se traduce en una disminución de la resistencia por el aumento de vacíos en el mortero.
- **ASTM C-1064 / NTP 339.0184 - Temperatura del Concreto.** En este ensayo, tiene la función de cumplir con la finalidad de examinar la temperatura que pueda llegar a tener el concreto recién mezclado, se usa para generar una verificación del concreto y a si pueda satisfacer todos los requerimientos específicos sobre la temperatura del concreto en estudio es fundamental realizar este y muchos controles debido a que este proceso de verificación se establece para la velocidad del proceso de fraguado o de endurecimiento en los primeros momentos de fraguado del concreto, la cual tiene una relación directa con la temperatura ambiente y calor que tiene cada material eso quiere decir que cuando se incrementa la temperatura en el espécimen se incrementará, también, la primera resistencia y esto conlleva a un incremento de la contracción de la muestra, generando una disminución en la resistencia a largo plazo (36).
- **ASTM C-31 /NTP 339.033 - ESPECÍMENES PARA LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN.** Las probetas que se realizarán serán diseñadas de acuerdo al cumplimiento de las normas, se emplean cilindros de concreto de una dimensión de 7.5 centímetros de radio con una altura de 30 centímetros en la fabricación de los cilindros se sigue la norma NMX-C-160 y en el ensaye de los cilindros se sigue la norma NMX-C-083, el ensayo de resistencia se desarrollará cumplido los 7,14 y 28 días de curado, como mínimo con 3 probetas para obtener en promedio.

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO.

- ASTM C-39 / NTP 339.034 - ENSAYOS DE CILINDRO DE CONCRETO A COMPRESIÓN

Normas

ASTM C39: ensayo estandarizado para la resistencia de la muestra sometida a compresión de distintos tipos de especímenes con forma cilíndricas hechas de concreto.

NTP 339.034: estandarizado del proceso de obtención de la resistencia en sus diferentes tipologías del concreto, muestras que fueron sometidas a la compresión.

Definición:

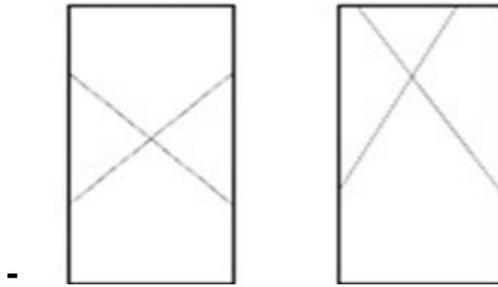
Se define como el uso de una fuerza de compresión axial a las muestras o especímenes moldeados o, también, pueden ser de extracciones de diamantinas a una velocidad estandarizada y normalizada en un rango determinado y ubicado en donde ocurre la ruptura y la resistencia de la muestra sometida a compresión se consigue por la segmentación de la fuerza máxima existente en el desarrollo de la prueba de compresión, entre una zona determinada del tramo recto del espécimen donde el dato hallado es una característica específicamente física y se emplea en el diseño de características estructurales y se usa las unidades de kgf/cm^2 o también en MPa (36).

ASTM C-39 / NTP 339. 034 - Tipo de fracturas en los cilindros de concreto.

Fractura tipo I: Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25mm).

Figura 2.

Fracturas en los especímenes de tipo I.

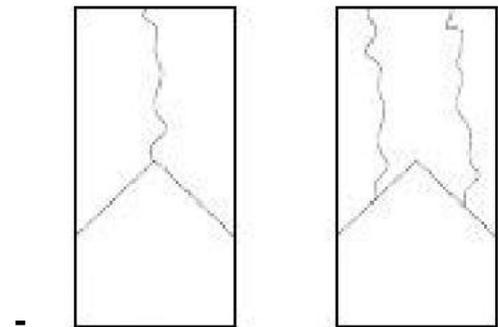


Fuente. NTP 339.034 (37) / ASTM C-39 (38).

Fractura tipo II: En esta tipología de fracturas, tendremos fisuras en los extremos del espécimen con forma de conos y en el extremo de los cabezales fisuras verticales.

Figura 3.

Fracturas en los especímenes de tipo II.

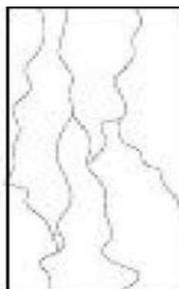


Fuente. NTP 339.034 (37) / ASTM C-39 (38).

Fractura tipo III: En esta tipología de fracturas tendremos fisuras verticales que parten de la base del espécimen hasta llegar al extremo superior, pero puede que no tengan formas muy definidas.

Figura 4.

Fracturas en los especímenes de tipo III.



Fuente. NTP 339.034 (37) / ASTM C-39 (38).

Fractura tipo IV: En esta tipología de fracturas, tendremos fisuras de forma diagonal en este tipo de fractura no existe fisuras en de los extremos del espécimen.

Figura 5.

Fracturas en los especímenes de tipo IV.

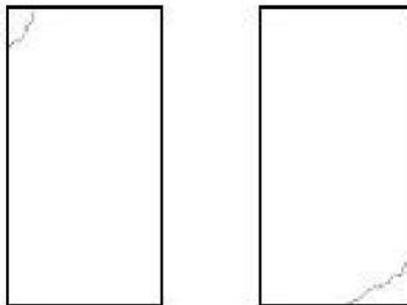


Fuente. NTP 339.034 (37) / ASTM C-39 (38).

Fractura tipo V: En esta tipología de fractura, tendremos pequeñas fisuras en la parte superior y, también, en la parte inferior del espécimen sobre todo en los bordes del espécimen y esto sucede cuando no están bien adheridos los cabezales.

Figura 6.

Fracturas en los especímenes de tipo V.



Fuente. NTP 339.034 (37) / ASTM C-39 (38).

Fractura tipo VI: En esta tipología de fractura, tendremos fisuras parecidas a la del tipo V, pero se tendrán fisuras con formas puntiagudas en la parte superior del espécimen.

Figura 7.

Fractura en los especímenes de tipo VI.



Fuente. NTP 339.034 (37) / ASTM C-39 (38).

Se usarán las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. A continuación, se describen brevemente en qué consisten:

- **MTC E 701 – 2000: Toma de muestras de concreto fresco**

Este método se refiere al procedimiento para obtener muestras de concreto fresco de mezcladoras fijas, pavimentadoras y camiones mezcladores, agitadores o volquetes.

- **MTC E 702 – 2000: Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de laboratorio.** Se establece por medio de diferentes procedimientos para poder elaborar y generar un buen curado de los especímenes o muestras de concreto dentro del laboratorio bajo un estricto control de todos los materiales utilizados y de todas las condiciones en los ensayos haciendo uso del concreto compactado por apisonado o vibración.

- **MTC E 704 – 2000: Resistencia de la muestra sometida a compresión de los especímenes cilíndricos**

Se tiene que determinar la resistencia de las muestras sometidas a compresión de los especímenes hechos de concreto de diferentes pesos unitarios que se encuentren sobre el rango de 800 kgf/m^3 esta prueba se establece en el uso de una fuerza axial de sometida a compresión afectando directamente a los especímenes influenciados a una determinada velocidad de la carga y esto se

da hasta que se pueda observar y que el espécimen presente una ruptura, la resistencia de la muestra sometida a compresión de la muestra será determinado por la división de la fuerza aplicada en el proceso de ejecución del ensayo por la sección transversal de las muestras en estudio.

- **MTC E 705 – 2000: La medida de la consistencia, trabajabilidad y fluidez del concreto, este ensayo determina el asentamiento del concreto en la obra y el laboratorio.** El ensayo no es aplicable a concretos que tengan una cantidad apreciable del agregado grueso de 37.5 mm (1 ½”) o cuando el concreto no es plástico o cohesivo.

2.4. KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM)

El Kikuyo es un pasto robusto, considerado, también, una mala hierba que se extiende por rizomas, su propagación, extensión es muy rápida y agresiva por su alta velocidad de propagación y su difícil control, su nombre viene de los Kikuyo, una etnia del este de África, de la región donde es originario fue introducido en Sudamérica con el fin de mejorar los potreros para la cría de ganado, puede reproducirse por medio de semillas, pero su principal método de propagación es por medio de sus rizomas: cualquier trozo de estos puede desarrollarse hasta formar otra gran mata de Kikuyo (39).

Figura 8.

Imagen de la Kikuyo (Pennisetum Clandestinum).



Fuente: Kikuyo: la hierba que se expande e invade rápidamente los Andes peruanos

CONTROL DE LA MALEZA DEL KIKUYO (*PENNISETUM CLANDESTINUM*)

Las autoridades nacionales y organismos internacionales coinciden en que el Kikuyo es una especie de difícil control y requiere de medidas integrales para lograr que se mitiguen los efectos nocivos, aunque no hay una cifra exacta de su extensión, avanza rápidamente por el territorio peruano, por ello existen diferentes formas de controlar su rápida extensión (40).

Figura 9.

*Control del Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) por remoción manual o mecánica.*



Fuente: Estimación del Impacto Económico del Kikuyo (41).

Figura 10.

*Control del Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) por solarización.*



Fuente: Estimación del Impacto Económico del Kikuyo (41)

Figura 11.

*Control del Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) por quemas controladas.*



Fuente: Estimación del Impacto Económico del Kikuyo (41)

Figura 12.

*Control del Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) por rotación de cultivos.*



Fuente: Estimación del Impacto Económico del Kikuyo (41).

2.4.1. CENIZA

Las cenizas de distintos materiales orgánicos ayudan y contribuyen en el aumento de la resistencia de la muestra sometida a compresión, mientras que el uso de otros materiales reduce la fragilidad del concreto de alta resistencia, la proporción de cenizas estuvo basada y determinada en el peso del cemento, mientras que la dosificación utilizada de distintos materiales se hizo con base en el peso total de la mezcla de concreto (42).

2.4.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Se observa el contenido de algunos minerales en las muestras de pasto Kikuyo y estos datos fueron dados por el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional, sede Medellín se ve en esta tabla que, bajo las condiciones de producción, el pasto Kikuyo presenta contenidos promedio de P, Cu y K ligeramente más altos que los requerimientos para vacas holstein en producción mientras que muestra marcadas deficiencias en Ca y, particularmente, en Na. Al respecto, se señala que el pasto Kikuyo tiene muy poca capacidad de absorber y transportar el Na hacia las hojas suministrando niveles limitantes de este mineral a los animales que lo consumen donde el contenido promedio de S es similar a los requerimientos, la variación en los datos implica que un porcentaje importante de muestras pueden ser deficitarias en este elemento, por el contrario, los contenidos de Mg, Fe, Mn y Zn, son mucho más altos que los requerimientos (9).

Tabla 10.

Contenido de minerales en muestras de pasto Kikuyo.

	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na
	% de la MS				ppm					
Promedio	0.46	0.32	0.30	3.69	0.20	193	108	13.9	59.5	0.02
Máximo	0.58	0.42	0.36	5.12	0.35	554	357	29.0	117	0.04
Mínimo	0.28	0.21	0.22	1.68	0.08	63.0	49.0	7.00	30.00	0.01
D. E.	0.08	0.05	0.04	0.77	0.07	140	85.1	5.00	25.70	0.01
C. V. %	18.1	15.5	12.5	20.9	36.5	72.9	78.8	36.3	43.2	40.2
NRC 2001 ¹	0.32	0.62	0.18	1.00	0.20	12.3	14.0	11.0	43.0	0.22

Fuente: Valor nutricional del pasto kikuyo (9).

2.4.3. NORMA PARA EL USO DE CENIZA

Norma ASTM C618 Especificación estándar para ceniza volante de carbón y de puzolana natural calcinada para uso en el concreto

La Norma ASTM C 618-08^a muestra las características de cada tipo de ceniza y nombra las características físicas y químicas de cada una de ellas al utilizarse en el concreto.

Clasificación C

En esta clasificación, las cenizas presentan propiedades puzolánicas y cementantes, contienen gran cantidad de cal, entre un 15 % y 30 %, y son generadas por un proceso de incineración del carbón sub bituminoso o lignito.

Clasificación F

En esta clasificación, las cenizas presentan propiedades puzolánicas y contienen pequeñas cantidades de cal inferiores al 15 %, sílice, aluminio y hierro. Son producidas por la calcinación de carbón antracítico o bituminoso.

Clasificación N

Esta clasifica las cenizas como puzolana natural, entre ellas tovas, diatomitas y ceniza volcánica, calcinadas y sin calcinar; posee propiedades puzolánicas.

Composición de las cenizas volantes – características físicas

Esta clase de cenizas tienen un color gris claro, o según sea el carbón sin quemar, dependen y tiene una relación directa con factores ambientales o de diferente índole como el tipo de caldera o extractor, la temperatura y el grado en que se pulveriza. En cuanto a su granulometría, suelen ser similares al cemento Portland en el que su tamaño está entre 0,2 y 200 micras respecto a su diámetro, su densidad es de 0,89 g/cm³ y tienen un peso específico entre 2,0 y 2,9 g/cm³.

Composición de las cenizas volantes - características químicas

La composición química depende del carbón que se utilice, por lo general poseen sílice (SiO₂), óxido de aluminio (Al₂O₃), óxidos de hierro (Fe₂O₃), óxido de calcio (CaO) y carbón sin quemar y, en una proporción del 5,0 % en peso, contienen óxido de magnesio (MgO), óxido de azufre (SO₃), alcalinos (Na₂O y K₂O) y en cantidades reducidas contienen compuestos como galio, titanio, manganeso, fósforo, germanio, vanadio.

2.4.4. PORCENTAJES DE USO DE LA CENIZA DE KIKUYO

Los porcentajes de uso para la adición de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) al concreto, es el resultado de un análisis de los antecedentes de la investigación, donde nos encontramos con situación similares en la adición de la ceniza al concreto de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.

Tabla 11.

Porcentaje de uso de ceniza de Kikuyo.

Antecedentes	Porcentajes		
Añadidura de la ceniza de bagazo sacada de la caña y ceniza de panca obtenida del maíz para la optimización de las características mecánicas concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Abancay- 2021	5%	7%	10%
Evaluación de la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ con incorporación de ceniza de coronta <i>zea mays</i> , Tarapoto 2022”	5%	7%	9%
Influencia de la adicción de la ceniza sacada del tronco del eucalipto en las características físico-mecánicas del concreto de diseño $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ Cusco – 2021	5%	9%	13%
Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kgf/cm}^2$, con Resistencia de la muestra sometida a compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kgf/cm}^2$, con Añadidura de ceniza de carrizo para la optimización de las características del concreto	5%	10%	15%
$f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ para construcciones en la ciudad de Ica - 2022	4%	7%	10%
Evaluación de la ceniza del tallo de albahaca, en las características físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{kgf/cm}^2$, Huaraz 2022	4%	8%	12%
PORCENTAJE EMPLEADO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	4,7%	8,0%	11,5%

Luego del análisis de los antecedentes, llegamos a conclusión que los porcentajes de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) para esta investigación será de 4.7%, 8% y 11.5%, a los 7, 14 y 28 días.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La **investigación aplicada** tiene firmes bases tanto de orden epistemológico como de orden histórico, al responder a los retos que demanda entender la compleja y cambiante realidad social dicho fundamento epistemológico de esta expresión está en la base de distinciones tales como “saber y hacer”, “conocimiento y práctica”, “explicación y aplicación”, “verdad y acción” (43). Es, de esta forma, que esta tipología de investigación es aplicada, por ende, está dirigida a poder conseguir e innovar con nuevos conocimientos direccionado a encontrar diferentes soluciones a distintos problemas de índole prácticos.

3.1.2. Nivel de investigación

Por ello, la investigación tendrá un nivel **explicativo** porque investigaremos la posible mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto de $f'c = 210$ kgf/cm², mediante la adicción de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) en diferentes porcentajes y determinar su resistencia mediante los diferentes ensayos que serán sometidos a estudio. De esa forma, se podrá explicar muy minuciosamente los procedimientos usados para este trabajo de investigación. El nivel explicativo se enfoca en explicar causas y condiciones en las que se manifiesta un evento, y explicar la relación de dos o más variables (44).

3.1.3. Método de investigación

En esta investigación, se empleará y tendrá un enfoque **cuantitativo** donde se emplea la recolección y un determinado análisis de los valores hallados en el proceso de investigación, para poder contestar todas las preguntas que surgen dentro de este trabajo de investigación, probando la hipótesis general y las hipótesis específicas

expuestas anteriormente siendo una de los elementos primordiales para esta metodología la medición numérica, el conteo de datos específicos y el uso de todas las herramientas de la estadística, herramientas que son confiables para determinar con precisión todos los patrones de comportamiento que puedan existir en la población en estudio donde se generara la recolección de los datos del campo y todos los datos de laboratorio desarrollos dentro de un análisis de la información.

El enfoque cuantitativo trata con fenómenos que se pueden medir, para el análisis de los datos recogidos, su propósito más importante radica en la descripción, explicación, predicción y control objetivo de sus causas y la predicción de su ocurrencia (45).

3.1.4. Diseño de la investigación

Este trabajo de investigación fue diseñado para que tenga un desarrollo experimental, cuasi - experimental donde se realizaran distintos y varios ensayos con diferentes porcentajes de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), deducidos desde la referencia de distintos estudios aplicándose de forma parcial y proporcional en la resistencia del concreto de 210 kgf/cm^2 , mediante diferentes pruebas que determinen la influencia de las cenizas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades y características físicas - mecánicas del concreto.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

Se establecerá para esta investigación una población determinada por testigos de concreto con un $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ hechos con la adicción de la ceniza Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en la mezcla de concreto en la ciudad de Puno. Dicha población tiene una configuración de ser finita por el hecho que se fundamenta en el total de los especímenes hechos de concreto con una forma establecida según el reglamento que serán sometidas a un análisis de 72 especímenes o probetas y 12

viguetas de concreto según se establece en la NTP 339.084 para los ensayos de índole de tracción y la NTP 339.034 norma que se establece para los ensayos de compresión. La población de estudio es todo un conjunto de distintos casos, definido y limitado que será parte de la referencia de la elección de la muestra que debe de cumplir con una serie de criterios ya establecidos (46).

3.2.2. Muestra

Para tener los datos numéricos de las muestras, en estudio, se empleará información sobre los cimientos normativos establecidos en la norma ASTM C-39 y, también, en la norma ASTM C-496, según los porcentajes de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en los especímenes de concreto, las cuales serán llevados para los respectivos ensayos en laboratorio, siguiendo los procedimientos normativos donde las muestras para este trabajo de investigación se harán estudios de tres muestras para cada tiempo establecido para el fraguado. La muestra se determina a través de subconjunto o parte del universo que se considerará en la investigación existiendo procedimientos para obtener la cantidad adecuada de los componentes que se establece dentro de una muestra como fórmulas y lógica, sabiendo que la muestra se establece como una porción específica de la población en general (47).

3.2.3. Muestreo

Teniendo en cuenta el estudio de influencia de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las características del concreto de una resistencia de 210 kgf/cm² se tendrá la siguiente distribución de muestras. El muestreo está catalogado como no probabilístico por la comodidad, ya que se puede escoger las muestras específicas para el estudio que se vaya a realizar, pero no está sujeta a la suposición, sino que se determina según las acciones en común que tienen conexión con el propósito de la persona que estudia el trabajo de investigación (48).

Tabla 12.*Distribución de Muestras.*

Ensayos	Concreto patrón			Dosificación									Sub total	Total	
	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28			
Tracción	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	72
Compresión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	
Flexión	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	12	12	
Trabajabilidad		1			1			1			1		4	4	

3.2.4. Unidad muestral

En la unidad muestral para la compresión y tracción se considera las unidades de los testigos a ensayar: probetas de 6" x 12" para la prueba de especímenes a compresión según norma NTP 339.034; 2015 – ASTM C 39/C 39 M y para especímenes sometidos a tracción según la norma NTP 339.084-2012.

La unidad muestral para la flexión se considera las unidades de los especímenes o testigos a ensayar: vigas de 6"x6" (150x150mm) de sección transversal y una distancia o espacio o luz como mínimo de 3 veces el espesor para la prueba de resistencia a la flexión del concreto y serán sometidas en vigas simplemente apoyadas con una carga ubicada específicamente en el centro del tramo según la norma NTP 339.079, 2012.

3.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

- Análisis de materiales

- Ensayos

- Formulas

- Observación directa

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas transforman en respuesta al "accionar" que emplea metodologías encampo, se efectúan actividades humanas, muestran tecnológicas de diseño para alcanzar los propósitos, el método científico, son sencillos, considerables que se apoyarán en el método (49).

Todos los materiales, equipos e instrumentos utilizados tienen relevancia en la base de datos obtenidos en laboratorio y, también, en los valores sacados de los programas informáticos que se encargan del procesamiento de datos (50).

3.3.2. Procesamientos de datos

Dentro del procesamiento de todos los datos en este trabajo de investigación, se hará uso de un análisis estadístico que nos dará datos objetivos sobre la determinación y evaluación de la influencia de la adición de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) de manera parcial al concreto con los porcentajes de 4.7%, 8% y 11.5% ya establecidos según el análisis de los antecedentes, donde se realizará la prueba hipótesis teniendo énfasis en la añadidura de la ceniza a la muestra de concreto para conocer si existe mejora o no significativa en las características físicas y mecánicas del concreto, donde el análisis descriptivo de los resultados será de importancia, ya que reflejara lo estudiado en los ensayo que será consecuente a una prueba de normalidad de resultados.

3.3.3. Equipos utilizados en la recolección de datos

Cada método de investigación posee sus instrumentos específicos para la obtención de datos estos instrumentos requieren un diseño y construcción rigurosos, de manera que garanticen la validez y confiabilidad de los resultados (51).

Dentro de los equipos utilizados, se emplearán todos los equipos necesarios para poder determinar, reunir y medir todos los datos relacionados a la adicción de la ceniza y, también, para el diseño de concreto, dentro del diseño del concreto se

subdivide en instrumentos para determinar reunir y medir las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

3.3.4. Programas empleados para el manejo y procesamiento de datos

Se utilizará distintos programas para el procesamiento de los datos hallados dentro del trabajo de investigación y uno de estos programas es el Excel con el uso de funciones estadísticas se procesara todos los datos conseguidos mediante las pruebas hechas a las muestras y, con ello, poder tener información objetiva sobre todos los valores y datos hallados en las pruebas hechas dentro del laboratorio, y para tener un mejor procesamiento de los datos, también, se tendrá que usar programa que nos ayude en la parte estadística como el SPSS para constatar cual será el grado de correlación y, también, conocer si el valor de significancia que pueda existir entre las variables en estudio.

3.4. Desarrollo de la Investigación

En el desarrollo de este trabajo de investigación, se realizaron una sucesión de procedimientos, ensayos en laboratorio que nos dieron lugar a la obtención de resultados de todas las muestras con ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), tomando en consideración la revisión de los antecedentes del tema de investigación.

3.4.1. Procedimientos para la obtención del material:

La recolección del Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) se puede dar de varias formas, ya que por su agresiva propagación, se puede recolectar por: Remoción manual o mecánica en los diferentes jardines o jardineras, parques o espacios abiertos donde existen áreas verdes, por solarización, remoción de cultivos, donde la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) se obtendrá directamente por la quema controlada dentro de los cultivos o cosechas para evitar su propagación y, también, la quema controlada de la recolección del Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en jardines parques o áreas

verdes para evitar su propagación y es así como se obtiene la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) para su uso en este trabajo de investigación.

Se estableció el diseño del concreto con un $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con todo lo que implica elaborar diseño de mezcla según la normatividad y se procedió a adicionar de manera parcial la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en porcentajes de 4.7%, 8% y 11.5% según el análisis hecho en este trabajo de investigación, así optimizar la resistencia del concreto y saber si su producción tendrá un impacto positivo en la economía de su producción.

3.4.2. Procedimientos para la recolección de datos:

Objetivo específico 1

Analizar los procedimientos de obtención de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y sus propiedades químicas, Puno – Perú, 2023.

Para el análisis de los procedimientos de la obtención de la ceniza de Kikuyo, se tendrá que evaluar la existencia de materia prima en este caso el Kikuyo en la región de Puno para su recolección y luego para su incineración teniendo en consideración el costo que conlleva la obtención de la ceniza de Kikuyo, para el análisis de sus propiedades de características químicas de la ceniza de Kikuyo tendremos que llevar la muestra de ceniza de Kikuyo obtenida luego de su incineración a un laboratorio donde nos indique sus componentes químicos que contenga la ceniza de Kikuyo y así evaluar su uso en la adición al concreto.

Objetivo específico 2

Determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades físicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023.

Para determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo en las propiedades físicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, se tendrá que evaluar los resultados de los diferentes ensayos que serán cometidos en los concretos ya sea el concreto original o patrón

y las muestras de concretos que contengan distintas dosificaciones y los ensayos que realizaremos para este objetivo será el de trabajabilidad, asentamiento del concreto, masa unitaria, como también el contenido de aire y contenido de agua, asegurándonos que los procedimientos estén sometidos a las normas referentes para cada ensayo o prueba.

Objetivo específico 3

Determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023.

Para determinar la influencia de la ceniza de Kikuyo en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=210$ kgf/cm², trabajaremos con un diseño de mezcla original que se referencia según la A.C.I 211.1, que nos ayuda con el diseño de mezclas de concreto para la resistencia de concreto sometida a compresión de $f'c = 210$ kgf/cm², para luego tomar este diseño como referencia para la adición de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en los porcentajes ya deducidos.

Para luego proceder con el Ensayo de Compresión y tracción en los testigos o briquetas con una resistencia de concreto sometida a compresión de $f'c = 210$ kgf/cm² sin y con la adición de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con sus diferentes porcentajes de 4.7%, 8% y 11.5%, en las diferentes edades del fraguado de 7d, 14d y 28d según establecido en la norma.

Se determinó el Ensayo de Flexión en las vigas con una resistencia del concreto sometida a compresión de 210 kgf/cm² sin y con la adición de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con sus diferentes porcentajes de 4.7%, 8% y 11.5%, en las diferentes edades del fraguado de 7d, 14d y 28d, y ello se establece según la norma NTP 339.078 norma técnica peruana que nos ayuda en la resistencia a flexión.

Objetivo específico 4

Analizar el costo de producción del concreto de $f'c=210$ kgf/cm² al adicionar la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Puno – Perú, 2023.

Para el análisis del costo de producción del concreto con la adición de la ceniza de Kikuyo, se tendrá que evaluar y comprar los costos unitarios del concreto patrón y de las distintas proporciones de adición de ceniza de Kikuyo y poder determinar si el costo de producción será factible dentro de esta investigación.

3.4.3. Procedimiento para el análisis de información

La información recolectada en los ensayos realizados en laboratorio son datos importantes para nuestra investigación, por ello dichos datos se llevaron a un computador, para poder optimizar el análisis de los datos y realizar el trabajo de gabinete adecuado. De esta manera, se logró ordenar y generar un análisis los datos de forma objetiva a través del programa Ms Excel qué dentro de este programa se trabajó mediante hojas de cálculo y posteriormente generar gráficos donde se pudo comparar la información obtenida y luego analizar los resultados, dichos resultados fueron sometidos a un análisis y se tuvo en cuenta la normatividad establecida para el diseño de un concreto de $f'c = 210$ kgf/cm².

3.4.4. Ensayos

EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Los agregados utilizados en este proyecto de investigación son empleados de la cantera ubicada en Cutimbo que se encuentra situada a 22 km de la ruta de Puno a Moquegua exactamente en distrito de Pichacani, donde los agregados sacados de esta cantera serán utilizados en el laboratorio para los ensayos correspondientes para esta investigación donde serán analizados para su clasificación concorde a la norma ASTM y NTP.

Figura 13.

Imagen de referencia satelital de la cantera ubicada en Cutimbo.



Fuente: Google Earth

Granulometría del agregado grueso.

Para determinar la granulometría de los agregados gruesos se utilizó las especificaciones que están de acuerdo con las normas establecida en la ASTM C 33 y NTP 400.037, es aquí donde se puede determinar el tamaño nominal del material en estudio en este caso el agregado grueso y ello será apreciado en la tabla del análisis granulométrico valores hallados en laboratorio y así se generó en la figura 14 de la curva granulométrica.

Tabla 13.

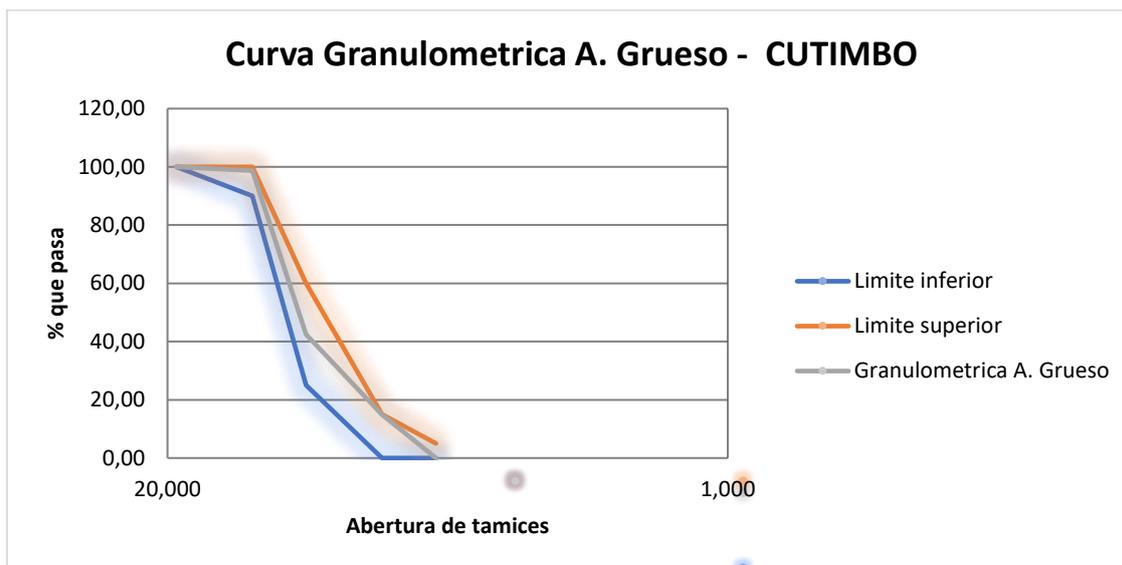
Análisis granulométrico del agregado grueso.

CANTERA " CUTIMBO "					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 3.5 Kg					
TAMIZ		Peso	Peso	Retenido	Pasante
Pulg.	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Acumulado
		(gr)	(%)	(%)	(%)
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,050	48,00	1,37	1,37	98,63
1/2"	12,700	1965,00	56,14	57,51	42,49
3/8"	9,525	967,00	27,63	85,14	14,86
# 4	4,760	520,00	14,86	100,00	0,00
FONDO		0,00	0,00	0,00	100,00
TOTAL		3500,00	100,00	-	-

En esta tabla observamos que de una muestra de 3500gr de agregado grueso sometido a un análisis granulométrico establecido en la norma NTP y ASTM C 33, se consiguió que el tamaño nominal será de $\frac{3}{4}$ ".

Figura 14.

Curva granulométrica del agregado grueso.



La figura nos muestra la curva granulométrica determinada por los datos determinados en el ensayo de laboratorio y está dentro del rango establecido de los procesos y datos específicos de las normas técnica peruana 400.037 y la norma ASTM C 33.

Granulometría del agregado fino.

De la misma manera para poder determinar la granulometría de los agregados finos se utilizó las especificaciones que están de acuerdo con las siguientes normas tales como la norma ASTM C 33 y NTP 400.037 que nos ayudó a determinar el módulo de finura y todos los porcentajes retenidos y residuales en cada tamiz o malla empleada y ello se observa en la tabla del análisis granulométrico y con los valores obtenidos del ensayo se pudo graficar la curva granulométrica.

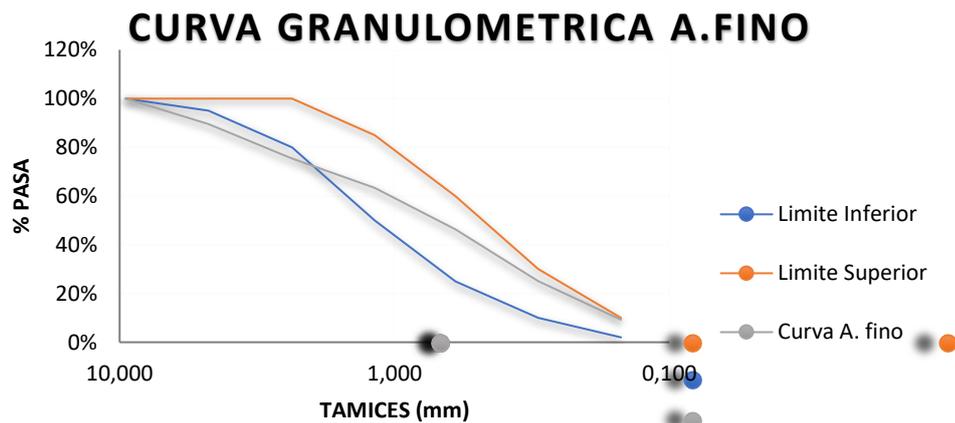
Tabla 14.

Análisis granulométrico de agregados finos.

CANTERA "CUTIMBO"					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 500 gr					
TAMIZ		Peso	Peso	Retenido	Pasante
Pulg.	mm	Retenido	Retenido (%)	Acumulado	Acumulado
		(Kg)		(%)	(%)
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 04	4,750	52,12	10,42	10,42	89,58
N° 08	2,360	70,93	14,19	24,61	75,39
N° 16	1,180	60,08	12,02	36,63	63,37
N° 30	0,600	85,03	17,01	53,63	46,37
N° 50	0,300	106,18	21,24	74,87	25,13
N° 100	0,150	79,40	15,88	90,75	9,25
N° 200	0,075	28,30	5,66	96,41	3,59
FONDO		17,96	3,59	100,00	0,00
TOTAL		500,00	100,00	-	-

Figura 15.

Curva granulométrica del agregado fino.



$$m_{fa} = \frac{\sum \% \text{ acumulados retenidos } (\#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100)}{100} \quad (1)$$

Dentro de la norma NTP 400.037 se establece las características de los agregados finos y agregados gruesos para el uso en el diseño de concreto donde en dicha norma se indica diferentes procedimientos recomendados para tener un lavado de la arena fina óptimo y dependiendo de la cantidad de agregado que pasa por el tamiz o por la malla número 200 este se va encuentra inmerso en los límites de graduación establecidos en un módulo de fineza.

Materiales y equipos

- Agregado grueso
- Agregado fino
- Balanza
- Tamices
- Horno

Tabla 15.

Cantidad mínima de muestra de agregado grueso según su tamaño máximo nominal.

Tamaño Máximo Nominal		Cantidad mínima de la muestra de ensayo
Abertura Cuadrada		
mm	pulg	kg
9,5	3/8	1
12,5	1/2	2
19,0	3/4	5
25,0	1	10
37,5	1 ½	15
50,0	2	20
63,0	2 ½	35
75,0	3	60
90,0	3 ½	100
100,0	4	150
125,0	5	300

Fuente: NTP 400.012, 2013

Procedimiento

- Se genero una reducción de la muestra a el tamaño que se usara en los ensayos haciendo uso del método del cuarteo que está establecido dentro de la norma NTP

400.043 (2015) que indica que la muestra debe estar encima de una superficie estabilizada y nivelada y sobre todo ordenada, se tienen que poner la muestra en forma cónica vertical, después generamos presión sobre la en montículo cónico con una cuchara metálica hasta llegar a tener las dimensiones deseadas por la norma para luego ser dividido en 4 secciones similares. Este procedimiento es repetitivo hasta llegar a reducir el material al tamaño necesario especificado en la normatividad.

- La muestra en estudio debe ser sometido a un secado mediante un horno con una temperatura constante.
- Se tiene que seleccionar los tamaños de las muestras según los tamices idóneos.
- Se estableció todos los tamices en un orden determinado en este caso en orden decreciente según su abertura, paso a seguir el material fue puesto en la parte superior del tamiz.
- Casi ya para terminar, se generó una vibración constante en los tamices de forma manual por un lapso necesario.
- Al final se tiene que pesar el contenido retenido en todos los tamices.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS SECOS - NTP 339.185, 2013.

El contenido de agua dentro del material ente caso de la grava o arena se establece por el peso en su estado seco de la muestra en estudio así poder comprobar antes de realizar el mezclado el concreto y poder ajustar las cantidades o porcentajes de humedad en estudio o la cantidad o porcentaje de agua que se colocan en la mezcla de hormigón.

Usando la siguiente muestra:

$$P = \frac{W - D}{D} * 100 \quad (2)$$

Donde:

P = Humedad de la muestra (%)

W = Peso húmedo de la muestra (gr)

D = Peso seco de la muestra (gr)

Tabla 16.

Contenido de humedad del agregado fino.

MUESTRA: ARENA	
N° de tarro	1
Peso de la muestra húmeda + tarro(gr)	828.55
Peso de la muestra seca + tarro(gr)	801.84
Peso del tarro (gr)	54.30
Peso de la muestra húmeda (gr)	774.25
Peso de la muestra seca (gr)	747.54
Peso del agua (gr)	26.71
% HUMEDAD	3.57

Tabla 17.

Contenido de humedad del agregado grueso.

MUESTRA: ARENA	
N° de tarro	2
Peso de la muestra húmeda + tarro(gr)	1015.30
Peso de la muestra seca + tarro(gr)	992.14
Peso del tarro (gr)	52.92
Peso de la muestra húmeda (gr)	962.38
Peso de la muestra seca (gr)	939.22
Peso del agua (gr)	23.16
% HUMEDAD	2.47

Materiales, equipos y herramientas

- Agregado
- Balanza

- Horno
- Recipiente
- Revolvedor

Tabla 18.

Masa mínima de muestra de acuerdo con el tamaño máximo nominal del agregado.

Tamaño máximo nominal de agregado		Masa mínima de la muestra de agregado
mm	pulg	kg
4,75	0,187 (Nº 4)	0,5
9,50	3/8	1,5
12,50	1/2	2,0
19,00	3/4	3,0
25,00	1	4,0
37,50	1 ½	6,0
50,00	2	8,0
63,00	2 ½	10,0
75,00	3	13,0
90,00	3 ½	16,0
100,00	4	25,0
150,00	6	50,0

Fuente: NTP 339.185 ,2013

Procedimiento

- Se tiene que determinar el volumen total de la muestra empleado para el estudio.
- Luego, se pasa por un proceso de deshidratación de la muestra en un envase y este secado debe ser mediante un horno colocando la muestra con delicadeza y con cuidado de no echar o generar desperdicio de la muestra.
- La masa de la muestra en estudio se puede determinar cuando el calor cause la pérdida adicional de masa menor al 0.1porciento establecido.

PESO UNITARIO DE AGREGADOS - NTP 400.017, 2011.

El peso unitario o densidad de masa del material en estudio en este caso de los agregados en estado suelto se obtendrá mediante la división del volumen de los agregados acumulados al ser colocados al límite superior del envase utilizado y

nivelando con una barra de tamaño pequeño obteniendo el peso por unidad mediante la compactación en una secuencia de golpes por capas según la norma en este caso 25 apisonamientos por cada capa teniendo un total de 3 capas con de una varilla de 60cm de longitud y 16mm de diámetro estando en la última capa compactada se nivelará los excesos.

Tabla 19.

Peso unitario suelto del agregado grueso.

DENSIDAD MÍNIMA AGREGADO (GRAVA)			
Peso del envase	5090 gr	5090 gr	5090 gr
Volumen del envase	6797 cm ³	6797 cm ³	6797 cm ³
Colocación de muestra en el envase	Caída libre	Caída libre	Caída libre
Peso del envase + muestra suelta	13882.00 gr	13871.00 gr	13829.00 gr
Peso de la muestra suelta	8792.00 gr	8781.00 gr	13829.00 gr
Densidad mínima de la muestra seca	1.294 gr/cm ³	1.292 gr/cm ³	1.286 gr/cm ³
Promedio	1.290 gr/cm³		

Tabla 21.*Peso unitario compactado del agregado grueso.*

DENSIDAD MAXIMA AGREGADO (GRAVA)			
Peso del envase	5090 gr	5090 gr	5090 gr
Volumen del envase	6797 cm ³	6797 cm ³	6797 cm ³
Numero de capas	3	3	3
Numero de golpes por capas	25	25	25
Peso del envase + muestra compactada	15102.00 gr	14964.00 gr	15058.00 gr
Peso de la muestra compactada	10012.00 gr	9874.00 gr	9968.00 gr
Densidad máxima de la muestra seca	1.473 gr/cm ³	1.453 gr/cm ³	1.467 gr/cm ³
Promedio	1.464 gr/cm³		

Tabla 22.*Peso unitario suelto del agregado fino.*

DENSIDAD MÍNIMA AGREGADO (ARENA)			
Peso del envase	6600 gr	6600 gr	6600 gr
Volumen del envase	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
Colocación de muestra al envase	Caída libre	Caída libre	Caída libre
Peso del envase + muestra suelta	9835.00 gr	9830.00 gr	9843.00 gr
Peso de la muestra suelta	3235.00 gr	3230.00 gr	3243.00 gr
Densidad mínima de la muestra seca	1.557 gr/cm ³	1.555 gr/cm ³	1.561 gr/cm ³
Promedio	1.558 gr/cm³		

Tabla 23.*Peso unitario compactado del agregado fino.*

DENSIDAD MAXIMA AGREGADO (ARENA)			
Peso del envase	6600 gr	6600 gr	6600 gr
Volumen del envase	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
Numero de capas	3	3	3
Numero de golpes por capas	25	25	25
Peso del envase + muestra compactada	10112.00 gr	10092.00 gr	10083.00 gr
Peso de la muestra compactada	3512.00 gr	3492.00 gr	3483.00 gr
Densidad máxima de la muestra seca	1.691 gr/cm ³	1.681 gr/cm ³	1.677 gr/cm ³
Promedio		1.483 gr/cm³	

Materiales, equipos y herramientas

- Agregado
- Balanza
- Barra compactadora
- Recipiente de medida
- Pala de mano
- Equipo de calibración

Tabla 24.*Capacidad mínima del recipiente.*

Tamaño máximo nominal del agregado		Capacidad del recipiente	
mm	pulg	L	m ³
12.5	1/2	2.8	0.0028
25.0	1	9.3	0.0093
37.5	1 ½	14	0.0140
75.0	3	28	0.0280
100.0	4	70	0.0700
125.0	5	100	0.1000

*Fuente: NTP 400.017 (52).***Procedimiento:**

- Se debe de tener a la mano las muestras para el ensayo
- Se tiene que generar una extracción del material y tener preparada la muestra que será empleada en la prueba siguiendo las especificaciones del procedimiento según la normatividad.
- El material utilizado para esta prueba tendrá un porcentaje del 125 al 200 referente al total del material. La muestra empleada para el ensayo será de aproximadamente 125 a 200 por ciento necesaria según la norma y dicha muestra será sacada con una temperatura constante quitando toda la humedad de la muestra.

PESO ESPECÍFICO, DENSIDAD RELATIVA Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO EN CONCORDANCIA A LA NTP 400.021, 2013.

El peso específico y absorción del agregado grueso se determina por los volúmenes de gravas como también para los porcentajes de retención y absorción que tiene l grava en estudio dichos resultados obtenidos tienen inferencia en el diseño que se determinó en el estudio de la mezcla del concreto.

Peso específico y absorción del agregado grueso

Peso específico:

$$Pe = \frac{B}{Wc + B - W} \quad (3)$$

$$Wc + B = 2243$$

$$Wc + B - W = 310$$

$$Pe = \frac{800}{310} = 2.58 \text{ gr/cm}^3$$

Absorción:

$$Abs = \frac{(B - A) * 100}{A} \quad (4)$$

$$B - A = 14.48$$

$$Abs = \frac{(14.48) * 100}{785.52} = 1.84\%$$

Datos:

A= Peso de muestra secada al horno = 785.52

B= Peso de muestra saturada seca (sss) = 800.00

Wc= Peso del picnómetro con agua = 1443.20

W= Peso del Pic. + muestra + agua = 1933.22

Materiales, equipos y herramientas

- Agregado
- Balanza
- Canasta de alambre

- Tanque de agua
- Tamices: El tamiz que se empleara se de 4.75 mm, también, conocida como el tamiz N° 4 y, también, se usaran distintos tamaños según sea requerido para el ensayo.
- Estufa: De un tamaño suficiente y necesario para tener una temperatura constante de 110 °C ± 5 °C.

Tabla 25.

Masa mínima nominal de acuerdo con el tamaño máximo para la muestra de ensayo.

Tamaño máximo muestra de ensayo		Masa mínima de nominal
mm	pulg	Kg
12,5	1/2 o menor	2
19,0	3/4	3
25,0	1	4
37,5	1 ½	5
50,0	2	8
63,0	2 ½	12
75,0	3	18
90,0	3 ½	25
100,0	4	40
125,0	5	75

Fuente: NTP 400.021 (53).

Procedimiento

- Se emplea la estufa para el secado de la muestra.
- La temperatura debe ser la indicada para su manejo adecuado de la muestra y se tenga facilidad en su manejo.
- El material usado deberá de ser introducido en un envase de agua y este envase deberá estar con una temperatura constante por un lapso de 24 h más menos 4 h aproximadamente.
- Luego del anterior procedimiento, la muestra debe ser sacada del agua y se tiene que poner sobre un trapo para poder ser secada adecuadamente.

- Al final, se debe de secar la muestra empleada para el ensayo con una estufa y de esa manera determinar su masa.

PESO ESPECÍFICO, DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO EN CONCORDANCIA A LA NTP 400.022, 2013.

La norma establece que el peso específico y la absorción adecuada para los agregados finos como en este caso la arena se sacara dependiendo de su peso específico saturado y considerando su porcentaje de absorción en in tiempo predeterminado según la norma de 24 horas, donde se usara el ensayo para conocer el peso específico en condiciones secas de la muestra en estudio sabiendo el aparente peso específico se y su supuesto peso específico con la absorción en el agregado fino todos esos datos obtenidos nos llevara a poder corregir el cálculo del diseño de mezcla en estudio para esta investigación que se empleara para el control de igualdad en las características física del concreto.

Peso específico y absorción del agregado fino.

Peso específico:

$$Pe = \frac{B}{Wc + B - W} \quad (5)$$

$$Wc + B = 1943$$

$$Wc + B - W = 198$$

$$Pe = \frac{500}{198} = 2.53 \text{ gr/cm}^3$$

Absorción:

$$Abs = \frac{(B - A) * 100}{A} \quad (6)$$

$$B - A = 14.11$$

$$Abs = \frac{(14.11) * 100}{485.89} = 2.90\%$$

Datos:

A= Peso de muestra secada al horno = 485.89

B= Peso de muestra saturada seca (sss) = 500.00

Wc= Peso del picnómetro con agua = 1443.20

W= Peso del Pic. + muestra + agua = 1745.20

Materiales, equipos y herramientas

- Balanza
- Fiola
- Molde metálico
- Barra compactadora de metal
- Horno y Estufa

Procedimiento gravimétrico

- Se tiene que llenar de manera parcial con H2O el matraz aforado.
- Después, se debe de introducir 500 gramos del agregado fino saturado superficialmente seco.
- Se tiene que adicionar el H2O hasta llegar a un 90 por ciento de toda la capacidad del envase.
- Para eliminar todas las burbujas de aire dentro de la muestra sé que hacer girar el matraz en la superficie de la muestra y a sí retirar todas las burbujas de aire generadas durante el ensayo.

- Se tiene que determinar el total del volumen de la fiola con la muestra de los agregados y el H₂O.
- El agregado fino debe de ser retirado del matraz para su uso posterior, dicha muestra será colocada en el horno con una temperatura constante.
- Al final, se determinará el volumen del matraz totalmente revasado con H₂O hasta llegar a los 500 cm³ y a una temperatura de 23 °C ± 2 °C.

DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO POR EL MÉTODO - ACI 211.

El cálculo de la resistencia a la compresión promedio requerida (f'_{cr}).

El requerimiento promedio de la resistencia de los especímenes sometidos a compresión $f'_{c} = 210 \text{Kgf/cm}^2$ a los 28 días donde se tendrá como resistencia promedio $f'_{cr} = 294 \text{Kgf/cm}^2$.

Tabla 26.

Resultados de laboratorio.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P. e de solidos		
P. e SSS	2.58	2.53
P. e Bulk		
P. U. Varillado	1464	1683
P. U. Suelto	1290	1558
% de Absorción	1.84	2.90
% de Humedad Natural	2.47	3.57
Módulo de Fineza		2.91

Tabla 27.

Resistencia del concreto sometida a compresión promedio de acuerdo con la resistencia especifica a la compresión.

Resistencia especificada a la compresión ($f'c$), kg/cm²	Resistencia promedio requerida a la compresión ($f'cr$), kg/cm²
Menos de 210	$f'c + 70$
210 - 350	$f'c + 84$
Mayor de 350	$1.10f'c + 50$

Fuente: ACI Comité 318 (34).

Selección del asentamiento

Las condiciones dentro del estudio se tendrá una colocación que permite un asentamiento de 3" a 4" que son (76.2 mm a 101.6 mm).

Tabla 28.

Asentamientos máximos y mínimos de acuerdo con los tipos de construcción.

Tipos de construcción	Asentamiento (pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
Cimentación simple, cajones y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y losas	3	1
Concreto masivo	2	1

Fuente: ACI Comité 211 (35).

Cálculo del volumen unitario de agua

El concreto en estudio estará expuesto al intemperismo severo, donde la aproximada cantidad o porcentaje de agua de mezclado que se usará para generar el asentamiento adecuado será de 205 Lt/m³.

Tabla 29.

Contenido de agua en el concreto para tamaños máximos de los agregados con referencia a su asentamiento.

Agua, kg/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y asentamientos indicados								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	----

Fuente: ACI Comité 211 (35).

Cálculo del contenido de aire atrapado

Como el concreto siempre está relacionado con el intemperismo que puede sufrir en este caso el intemperismo será severo y se considerará un contenido de aire retenido en la muestra 2.0 por ciento.

Tabla 30.

Aire atrapado en el concreto de acuerdo con el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
pulg	%
3/8	3.0
1/2	2.5
3/4	2.0
1	1.5
1 1/2	1.0
2	0.5
3	0.3
6	0.2

Fuente: ACI Comité 211 (35).

Determinar la relación agua-cemento (a/c)

Se considerará que el diseño del concreto no estará sometido por sulfatos, entonces, la relación agua/cemento será de:

$$\frac{a}{c} = 0.55 \quad (7)$$

Datos:

a= agua

c= cemento

Tabla 31.

Relación entre el agua y el material cementante en relación de la resistencia del concreto sometida a compresión.

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (kg/cm2)	Relación agua cemento, en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	0.28
400	0.43	0.34
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: ACI Comité 211 (35).

Teniendo la información de la cantidad aproximada de agua y el porcentaje de aire atrapado el requerimiento de cemento será lo siguiente:

$$\frac{205\text{Lt}/\text{m}^3}{0.55} = 373\text{Kg}/\text{m}^3 \quad (8)$$

Datos:

Cantidad de agua aproximada= 205ltm³

Porcentaje de aire atrapado= 0.55

Determinar el volumen de agregado grueso

Teniendo en consideración que el módulo de fineza del agregado fino es de 2.91 el peso específico unitario hallado del agregado grueso es de 1464 Kgf/m³ y un agregado grueso específico con un tamaño máximo nominal de ¾" o de 19.05 mm se recomienda el uso de 0.609 m³ de un agregado grueso que se utilizara por m³ de concreto.

$$(0.6091) * (1464) = 892 \text{ Kgf/m}^3 \quad (9)$$

Datos:

$$\text{Agregado por m}^3 = 0.609 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso esp. unitario del agregado grueso varillado – compactado} = 1464 \text{ Kgf/m}^3$$

Tabla 32.

Volumen de agregado grueso compactado y seco de diferentes módulos de finura de acuerdo con el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso, pulg	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finura del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½	0.75	0.73	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.82	0.80	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI Comité 211 (35).

Con los parámetros de los valores del cemento, del agregado grueso y el agua ya determinados nosotros podemos considerar el valor aproximado del contenido de aire que se encuentre atrapado y de esa manera calcular el contenido de arena de la siguiente forma:

$$\text{Volumen abs. de agua} = (205)/1000 = 0.205 \quad (10)$$

$$\text{Volumen abs. de cemento} = (373)/(2.88 * 1000) = 0.129 \quad (11)$$

$$\text{Vol. abs. agregado grueso} = (892)/(2.58 * 1000) = 0.346 \quad (12)$$

$$\text{Volumen de aire atrapado} = (2.0)/100 = 0.020 \quad (13)$$

$$\text{Volumen sub total} = 0.700 \quad (14)$$

Volumen absoluto de arena

Por tanto, el peso requerido de arena seca será:

$$(1.000 - 0.700) = 0.300m^3 \quad (15)$$

Entonces:

$$\text{Volumen abs. de arena} (0.300) * (2.53) * 1000 = 758 \text{ Kg}/m^3 \quad (16)$$

De acuerdo con las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas por los agregados:

$$\text{Agregados gruesos humedo} = (892) * (1.025) = 914 \text{ Kg} \quad (17)$$

$$\text{Agregados fino humedo} = (758) * (1.036) = 785 \text{ Kg} \quad (18)$$

Tabla 33.*Dosificación.*

Agregado	Dosificación en peso seco	Proporción en volumen	Dosificación en peso húmedo	Proporción en volumen
	(Kgf/m ³)	Peso seco	(Kgf/m ³)	Peso húmedo
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	194	0.52
Agreg. Grueso	892	2.39	914	2.45
Agreg. Fino	758	2.03	785	2.11
Aire	2.0%		2.0%	

8.77 bolsas/m³ de cemento**Dosificación por peso:**

Cemento :42.50Kg.

Agregado fino húmedo :89.48

Agregado grueso húmedo :104.19

Agua efectiva :22.16Kg

Dosificación por tandas

Para mezcladora de 9 pies 3

1.0 bolsa de cemento:**redondeado**

- 2.03 p3 de arena

2.0 p3 de arena

- 2.85 p3 de piedra chancada

2.9 p3 de piedra chancada

- 22 Lt de agua

22 Lt de agua

PROCESO DE CURADO DE LA MUESTRAS DE CONCRETO SEGÚN LA NTP 339.183, 2013.

Aparatos y herramientas

- Moldes cilíndricos
- Varilla de compactación
- Martillo de goma
- Recipiente de muestreo y mezclado
- Mezcladora de concreto
- Mezclado del concreto tradicional
- En el procedimiento de mezclado de la muestra, se debe de añadir el agregado con agua para luego agregar el cementante juntamente con el agregado fino momentos antes de empezar con el uso de la mezcladora regularizando el agua y adicionando aditivos si fuese el caso.
- Una vez ya mezclado los materiales o ingredientes se tiene que mezclar por al menos de 3 min. En estado de reposo y al final por 2 min. de mezclado.
- Se tiene que remezclar en el envase con la herramienta denominada cucharón hasta que se pueda ver una segregación en la eliminación.

Elaboración de las muestras de concreto con forma cilíndrica

- Las dimensiones del espécimen: con una longitud debe ser dos veces el diámetro del espécimen.
- Lugar de moldeo: tiene que ser cercal de la ubicación en donde se almacenaran por un periodo de 24 horas.
- Moldeo: se recomienda no mover ni generar vibración al contorno superior del molde en uso justamente en el momento de la descarga para no tener problemas con la segregación.

- Cantidad de capas: para el número de capas, se recomienda seguir la norma establecida para ello y las recomendaciones que se hace en dicha norma para las muestras cilíndricas.

Tabla 34.

Número de capas necesarias de acuerdo con el tamaño del espécimen.

Tamaño de espécimen, mm (pulg)	Modo de consolidación	Número de capas de aproximadamente igual profundidad
75 a 100 (3 o 4)	Varillado	2
150 (6)	Varillado	3
225 (9)	Varillado	4
Más de 225 (9)	Varillado	2

Fuente: NTP 339.183 (54).

- Varillado: la cantidad de varilladas que se van a dar a la muestra debe estar establecido en la norma y, también, referenciado en la *Tabla 19 donde se debe de considerar el tamaño de la avarilla.*
- Acabado: se tiene que enrasar toda la superficie con una herramienta recomendada según la norma en este caso con la varilla que se utiliza para la compactación.

Tabla 35.

Número de golpes por capa de acuerdo con el tamaño del espécimen.

Diámetro del cilindro, mm (pulg)	Diámetro de la varilla, mm (pulg)	Número de golpes por capa
75 (3) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75

Fuente: NTP 339.183 (54).

- El proceso de curación del espécimen. Se tiene que desmoldar todas las muestras luego de las 24 h \pm 8 h luego del vaciado del concreto, luego de su desmoldeado todas las muestras tienen que ser sumergidas en agua por un periodo necesario según la norma.

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO, EJECUCIÓN DE LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO ÍNSITO SEGÚN LA NTP 339.035, 2009.

Materiales, equipos y herramientas

- Molde
- Barra compactadora
- Dispositivo de medida
- Cucharón

Procedimiento

- La colocación del espécimen debe de ser sobre una superficie con ciertas características como una superficie que sea rígida, que no tenga la capacidad de absorción de líquidos y que este humectada.
- Según lo establecido en la norma el molde o envase, se debe de llenar con 3 capas y, de esa manera, igualar el volumen con el uso de un cucharón, luego de ello se procede a vaciar con movimientos constantes del cucharón y de forma reducir la segregación del espécimen.
- Según la norma, se tiene que dar 25 golpes para cada capa que se vaya rellenado generando una compactación constante en cada capa realizada y esto se compactara de forma espiral.
- Casi al finalizar con la compactación del molde, se debe de rellenar en exceso para que la última capa de compactación sea adecuada y no falte material para rellenar el molde.

- Una vez culminada con la última capa debemos de mantener de manera firme el molde para proceder con la eliminación del material que pueda llegar a sobrar en el molde.
- Luego, se debe de levantar el molde lentamente de forma vertical con una altura de 300 mm en $5 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$ dicho proceso se debe de realizar sin tener interrupciones como mínimo en un plazo de 2.5 min.
- Finalmente, se procede a tomar medida del asentamiento con la varilla usada para el relleno del molde, dicha medida se mediará desde el material asentado hasta el borde superior del molde de forma cónica.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO - NTP 339.034, 2015.

Aparatos:

- **Máquina para ejecutar la prueba:** la máquina utilizada para este ensayo tendrá una capacidad necesaria y será capaz de tener velocidades necesarias para su desempeño dicha maquina deberá ser movida por medio de energía y se debe de aplicar una carga continua sin detenimiento ni intermitencia y debe tener sola velocidad de carga.

Procedimiento:

- Este procedimiento se hará luego de una hidratación por edades de las muestras en estudio dicho procedimiento deberá de hacerse de manera inmediata luego de sacarlos de su proceso de hidratación por etapas.
- Los especímenes o muestras utilizadas deben de ser protegidas de la pérdida de humedad que se pueda generar en el procedimiento establecido por cualquier método utilizado para estos fines es conveniente que, en esta etapa, del retiro de las muestras del reservorio, las muestras o especímenes deben de ser y deben de estar sometidas a condiciones húmedas.

- Todas las muestras o especímenes utilizadas dentro del ensayo surgen para determinar la edad de ensayo que serán sometidas a fracturas dentro de un periodo de tiempo que sea permisible y tolerante como se observa a continuación:

Tabla 36.

Sugerencia de la edad del concreto para los ensayos.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24h	± 0.5h o 2.1%
3d	± 2h o 2.8%
7d	± 6h o 3.6%
28d	± 20h o 3.0%
90d	± 48h o 2.2%

Fuente: NTP 339.034 (37).

- Se debe de ubicar la muestra sometida a la rotura encima del cabezal de la máquina empleada para el ensayo según la norma. Se debe de limpiar todas las áreas que tuvieron contacto de los bloques en su parte superior e inferior, todas las muestras o especímenes del ensayo deben de ser colocadas encima del bloque inferior de rotura colocando de manera cuidadosa.
- La carga utilizada de ser continua sin pausar hasta llegar a su rotura de la muestra.
- La carga en el ensayo de compresión aplicada a la muestra debe de ser observada en la máquina hasta visualizar el indicador en el momento de la falla o rotura de la muestra y esperar que la muestra tenga una fractura bien definida.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO DEL TRAMO - NTP 339.079, 2012.

Aparatos

- **Máquina para la prueba de flexión**, esta máquina se usa para la prueba de flexión se debe de ajustar a los requisitos establecidos por la norma dicha maquina según

la norma se indica la verificación de intervalos de tiempos y, también, las correcciones que se debe hacer en la prueba determinadas por la norma ASTM E4.

- **Aparato de carga**, con una carga ubicada en el centro del tramo que deben de ser casi iguales como se muestra en la Figura 16 y las distancias entre los apoyos deben de ser similares y constante, la posición adecuada del bloque con una ubicación central de carga debe de soportar y tener una tolerancia de $\pm 1,0$ mm.

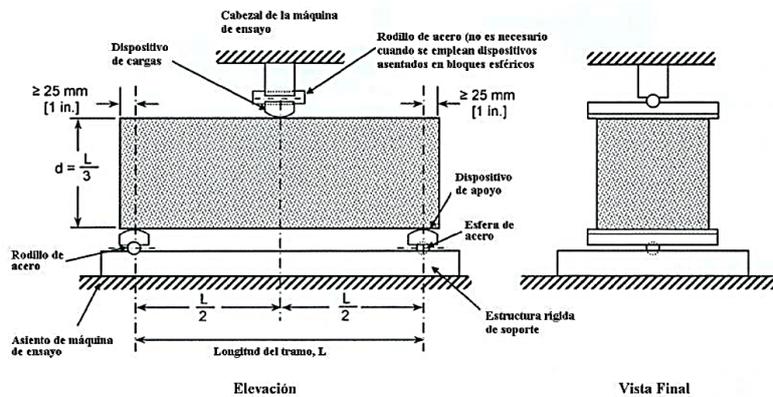
La muestra utilizada para la prueba de flexión debe estar bien centrada en el aparato donde se tendrá 2 cargas inferiores de forma paralela y una carga superior en el centro de la muestra y la distancia horizontal debe guardar relación con la fuerza de la carga ubicada a una altura de la viga será de $1,5 \pm 2\%$.

Las muestras o especímenes de bloques sometidos a carga no tendrán más de 65 mm de altura y todas las muestras deberán de tener esa dimensión estándar según la norma, cada superficie que se tendrá que apoyar y estar junto con la viga en estudio y no se debe de generar una separación de un plano no mayor de 0,05 mm, los rodillos de la maquina tendrán una forma cilíndrica y ser ubicadas en su eje del instrumento según se vea por conveniente.

Para la prueba de flexión, se deberá de considerar el ángulo establecido según la norma para el contacto con la superficie de forma curva que será de 45° como mínimo, dichos especímenes para el ensayo de bloques concreto deben de tener una posición vertical ósea deben estar parados sobre la maquina y en estar junto con el rodillo o rótula esférica del instrumento, este rodillo tiene una ubicación centrada con relación del bloque como se observa en la Figura 16.

Figura 16.

Diagrama de la prueba de flexión del uso correcto del dispositivo para la carga en el punto medio del concreto.



Fuente: NTP 339.079 (55).

Procedimiento

- La muestra debe pasar por un proceso de curado a diferentes etapas o edades y dicha prueba se debe ser luego de sacarlas de la zona de curado.
- Se tiene que generar una rotación de la probeta al lado donde se posiciona el moldeado y se coloca de manera céntrica sobre los especímenes o bloques de soporte, se debe de poner el bloque empleado colocando una fuerza en contacto directo con la parte superficial del espécimen y tenemos que aplicar una fuerza en relación con el 3 por ciento y una carga máxima del 6 por ciento.
- Se tiene que usar medidores de espesores en este caso con un tipo específico y este es una lámina de 0,10 mm y 0,40 mm que nos ayudara a determinar si hay un vacío entre el espécimen y el bloque en estudio donde se aplicara una fuerza y los elementos de apoyo deben ser de tamaño variable según sea su medidor. Haciendo uso de medidores con espesores diferentes de tipo lámina con espesores específicos de 0,10 mm y 0,40 mm se puede determinar si es posible la existencia de algún vacío entre el espécimen y el bloque en el cual se aplicara la carga, si durante el ensayo la viga y las placas no llegan a juntarse será necesario utilizar tiras de cuero y así poder eliminar toda la posible diferencia que puede estar dentro del parámetro de 0,10 mm, todas las

irregularidades encontradas deben ser eliminadas y dichas irregularidades no deben ser más de 0,40 mm dentro de un proceso de esmerilado aplicado a las muestras. El pulimento de todas las caras laterales debe de disminuirse lo más que se pueda porque las irregularidades pueden generar cambios en las características físicas de la viga en estudio y el refrentado se tiene que hacer según la norma NTP 339.037.

- La carga de la viga tiene que ser empleada de forma continua y sin ningún tipo de impactos donde se aplicara la fuerza con una velocidad constante hasta llegar al momento de la rotura donde llegue a incrementar el esfuerzo entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS

Dentro de este capítulo, veremos los resultados y la discusión donde se desarrollará los objetivos específicos con los datos obtenidos en los diferentes ensayos que se realizó para esta investigación.

Objetivo específico 1

Analizar los procedimientos de obtención de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y sus propiedades químicas, Puno – Perú, 2023.

Procedimiento de obtención de la ceniza de Kikuyo

Se procedió a obtener y recolectar el Kikuyo dentro de la región de Puno donde existe una sobre población de esta planta en los parques o lugares de recreación, por su fácil y agresiva extensión es muy fácil conseguir este material, ya que existe en toda la ciudad.

Figura 17.

Recolección de materia prima - Kikuyo.



Fuente. Municipalidad provincial de puno

Figura 18.

Selección de materia prima - Kikuyo.



La ceniza de Kikuyo se obtuvo mediante su calcinación en un horno artesanal donde la temperatura llega a más de 550 °C adecuada para eliminar todo rastro de materia orgánica del Kikuyo por un periodo de 1 hora de calcinación, teniendo que esperar por otro lapso de aproximadamente 12 horas para su enfriamiento y recolección del horno para luego llevarlo a un procedimiento de tamizado y así ser utilizado en nuestro diseño de concreto en los porcentajes en estudio.

Figura 19.

Calcinación del Kikuyo.



Figura 20.

Obtención de la ceniza de Kikuyo.



Propiedades químicas

Luego de la obtención de la ceniza de Kikuyo mediante su calcinación, la ceniza se llevó a un laboratorio para poder conocer sus propiedades químicas para conocer si es adecuada para la adicción al concreto de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.

Tabla 37.

Resultado del análisis de laboratorio de la ceniza de Kikuyo.

Código Interno L.A.S.	(c)	(c)	(c)	*592								
	Nombre de Muestra	Proced. de Muestra	Descrip. de Muestra	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Fe ₂ O ₃ %	K ₂ O %	LOI %	MgO %	Mn ₂ O ₃ %	Na ₂ O %	SiO ₂ %
MN23009778	DE CENIZA KIKUYO	PUNO	CENIZA	7,47	30,07	2,45	7,82	28,69	2,54	0,32	1,66	16,62

Fuente: Laboratorio analíticos del sur E.I.R. Ltda. Arequipa.

Según la interpretación de los resultado obtenidos del laboratorio encargado del análisis de la ceniza de Kikuyo, algunos compuestos que se encuentran dentro del este, donde según la norma ASTM C 618 existen algunos compuestos que según la norma su presencia de estos compuestos dentro de la ceniza determinan su uso para el concreto que son (SiO₂), (Al₂O₃), (Fe₂O₃) conjuntamente con el porcentaje de cal dentro de este que presenta de 15 y 30% y en dentro del análisis del laboratorio nuestra

muestra de ceniza tiene un porcentaje de 30.07% de cal , según se observa dentro de la normatividad y son consideradas como cenizas sulfocalcicas según la y ASTM C 618.

Objetivo específico 2

Determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades físicas del concreto $f'_c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023

Temperatura

Teniendo el concreto ya mezclado se coloca el termómetro dentro de la mezcla a una profundidad de 3 pulgadas durante aproximadamente 2 a 3 min esperando que la temperatura se estabilice para luego tomar las lecturas del termómetro.

Figura 21.

Obtención de datos de temperatura del concreto.

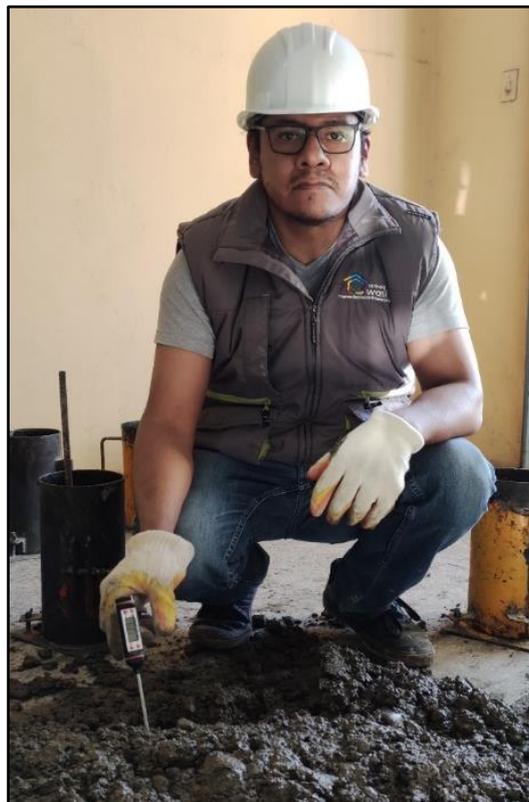


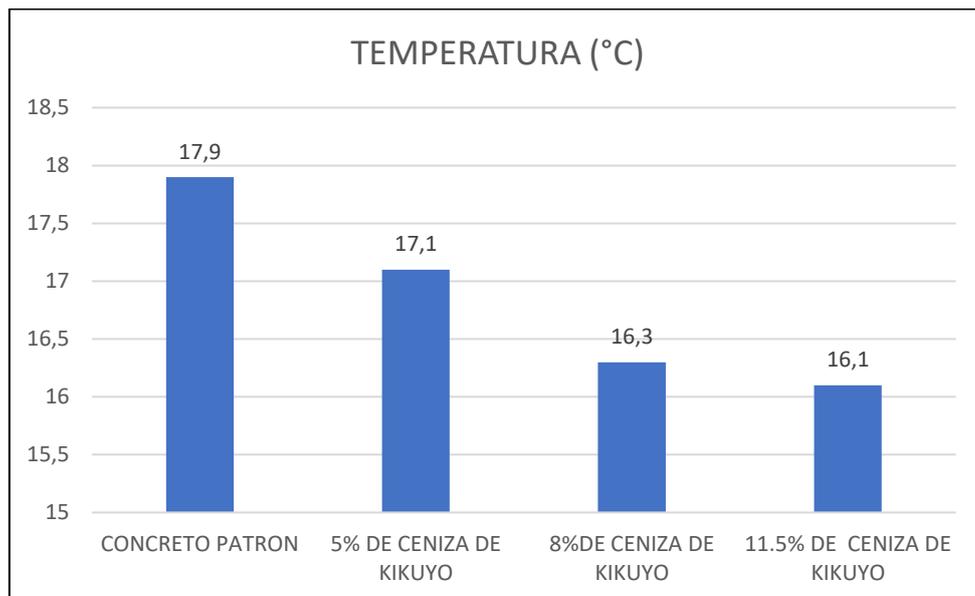
Tabla 38.

Resultados de la medición de temperatura en el concreto.

TEMPERATURA	
% de ceniza	Temperatura (°C)
CONCRETO PATRON	17,9
5% DE CENIZA DE KIKUYO	17,1
8%DE CENIZA DE KIKUYO	16,3
11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	16,1

Figura 22.

Grafica de la temperatura del concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo.



Según la interpretación de los resultados del gráfico 00 la lectura del concreto patrón es de 17.9°C, con la adición de ceniza al 5% es de 17.1°C, al 8% es de 16.3°C y al 11.5% de adición de ceniza es de 16.1°C.

Trabajabilidad-Asentamiento (slump)

Para el asentamiento, se tomó una muestra del trompo mezclador después de verificar que la mezcla sea homogénea, colocando la cantidad necesaria dentro del cono de Abrams, poniendo la mezcla en 3 capas donde cada capa se compacto con 25 golpes con una varilla de acero, luego de esto, se retira el molde para apreciar y tomar la medida que se refleja en el ensayo del asentamiento de concreto fresco tomando como referencia la parte superior del espécimen desde la parte céntrica de superficie de la mezcla fresca.

Figura 23.

Obtención de datos del slump.



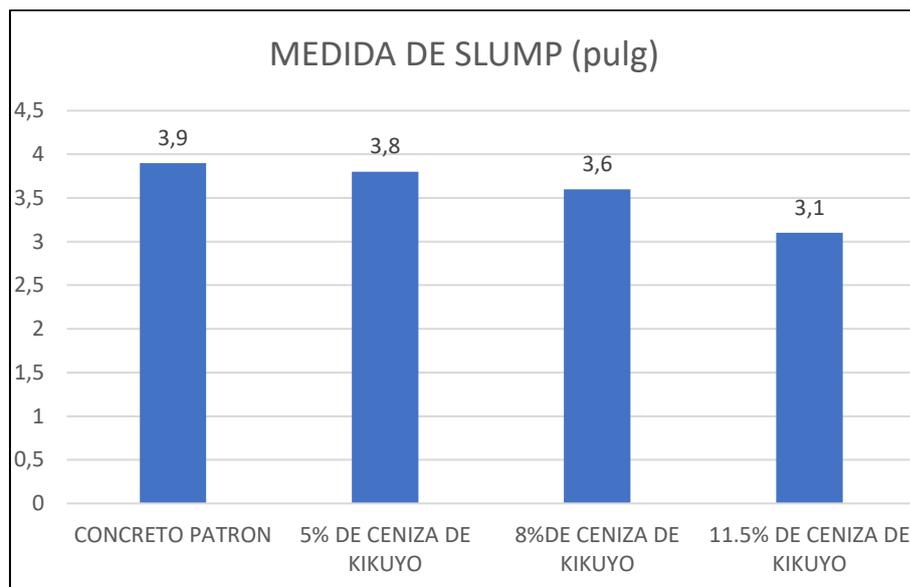
Tabla 39.

Resultados del ensayo de Slump.

TRABAJABILIDAD		
Asentamientos del concreto		
DISEÑO	SLUMP (pulg)	SLUMP (cm)
CONCRETO PATRON	3,9	9,906
5% DE CENIZA DE KIKUYO	3,8	9,652
8%DE CENIZA DE KIKUYO	3,6	9,144
11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	3,1	7,874

Figura 24.

Gráfico de slump con adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico, se observa la medida del slump en el concreto patrón de 3.9", con la adicción de ceniza al 5% es de 3.8", al 8% es de 3.6" y con la adicción de ceniza al 11.5% es de 3.1" respectivamente, en el Gráfico 00 la diferencia entre los diferentes concretos no es significativa, pero esta diferencia hace que el concreto sea menos trabajable, pero manteniéndose dentro del rango establecido de SLUMP de la consistencia plástica para el concreto.

Peso unitario

El peso unitario se calcula mediante su volumen teniendo cuenta las dimensiones del molde de la briqueta y así poder determinar la relación existente entre su volumen y su masa.

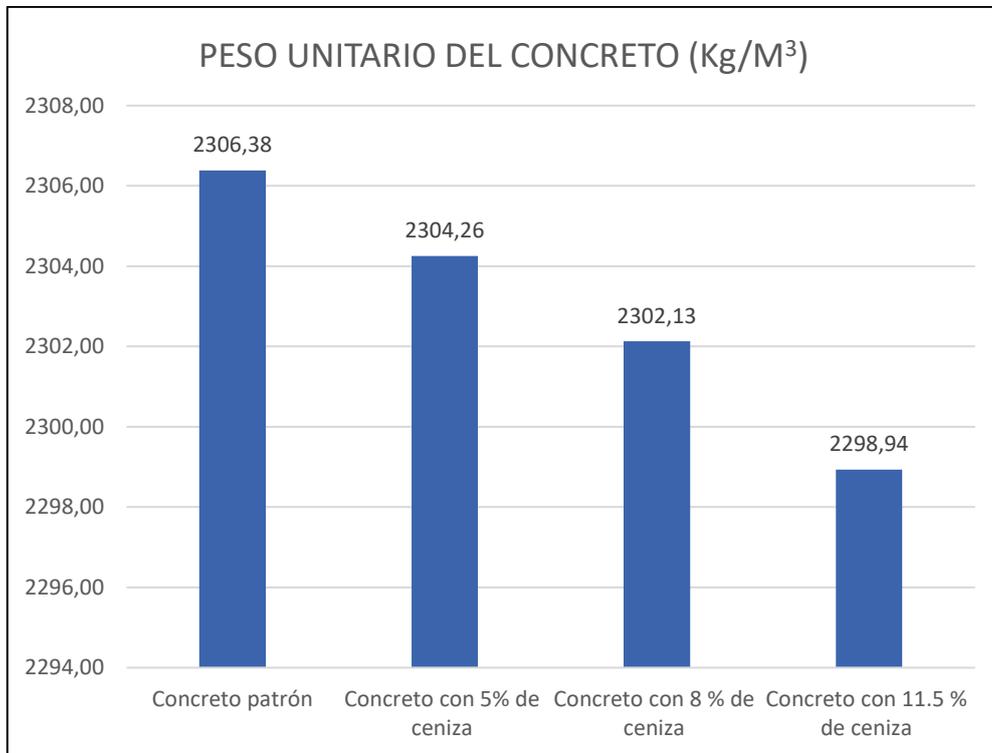
Tabla 40.

Peso unitario del concreto.

PESO UNITARIO DEL CONCRETO				
PARAMETROS	Concreto patrón	Concreto con 5% de ceniza de Kikuyo	Concreto con 8 % de ceniza de Kikuyo	Concreto con 11.5 % de ceniza de Kikuyo
Peso del envase (Kg)	3,881	3,881	3,881	3,881
Volumen del envase(M ³)	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094
Peso del envase + concreto compactado (Kg)	25,561	25,541	25,521	25,491
Peso del concreto (Kg)	21,68	21,66	21,64	21,61
peso unitario del concreto (Kg/M ³)	2306,38	2304,26	2302,13	2298,94

Figura 25.

Gráfico de peso por unidad de volumen del concreto patrón y con adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico mostrado se aprecia que el peso por unidad de volumen del concreto patrón de 2306.38 kg/m³, con la adicción de ceniza al 5% el peso unitario es de 2304.26 kg/m³, al 8% es de 2302.13 kg/m³ y con la adición de ceniza al 11.5% es de 2298.94 kg/m³ respectivamente, donde se aprecia una reducción en los pesos unitarios con respecto del concreto patrón con los otros concretos con adicción de ceniza de Kikuyo; sin embargo, los valores obtenidos se establecen dentro de los parámetros de un concreto convencional que se encuentran en el rango de entre los 2200 a 2400 kg/m³.

Contenido de Aire Atrapado

El contenido de aire se determina mediante el método de presión que según el ensayo determina el porcentaje de contenido de aire dentro del concreto en estudio.

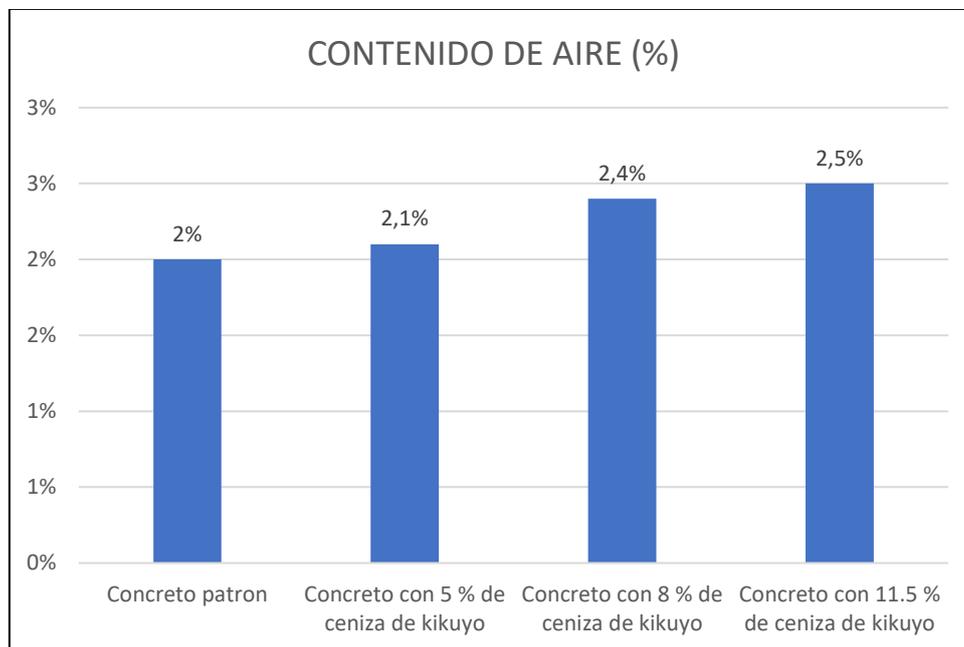
Tabla 41.

Contenido de aire del concreto.

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO			
CARACTERISTICAS	Relación agua/cemento	Contenido de aire (%)	Variación con respecto al patrón (%)
Concreto patrón	0,55	2%	100%
Concreto con 5 % de ceniza de Kikuyo	0,55	2,1%	105,0%
Concreto con 8 % de ceniza de Kikuyo	0,55	2,4%	120,0%
Concreto con 11.5 % de ceniza de Kikuyo	0,55	2,5%	125,0%

Figura 26.

Gráfico de contenido de aire con adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico, se observa el contenido de aire del concreto patrón de 2.0%, con la adicción de ceniza de Kikuyo al 5% el resultado fue de 2.1%, al 8% de adicción de ceniza fue 2.4% y con la adición de 11.5% de ceniza de Kikuyo fue de 2.5% de contenido

de aire según el gráfico se observa que el contenido de aire determinado por el estudio genera un incremento en el momento que se adiciona la ceniza de Kikuyo en sus diferentes porcentajes.

Objetivo específico 3

Determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023.

Hipótesis Especifica 3

Hipótesis nula (ho): La adicción de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) al concreto, no influenciará en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023.

Hipótesis alterna (ha): La adicción de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) al concreto, influenciará en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, Puno – Perú, 2023.

Resistencia a la Compresión

Para la resistencia del concreto sometido compresión se aplica una fuerza de compresión axial a la briqueta a diferentes edades de 7, 14 y 28 días sometiéndolos a un esfuerzo después de ejecutar el vaciado del concreto esta resistencia del concreto se determinó con especímenes de concreto con estándares ya conocidos con un \emptyset de 15 cm y una altura de 30 cm definidas en las distintas normas ASTM y teniendo un concreto de patrón para su respectiva comparación con la adicción de la ceniza de Kikuyo.

Figura 27.

Ensayo de resistencia del concreto sometido a compresión.



Los valores obtenidos durante el ensayo de resistencia a la compresión se mostrarán en la siguiente tabla con referencia al concreto patrón y al concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo a distintas edades como a 7, 14 y 28 días de curado.

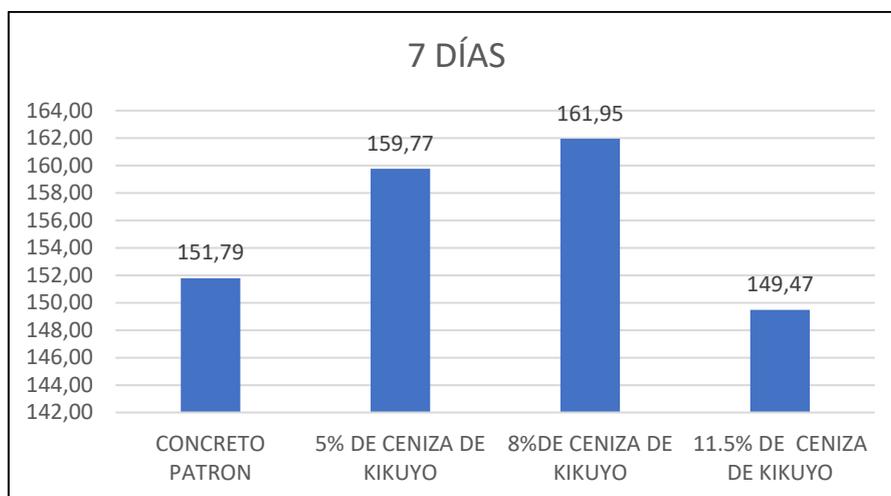
Tabla 42.

Resultado de resistencia a compresión a los 7 días con adicción de ceniza de Kikuyo.

Muestra	% de ceniza	Edad (Días)	Diámetro (cm)	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kgf/cm ²)	Promedio f'c (kgf/cm ²)	% de variación con respecto al patrón
1	CONCRETO PATRON	7	15,12	27900,00	155,39	151,79	100,00%
2		7	14,92	25820,00	147,69		
3		7	15,06	27130,00	152,30		
1	5% DE CENIZA DE KIKUYO	7	15,20	28860,00	159,04	159,77	105,25%
2		7	15,08	28760,00	161,03		
3		7	15,18	28820,00	159,24		
1	8% DE CENIZA DE KIKUYO	7	15,10	28930,00	161,55	161,95	106,69%
2		7	15,10	29080,00	162,39		
3		7	15,18	29300,00	161,90		
1	11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	7	15,14	27000,00	149,98	149,47	98,47%
2		7	15,16	26970,00	149,42		
3		7	15,13	26790,00	149,01		

Figura 28.

Gráfica de resistencia promedio a compresión a los 7 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico se observa los datos de la resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 7 días del curado del concreto patrón y de las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede observar y ver la existencia de un aumento de la resistencia del concreto sometido a compresión en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 5.25% y 6.69 correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 1.53% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%.

Estadístico de Prueba

Una vez establecido que la variable en estudio es la respuesta de las características del concreto de 210 kgf/cm² es de índole cuantitativa y dentro de este estadístico de prueba, también, se tiene una variable independiente que se denominara como factor que varía según los distintos porcentajes en la adicción de ceniza de Kikuyo que determina el tipo de diseño que se va aplicar denominadas niveles de adicción y lo que se desea determinar es la existencia de un cambio trascendental de la variable según su factor, llevándonos esta situación a un diseño de análisis de varianza que denomina factor ANOVA ayudándonos a testear las hipótesis, donde se utilizará un análisis de varianza ANOVA relacionada a su factor y la una prueba estadística que es

la prueba de rango post hoc de Tukey para generar la comparación de cuál de los diseños de concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo es la más optima y que tenga un mejor grado de significancia tiene en relación al diseño original.

Condiciones para la aplicación del ANOVA

Las pruebas de Chapiro Wilk y de homogeneidad se emplearán para la verificación de los supuestos de Normalidad que, también, se le denomina igualdad de varianzas y esto se logra a través de la Prueba de Levene que nos ayudara en el estadístico de prueba.

Los valores hallados mediante un programa estadístico como el SPSS v.25 nos ayudara a obtener resultados de la derivación de los supuestos y de todas las pruebas que son sometidas las hipótesis en estudio.

Cuando no se pueda cumplir el supuesto de normalidad en el estadístico de prueba, se tiene que utilizar otra prueba como la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis la cual debe ser utilizada en este caso en específico y de no probar la igualdad de varianza se tendrá que aplicar otra prueba como la prueba de T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey y solo será aplicada en este caso en específico.

Se debe de tener en consideración algunos puntos como:

Regla de Decisión

Se considerará que para todas las pruebas empleadas en este trabajo de investigación se deberá de asumir un valor de significancia de 0.05 que significa un 95 por ciento de confianza y se tiene que admitir la hipótesis nula y si el valor de significancia de la prueba empleadas es mayor al valor de significancia que se asumió.

Si: sig p de la prueba > 0.05 → aceptamos Ho.

En el supuesto caso contrario se admitirá la hipótesis alterna H_a .

Análisis inferencial para la compresión a los 7 con los porcentajes en estudio:

En la **Tabla 41** se observa los resultados determinados en el laboratorio para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio.

Prueba del supuesto de Normalidad para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

H_0 : los datos provienen de una distribución normal.

H_a : los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 43.

Prueba del supuesto de Normalidad para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadísti			Estadístic		
	Porcentaje	co	gl	Sig.	o	gl	Sig.
Resistencia	CP	,219	3	.	,987	3	,783
a la	5%	,352	3	.	,825	3	,175
compresión	8%	,211	3	.	,991	3	,817
a los 7 días	11.5%	,208	3	.	,992	3	,830

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores resultantes de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk nos muestran que resultados tiene un valor de significancia (sig) según el estudio son superiores a 0.05, esto quiere decir que de acuerdo a la regla de decisión no podemos rechazar la hipótesis nula en estudio y se concluye que todos los datos hallados en esta prueba tienen una distribución correcta teniendo en consideración los diferentes

porcentajes de añadidura de ceniza en el concreto original con un grado de sig del 5 por ciento.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Tabla 44.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico			
		de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	3,916	3	8	,049
a la	Se basa en la mediana	2,135	3	8	,174
compresión	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,135	3	2,799	,284
a los 7 días	Se basa en la media recortada	3,793	3	8	,058

Los valores de la prueba de homogeneidad de varianza de la resistencia a la compresión a los 7 días de edad según la tabla 43 basado en la media tenemos un valor de significancia de 0.049 es menor a 0.05 en este caso refutamos la hipótesis nula y eso según la regla de decisión y para este estudio determinamos como el nivel de sig del 5 por ciento y ello determinara la inexistencia de igualdad de varianza de los diferentes diseños que tengamos en este trabajo de investigación.

Luego de haber evaluado la normalidad de los datos de esta prueba determinamos que se usara un factor en la prueba de ANOVA.

Prueba de ANOVA de un factor para la compresión a los 7 con los porcentajes en estudio:

Tabla 45.

Prueba de ANOVA de un factor para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio.

ANOVA					
Resistencia a la compresión a los 7 días					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	328,958	3	109,653	26,373	,000
Dentro de grupos	33,262	8	4,158		
Total	362,220	11			

La prueba de ANOVA muestra los resultados que nos determinan el grado de significancia para la prueba estadística en estudio y en este caso será del 5 por ciento, una vez demostrado la aceptación de la hipótesis dentro de este estudio, mediante la determinación que los valores de sig de la prueba entre los diseños establecidos en la investigación es igual a 0.000 y que, también, es menor a 0.05, esto solo si se confirma la existencia de diferencias significativas entre las medias de los valores para resistencia del concreto sometida a compresión a los 7 días con los porcentajes de adición de ceniza y esto debe pasar al menos en uno de los diseños experimentales dentro de este trabajo de investigación, en este caso en específico no se encontró la existencia de igualdad de varianzas dado este caso se usara la prueba no paramétrica post hoc T3 de Dunnett para determinar cuál de los porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo será óptimo para la resistencia del concreto sometido a compresión a los 7 días de edad de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$.

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett para la compresión a los 7 días con los porcentajes en estudio:

Tabla 46.

Comparaciones múltiples.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la compresión a los 7 días						
T3 Dunnett						
(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
Porcentaje	Porcentaje				Límite inferior	Límite superior
	5%	-7,97667	2,32492	,189	-23,1464	7,1931
CP	8%	-10,15333	2,25041	,130	-26,9002	6,5935
	11.5%	2,32333	2,25478	,851	-14,3113	18,9580
	CP	7,97667	2,32492	,189	-7,1931	23,1464
5%	8%	-2,17667	,67792	,195	-6,1806	1,8273
	11.5%	10,30000*	,69229	,004	6,4364	14,1636
	CP	10,15333	2,25041	,130	-6,5935	26,9002
8%	5%	2,17667	,67792	,195	-1,8273	6,1806
	11.5%	12,47667*	,37199	,000	10,8348	14,1185
	CP	-2,32333	2,25478	,851	-18,9580	14,3113
11.5%	5%	-10,30000*	,69229	,004	-14,1636	-6,4364
	8%	-12,47667*	,37199	,000	-14,1185	-10,8348

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

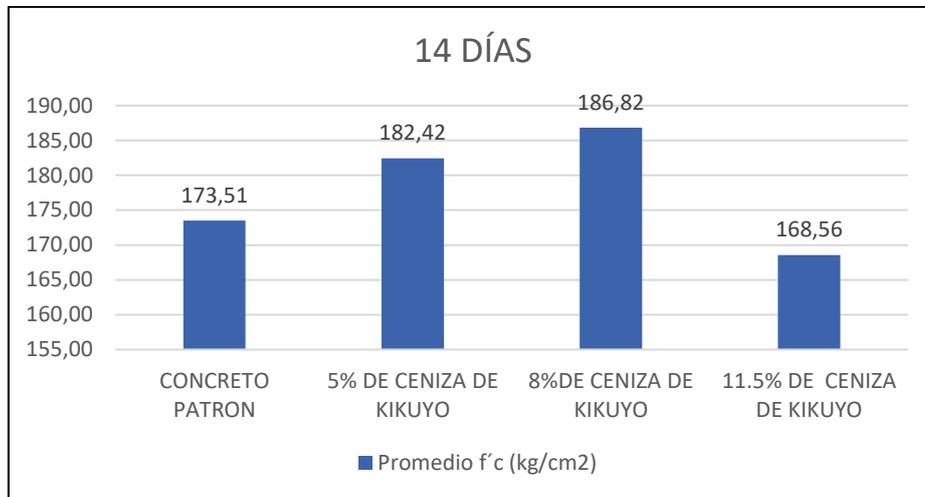
La prueba de T3 de Dunnett nos brinda resultados de la comparativa del diseño original que es el concreto patrón frente a los demás porcentajes de adicción de ceniza experimentales que están en la primera parte del cuadro y encontramos que no existen valores menores del 0.05 esto quiere decir que no existe diferencia significativa entre la muestra original y los demás porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo a los 7 días de edad de la muestra en estudio.

Tabla 47.
Resultado de resistencia a compresión a los 14 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.

Muestra	% de ceniza	Edad (Días)	Diámetro (cm)	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kgf/cm ²)	Promedio f'c (kgf/cm ²)	% de variación con respecto al patrón
1	CONCRETO PATRON	14	15,01	30180,00	170,56	173,51	100,00%
2		14	15,09	31090,00	173,84		
3		14	14,96	30960,00	176,14		
1	5% DE CENIZA DE KIKUYO	14	15,00	31970,00	180,92	182,42	105,13%
2		14	15,02	32280,00	182,18		
3		14	15,10	32980,00	184,16		
1	8% DE CENIZA DE KIKUYO	14	15,08	33200,00	185,89	186,82	107,67%
2		14	15,12	33590,00	187,08		
3		14	15,13	33710,00	187,50		
1	11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	14	15,18	31010,00	171,34	168,56	97,14%
2		14	15,12	30260,00	168,53		
3		14	14,98	29220,00	165,80		

Figura 29.

Gráfica de resistencia promedio a compresión a los 14 días con la adicción de la ceniza de Kikuyo.



En el gráfico se observa los datos de la resistencia a compresión obtenida a los 14 días de curado del concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede apreciar que hay un aumento de la resistencia del concreto sometido a compresión en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 5.13% y 7.67 correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 2.86% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%.

Estadístico de Prueba

Una vez establecido que la variable en estudio es la respuesta de las características del concreto de 210 kgf/cm² es de índole cuantitativa y dentro de este estadístico de prueba, también, se tiene una variable independiente que se denominará como factor que varía según los distintos porcentajes en la adicción de ceniza de Kikuyo que determina el tipo de diseño que se va aplicar denominadas niveles de adicción y lo que se desea determinar es la existencia de un cambio trascendental de la variable según su factor, llevándonos esta situación a un diseño de análisis de varianza que denomina factor ANOVA ayudándonos a testear las hipótesis donde se utilizará un análisis de varianza ANOVA relacionada a su factor y la una prueba estadística que es

la prueba de rango post hoc de Tukey para generar la comparación de cuál de los diseños de concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo es la más óptima y que tenga un mejor grado de significancia tiene en relación al diseño original.

Condiciones para la aplicación del ANOVA

Las pruebas de Chapiro Wilk y de homogeneidad se emplearán para la verificación de los supuestos de Normalidad que también se le denomina igualdad de varianzas y esto se logra a través de la Prueba de Levene que nos ayudara en el estadístico de prueba.

Los valores hallados mediante un programa estadístico como el SPSS v.25 nos ayudara a obtener resultados de la derivación de los supuestos y de todas las pruebas que son sometidas las hipótesis en estudio.

Cuando no se pueda cumplir el supuesto de normalidad en el estadístico de prueba, se tiene que utilizar otra prueba como la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis la cual debe ser utilizada en este caso en específico y de no probar la igualdad de varianza se tendrá que aplicar otra prueba como la prueba de T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey y solo será aplicada en este caso en específico.

Se debe de tener en consideración algunos puntos como:

Regla de Decisión

Se considerará que para todas las pruebas empleadas en este trabajo de investigación se deberá de asumir un valor de significancia de 0.05 que significa un 95 por ciento de confianza y se tiene que admitir la hipótesis nula y si el valor de significancia de la prueba empleadas es mayor al valor de significancia que se asumió.

Si: $\text{sig } p \text{ de la prueba} > 0.05 \rightarrow \text{aceptamos } H_0$.

En el supuesto caso contrario se admitirá la hipótesis alterna H_a .

Análisis inferencial para la compresión a los 14 con los porcentajes en estudio:

En la Tabla 46, se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio.

Prueba del supuesto de Normalidad para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal.

Ha: los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 48.

Prueba del supuesto de Normalidad para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Porcentaje	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	CP	,213	3	.	,990	3	,807
a la	5%	,225	3	.	,984	3	,756
compresión	8%	,287	3	.	,929	3	,485
a los 14 días	11.5%	,176	3	.	1,000	3	,984

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores resultantes de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk nos muestran que resultados tiene un valor de significancia (sig) según el estudio son superiores a 0.05, esto quiere decir que de acuerdo a la regla de decisión no podemos rechazar la hipótesis nula en estudio y se concluye que todos los datos hallados en esta prueba tienen una distribución correcta teniendo en consideración los diferentes porcentajes de añadidura de ceniza en el concreto original con un grado de sig del 5 por ciento.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Tabla 49.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio.

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión a los 14 días	Se basa en la media	,897	3	8	,484
	Se basa en la mediana	,733	3	8	,561
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,733	3	5,816	,570
	Se basa en la media recortada	,888	3	8	,488

Los valores de la prueba de homogeneidad de varianza de la resistencia a la compresión a los 14 días de edad según la tabla 48 basado en la media tenemos un valor de significancia de 0.484 es mayor a 0.05 en este caso no refutamos la hipótesis nula y eso según la regla de decisión y para este estudio determinamos como el nivel de sig del 5 por ciento y ello determinara la inexistencia de igualdad de varianza de los diferentes diseños que tengamos en este trabajo de investigación.

Luego de haber evaluado la normalidad de los datos de esta prueba, determinamos que se usara un factor en la prueba de ANOVA.

Prueba de ANOVA de un factor para la compresión a los 14 con los porcentajes en estudio:

Tabla 50.

Prueba de ANOVA de un factor para para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio.

ANOVA					
resistencia a la compresión a los 14 días					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	619,729	3	206,576	43,714	,000
Dentro de grupos	37,805	8	4,726		
Total	657,535	11			

La prueba de ANOVA muestra los resultados que nos determinan el grado de significancia para la prueba estadística en estudio y en este caso será del 5 por ciento, una vez demostrado la aceptación de la hipótesis dentro de este estudio, mediante la determinación que los valores de sig de la prueba entre los diseños establecidos en la investigación es igual a 0.000 y que, también, es menor a 0.05. Esto solo si se confirma la existencia de diferencias significativas entre las medias de los valores para resistencia del concreto sometida a compresión a los 14 días con los porcentajes de adición de ceniza y esto debe pasar al menos en uno de los diseños experimentales dentro de este trabajo de investigación, en este caso específico se encontró la existencia de igualdad de varianzas dado este caso se usara la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los porcentajes de adición de ceniza de Kikuyo será óptimo para la resistencia del concreto sometida a compresión a los 14 días de edad de $f_c=210 \text{ kgf/cm}^2$.

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett para la compresión a los 14 días con los porcentajes en estudio:

Tabla 51.

Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la compresión a los 14 días						
T3 Dunnett						
(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CP	5%	-8,90667	1,87365	,057	-18,2393	,4260
	8%	-13,31000*	1,68934	,032	-24,1761	-2,4439
	11.5%	4,95667	2,27578	,339	-4,9804	14,8938
5%	CP	8,90667	1,87365	,057	-,4260	18,2393
	8%	-4,40333	1,05909	,092	-9,9750	1,1683
	11.5%	13,86333*	1,85661	,015	4,6617	23,0650
8%	CP	13,31000*	1,68934	,032	2,4439	24,1761
	5%	4,40333	1,05909	,092	-1,1683	9,9750
	11.5%	18,26667*	1,67042	,015	7,5601	28,9732
11.5%	CP	-4,95667	2,27578	,339	-14,8938	4,9804
	5%	-13,86333*	1,85661	,015	-23,0650	-4,6617
	8%	-18,26667*	1,67042	,015	-28,9732	-7,5601

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La prueba de T3 de Dunnett nos brinda resultados de la comparativa del concreto original frente a los diferentes porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo que se encuentra en el primer grupo, y notamos que un valor es menor al 0.05 y ese valor es del porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.032, esto indica que existe diferencia significativa entre el concreto patrón y el porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo a los 14 días, la diferencia de medias (I-J) nos dice si la media del porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo ha aumentado o disminuido significativamente, por consiguiente como dicha diferencia es negativa esto nos indica que la media del porcentaje de 8% de adicción de ceniza es mayor a la del concreto patrón, por lo tanto concluimos con un nivel de significancia del 5% que, la

adición del 8% de ceniza de Kikuyo a los 14 días, optimiza de forma significativa la resistencia del concreto sometido a compresión de un $f'c=210$ kgf/cm², mientras que los otros diseños permanecen estadísticamente iguales al concreto original.

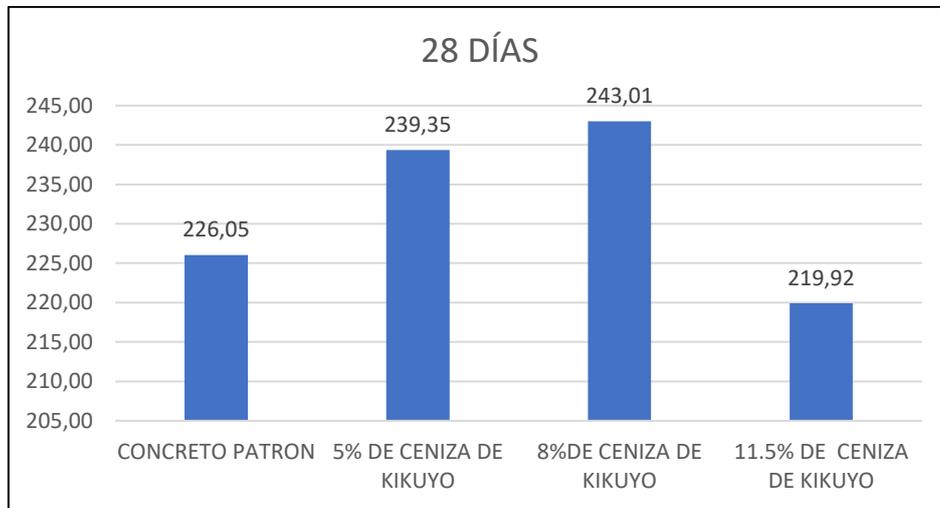
Tabla 52.

Resultado de resistencia a compresión a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.

Muestra	% de ceniza	Edad (Días)	Diámetro (cm)	Lectura (kgf)	Resistencia Rotura (kgf/cm ²)	Promedio $f'c$ (kgf/cm ²)	% de variación con respecto al patrón
1	CONCRETO PATRON	28	14,92	39740,00	227,31	226,05	100,00%
2		28	15,02	39960,00	225,52		
3		28	15,04	40030,00	225,32		
1	5% DE CENIZA DE KIKUYO	28	14,96	41950,00	238,66	239,35	105,88%
2		28	15,02	42620,00	240,53		
3		28	15,14	43000,00	238,85		
1	8%DE CENIZA DE KIKUYO	28	15,03	43050,00	242,64	243,01	107,50%
2		28	15,14	43850,00	243,57		
3		28	15,20	44060,00	242,81		
1	11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	28	15,04	39770,00	223,85	219,92	97,29%
2		28	15,06	38950,00	218,66		
3		28	15,00	38390,00	217,25		

Figura 30.

Gráfica de resistencia promedio a la compresión a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico se observa los datos de la resistencia a compresión a los 28 días de edad del curado del concreto patrón y de las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede apreciar que hay un aumento de la resistencia del concreto sometido a compresión en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 5.88% y 7.50% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 2.71% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%.

Estadístico de Prueba

Una vez establecido que la variable en estudio es la respuesta de las características del concreto de 210 kgf/cm² es de índole cuantitativa y dentro de este estadístico de prueba, también, se tiene una variable independiente que se denominará como factor que varía según los distintos porcentajes en la adicción de ceniza de Kikuyo que determina el tipo de diseño que se va aplicar denominadas niveles de adicción y lo que se desea determinar es la existencia de un cambio trascendental de la variable según su factor, llevándonos esta situación a un diseño de análisis de varianza que denomina factor ANOVA ayudándonos a testear las hipótesis donde se utilizará un análisis de varianza ANOVA relacionada a su factor y la una prueba estadística que es

la prueba de rango post hoc de Tukey para generar la comparación de cuál de los diseños de concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo es la más optima y que tenga un mejor grado de significancia tiene en relación al diseño original.

Condiciones para la aplicación del ANOVA

Las pruebas de Chapiro Wilk y de homogeneidad se emplearán para la verificación de los supuestos de Normalidad que, también, se le denomina igualdad de varianzas y esto se logra a través de la Prueba de Levene que nos ayudara en el estadístico de prueba.

Los valores hallados mediante un programa estadístico como el SPSS v.25 nos ayudara a obtener resultados de la derivación de los supuestos y de todas las pruebas que son sometidas las hipótesis en estudio.

Cuando no se pueda cumplir el supuesto de normalidad en el estadístico de prueba se tiene que utilizar otra prueba como la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis la cual debe ser utilizada en este caso en específico y de no probar la igualdad de varianza se tendrá que aplicar otra prueba como la prueba de T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey y solo será aplicada en este caso en específico.

Se debe de tener en consideración algunos puntos como:

Regla de Decisión

Se considerará que para todas las pruebas empleadas en este trabajo de investigación se deberá de asumir un valor de significancia de 0.05 que significa un 95 por ciento de confianza y se tiene que admitir la hipótesis nula y si el valor de significancia de la prueba empleadas es mayor al valor de significancia que se asumió.

Si: sig p de la prueba $> 0.05 \rightarrow$ aceptamos H_0 .

En el supuesto caso contrario se admitirá la hipótesis alterna H_a .

Análisis inferencial para la compresión a los 28 con los porcentajes en estudio:

En la **Tabla 51** se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio.

Prueba del supuesto de Normalidad para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal.

Ha: los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 53.

Prueba del supuesto de Normalidad para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Porcentaje	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	CP	,352	3	.	,825	3	,175
a la	5%	,352	3	.	,825	3	,177
compresión	8%	,321	3	.	,882	3	,329
a los 28 días	11.5%	,308	3	.	,901	3	,390

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores resultantes de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk nos muestran que resultados tiene un valor de significancia (sig) según el estudio son superiores a 0.05, esto quiere decir que de acuerdo a la regla de decisión no podemos rechazar la hipótesis nula en estudio y se concluye que todos los datos hallados en esta prueba tienen una distribución correcta teniendo en consideración los diferentes porcentajes de añadidura de ceniza en el concreto original con un grado de sig del 5 por ciento.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Tabla 54.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio.

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico			
		de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión a los 28 días	Se basa en la media	5,728	3	8	,022
	Se basa en la mediana	,943	3	8	,464
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,943	3	3,141	,515
	Se basa en la media recortada	5,046	3	8	,030

Los valores de la prueba de homogeneidad de varianza de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad según la tabla 53 basado en la media tenemos un valor de significancia de 0.022 es menor a 0.05 en este caso refutamos la hipótesis nula y eso según la regla de decisión y para este estudio determinamos como el nivel de sig del 5 por ciento y ello determinara la inexistencia de igualdad de varianza de los diferentes diseños que tengamos en este trabajo de investigación.

Luego de haber evaluado la normalidad de los datos de esta prueba determinamos que se usara un factor en la prueba de ANOVA.

Prueba de ANOVA de un factor para la compresión a los 28 con los porcentajes en estudio:

Tabla 55.

Prueba de ANOVA de un factor para para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio.

ANOVA					
resistencia a la compresión a los 28 días					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1069,269	3	356,423	97,745	,000
Dentro de grupos	29,172	8	3,646		
Total	1098,441	11			

La prueba de ANOVA muestra los resultados que nos determinan el grado de significancia para la prueba estadística en estudio y en este caso será del 5 por ciento, una vez demostrado la aceptación de la hipótesis dentro de este estudio, mediante la determinación que los valores de sig de la prueba entre los diseños establecidos en la investigación es igual a 0.000 y que, también, es menor a 0.05, esto solo si se confirma la existencia de diferencias significativas entre las medias de los valores para resistencia del concreto sometida a compresión a los 28 días con los porcentajes de adición de ceniza y esto debe pasar al menos en uno de los diseños experimentales dentro de este trabajo de investigación, en este caso en específico no se encontró la existencia de igualdad de varianzas dado este caso se usara la prueba no paramétrica post hoc T3 de Dunnett para determinar cuál de los porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo será óptimo para la resistencia del concreto sometida a compresión a los 28 días de edad de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$.

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett para la compresión a los 28 días con los porcentajes en estudio:

Tabla 56.

Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la compresión a los 28 días						
T3 Dunnett						
(I) Porcentaje	(J) Porcentaje	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CP	5%	-13,29667*	,86793	,000	-17,0941	-9,4992
	8%	-16,95667*	,69425	,001	-20,8043	-13,1090
	11.5%	6,13000	2,10408	,250	-7,1773	19,4373
5%	CP	13,29667*	,86793	,000	9,4992	17,0941
	8%	-3,66000*	,65941	,046	-7,2197	-,1003
	11.5%	19,42667*	2,09284	,022	5,9432	32,9101
8%	CP	16,95667*	,69425	,001	13,1090	20,8043
	5%	3,66000*	,65941	,046	,1003	7,2197
	11.5%	23,08667*	2,02698	,020	8,2777	37,8956
11.5%	CP	-6,13000	2,10408	,250	-19,4373	7,1773
	5%	-19,42667*	2,09284	,022	-32,9101	-5,9432
	8%	-23,08667*	2,02698	,020	-37,8956	-8,2777

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La prueba de T3 de Dunnett nos brinda resultados de la comparativa del concreto original frente a los diferentes porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo que se encuentra en el primer grupo, y notamos que hay valores menores al 0.05 que son el porcentaje de 5% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.000 y el de porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.001, esto indica que existe diferencia significativa entre el concreto patrón y los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza de Kikuyo a los 28 días, las diferencias de medias (I-J) nos dice si la media de los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza de Kikuyo ha aumentado o disminuido significativamente, por consiguiente como dichas diferencias son negativas esto nos indica que la media de los porcentajes de 5% y 8% de adicción

de ceniza es mayor a la del concreto patrón, de esa manera llegamos a la conclusión que con un nivel de significancia del 0.05 por ciento, las adiciones de 5% y 8% de ceniza de Kikuyo a los 28 días, optimiza de forma significativa la resistencia del concreto sometido a compresión de un $f'c=210$ kgf/cm², mientras que los otros diseños permanecen estadísticamente iguales al concreto original.

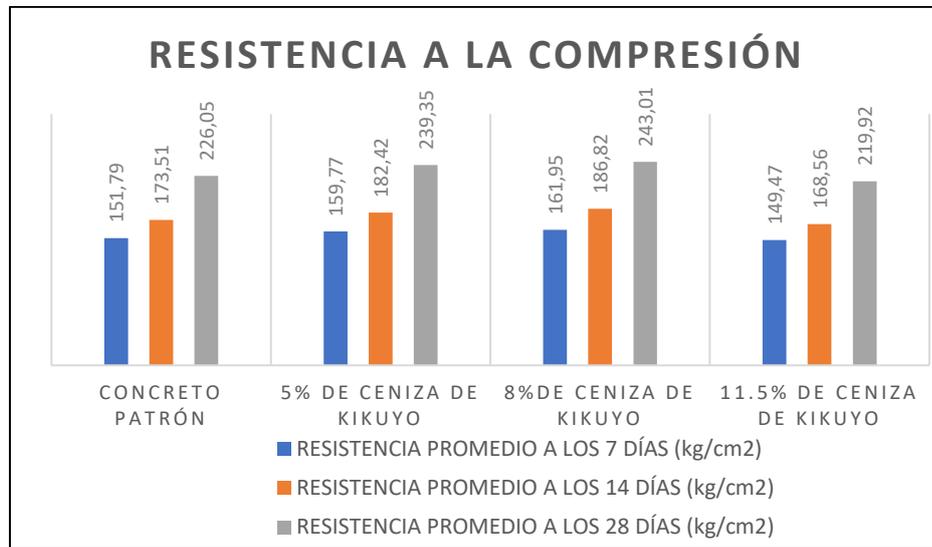
Tabla 57.

Resumen de resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días con la adición de ceniza de Kikuyo.

DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DÍAS (kgf/cm²)	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 14 DÍAS (kgf/cm²)	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DÍAS (kgf/cm²)
CONCRETO PATRÓN	151,79	173,51	226,05
5% DE CENIZA	159,77	182,42	239,35
8% DE CENIZA	161,95	186,82	243,01
11.5% DE CENIZA	149,47	168,56	219,92

Figura 31.

Gráfica del resumen de la resistencia promedio a la compresión con la adición de ceniza de Kikuyo.



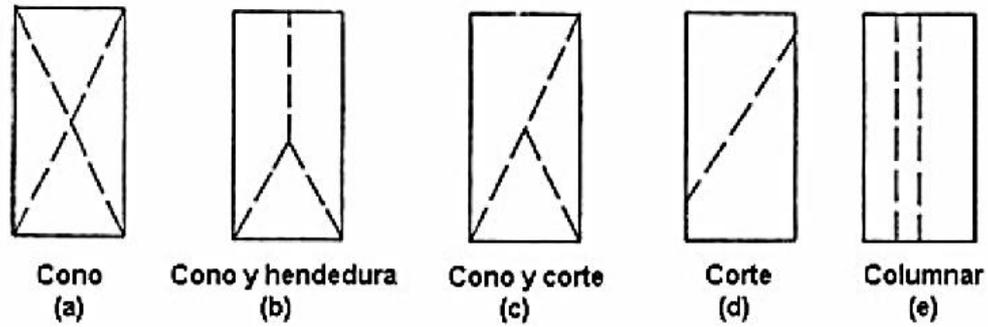
En el gráfico se observa el mayor valor obtenido sobre la resistencia a la compresión que es de 243.01 kgf/cm² a 28 días de edad del curado con el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo que corresponde el 7.50% más que la muestra del concreto patrón.

FALLAS POR COMPRESIÓN

Las fallas producidas en briquetas en las pruebas de laboratorio por compresión tienen diferentes características y formas, este ensayo se realiza en un hormigón endurecido siendo este ensayo importante para determinar si el diseño de concreto es el adecuado y cumple con los parámetros deseados, las fallas resultantes dentro de la prueba de resistencia del concreto sometida a compresión se van a mostrar según los grupos de ensayos en este caso según las edades de fraguado de 7, 14 y 28 días.

Figura 32.

Esquema de los tipos de fallas



Fuente: Icontec NTC 673 (56).

Fallas producidas en el ensayo de compresión a los 7 días

Luego de la prueba de resistencia del concreto sometido a compresión se obtuvo un patrón de similitud en las fallas o rupturas en las briquetas de ensayos a los 7 días.

Figura 33.

Fallas similares en el ensayo de la resistencia a la compresión a los 7 días.



Tipo de fallo cono y hendidura

Para las briquetas utilizados en las pruebas de compresión a los 7 días de edad de fraguado sufren una falla prematura, ya que la briqueta se encuentra en condiciones menos fluidas y recién está iniciando su proceso de endurecimiento existiendo una fractura o fallas de tipos cono hendidura aguantando una fuerza promedio al a resistencia del concreto sometida a compresión de 155.745 kgf/cm^2 .

Fallas producidas en el ensayo de compresión a los 14 días

Luego de la prueba de resistencia del concreto sometida a compresión se obtuvo un patrón de similitud en las fallas o rupturas en las briquetas de ensayos a los 14 días.

Figura 34.

Fallas similares en el ensayo de la resistencia a la compresión a los 14 días.



Se observo que en las fallas por compresión existía un patrón de similitud en las fallas a los 14 días que se obtuvo con una fuerza promedio de 177.828 kgf/cm^2 resistencia a la compresión de dichas fallas resultantes al romperse los cilindros o briquetas se observó fallas tipos corte en su minoría y en su mayoría fallas tipo cono hendidura.

Fallas producidas en el ensayo de compresión a los 28 días

Luego de la prueba de resistencia del concreto sometida a compresión se obtuvo un patrón de similitud en las fallas o rupturas en las briquetas de ensayos a los 28 días.

Figura 35.

Fallas similares en el ensayo de la resistencia a la compresión a los 28 días.



Se observo que en las fallas por compresión existía un patrón de similitud en las fallas a los 28 días que se obtuvo con una fuerza promedio de 232.083 kgf/cm² resistencia a la compresión de dichas fallas resultantes al romperse los cilindros o briquetas se observó fallas tipos corte en su minoría y las fallas más usuales que ocurrieron en su mayoría son las fallas tipo como hendidura.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

En la resistencia del concreto sometido a tracción se aplica una carga de compresión externa sobre una briqueta cilíndrica de concreto a diferentes edades de 7, 14 y 28 días sometiéndolos a una carga donde se aplican fuerzas diametrales en dirección opuestas teniendo una fuerza horizontal de tracción aplicándose de forma uniforme a lo largo de todo el eje de la carga generando en el espécimen de concreto una falla por la tensión, definidas en las normas ASTM y teniendo un concreto de patrón para su respectiva comparación con la adicción de la ceniza de Kikuyo.

Figura 36.

Ensayo de resistencia del concreto sometido a tracción.



Valores resultantes del ensayo de resistencia del concreto sometido a tracción a los 7, 14 y 28 días de edad del curado con la adicción de ceniza de Kikuyo.

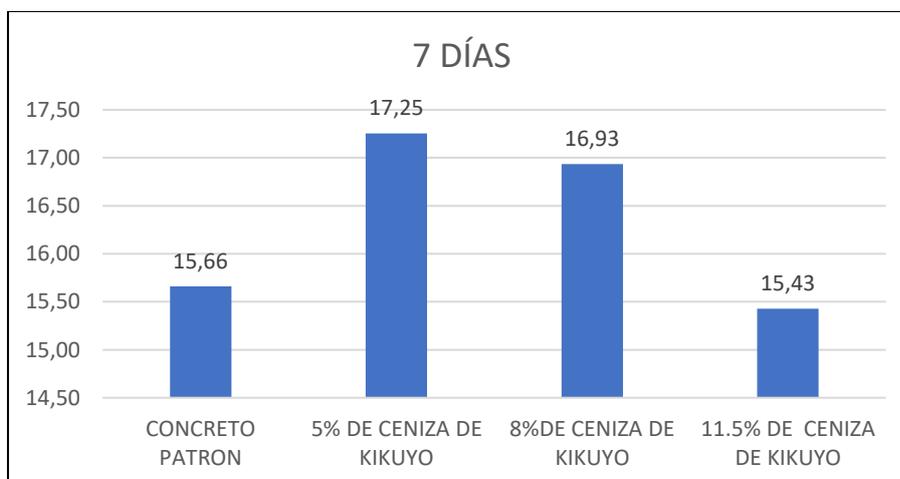
Tabla 58.

Resultado de resistencia a tracción a los 7 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.

Muestra	% de ceniza	Edad (Días)	Diámetro (cm)	Lectura (kgf)	Resistencia tracción indirecta (kgf/cm ²)	Promedio f'c (kgf/cm ²)	% de variación con respecto al patrón
1	CONCRETO PATRON	7	14,98	11120,00	15,74	15,66	100,00%
2		7	15,01	11020,00	15,57		
3		7	15,00	11080,00	15,67		
1	5% DE CENIZA DE KIKUYO	7	15,04	12220,00	17,25	17,25	110,17%
2		7	15,05	12370,00	17,42		
3		7	15,10	12160,00	17,09		
1	8%DE CENIZA DE KIKUYO	7	15,10	11980,00	16,84	16,93	108,13%
2		7	14,98	12090,00	17,08		
3		7	15,20	12110,00	16,88		
1	11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	7	15,10	10940,00	15,37	15,43	98,51%
2		7	14,98	11010,00	15,56		
3		7	15,18	10990,00	15,35		

Figura 37.

Gráfica de resistencia promedio a tracción a los 7 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico se observa los datos de la resistencia a tracción obtenida a los 7 días de edad de curado considerando el concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede apreciar que hay un incremento de la resistencia del concreto sometido a tracción en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 10.17% y 8.13% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 1.49% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%.

Estadístico de Prueba

Una vez establecido que la variable en estudio es la respuesta de las características del concreto de 210 kgf/cm^2 es de índole cuantitativa y dentro de este estadístico de prueba, también, se tiene una variable independiente que se denominará como factor que varía según los distintos porcentajes en la adicción de ceniza de Kikuyo que determina el tipo de diseño que se va aplicar denominadas niveles de adicción y lo que se desea determinar es la existencia de un cambio trascendental de la variable según su factor, llevándonos esta situación a un diseño de análisis de varianza que denomina factor ANOVA ayudándonos a testear las hipótesis donde se utilizará un análisis de varianza ANOVA relacionada a su factor y la una prueba estadística que es la prueba de rango post hoc de Tukey para generar la comparación de cuál de los diseños de concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo es la más óptima y que tenga un mejor grado de significancia tiene en relación al diseño original.

Condiciones para la aplicación del ANOVA

Las pruebas de Shapiro Wilk y de homogeneidad se emplearán para la verificación de los supuestos de Normalidad que, también, se le denomina igualdad de varianzas y esto se logra a través de la Prueba de Levene que nos ayudara en el estadístico de prueba.

Los valores hallados mediante un programa estadístico como el SPSS v.25 nos ayudara a obtener resultados de la derivación de los supuestos y de todas las pruebas que son sometidas las hipótesis en estudio.

Cuando no se pueda cumplir el supuesto de normalidad en el estadístico de prueba se tiene que utilizar otra prueba como la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis la cual debe ser utilizada en este caso en específico y de no probar la igualdad de varianza se tendrá que aplicar otra prueba como la prueba de T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey y solo será aplicada en este caso en específico.

Se debe de tener en consideración algunos puntos como:

Regla de Decisión

Se considerará que para todas las pruebas empleadas en este trabajo de investigación se deberá de asumir un valor de significancia de 0.05 que significa un 95 por ciento de confianza y se tiene que admitir la hipótesis nula y si el valor de significancia de la prueba empleadas es mayor al valor de significancia que se asumió.

Si: $\text{sig } p \text{ de la prueba} > 0.05 \rightarrow$ aceptamos H_0 .

En el supuesto caso contrario se admitirá la hipótesis alterna H_a .

Análisis inferencial para la tracción a los 7 con los porcentajes en estudio:

En la **Tabla 57** se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio.

Prueba del supuesto de Normalidad para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

H_0 : los datos provienen de una distribución normal.

H_a : los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 59.

Prueba del supuesto de Normalidad para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Porcentaje	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción a los 7 días	CP 5% 8% 11.5%	,213 ,177 ,328 ,354	3 3 3 3	,990 1,000 ,871 ,821	3 3 3 3	,806 ,967 ,298 ,165

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores resultantes de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk nos muestran que resultados tiene un valor de significancia (sig) según el estudio son superiores a 0.05, esto quiere decir que de acuerdo a la regla de decisión no podemos rechazar la hipótesis nula en estudio y se concluye que todos los datos hallados en esta prueba tienen una distribución correcta teniendo en consideración los diferentes porcentajes de adición de ceniza en el concreto original con un grado de sig del 5 por ciento.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Tabla 60.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la tracción a los 7 días	Se basa en la media	,391	3	8	,763
	Se basa en la mediana	,182	3	8	,905
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,182	3	6,855	,905
	Se basa en la media recortada	,372	3	8	,775

Los valores de la prueba de homogeneidad de varianza de la resistencia a la tracción a los 7 días de edad según la tabla 59 basado en la media tenemos un valor de significancia de 0.763 es mayor a 0.05 en este caso no refutamos la hipótesis nula y eso según la regla de decisión y para este estudio determinamos como el nivel de sig del 5 por ciento y ello determinara la inexistencia de igualdad de varianza de los diferentes diseños que tengamos en este trabajo de investigación.

Luego de haber evaluado la normalidad de los datos de esta prueba determinamos que se usara un factor en la prueba de ANOVA.

Prueba de ANOVA de un factor para la tracción a los 7 con los porcentajes en estudio:

Tabla 61.

Prueba de ANOVA de un factor para para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio.

ANOVA					
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 7 DÍAS					
	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7,443	3	2,481	153,856	,000
Dentro de grupos	,129	8	,016		
Total	7,572	11			

La prueba de ANOVA muestra los resultados que nos determinan el grado de significancia para la prueba estadística en estudio y en este caso será del 5 por ciento, una vez demostrado la aceptación de la hipótesis dentro de este estudio, mediante la determinación que los valores de sig de la prueba entre los diseños establecidos en la investigación es igual a 0.000 y que, también, es menor a 0.05, esto solo si se confirma la existencia de diferencias significativas entre las medias de los valores para resistencia del concreto sometida a tracción a los 7 días con los porcentajes de adición de ceniza y esto debe pasar al menos en uno de los diseños experimentales dentro de este trabajo de investigación, en este caso en específico se encontró la existencia de igualdad de varianzas dado este caso se usara la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo será óptimo para la resistencia del concreto sometido a tracción a los 7 días de edad de $f'c=210$ kgf/cm².

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett para la tracción a los 7 días con los porcentajes en estudio:

Tabla 62.

Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la tracción a los 7 días						
T3 Dunnett						
(I) Porcentaje	(J) Porcentaje	Diferencia de medias		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
		(I-J)	Desv. Error		Límite inferior	Límite superior
CP	5%	-1,59333*	,10729	,003	-2,1548	-1,0319
	8%	-1,27333*	,08913	,001	-1,6953	-,8514
	11.5%	,23333	,08313	,199	-,1471	,6138
5%	CP	1,59333*	,10729	,003	1,0319	2,1548
	8%	,32000	,12078	,225	-,2245	,8645
	11.5%	1,82667*	,11643	,001	1,2859	2,3675
8%	CP	1,27333*	,08913	,001	,8514	1,6953
	5%	-,32000	,12078	,225	-,8645	,2245
	11.5%	1,50667*	,09994	,001	1,0678	1,9455
11.5%	CP	-,23333	,08313	,199	-,6138	,1471
	5%	-1,82667*	,11643	,001	-2,3675	-1,2859
	8%	-1,50667*	,09994	,001	-1,9455	-1,0678

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La prueba de T3 de Dunnett nos brinda resultados de la comparativa del concreto original frente a los diferentes porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo que se encuentra en el primer grupo, y notamos varios valores menores al 0.05 que son del porcentaje de 5% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.003 y el de porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.001, esto indica que existe diferencia significativa entre el concreto patrón y los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza de Kikuyo a los 7 días, las diferencias de medias (I-J) nos dice si la media de los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza de Kikuyo ha aumentado o disminuido significativamente, por consiguiente como dichas diferencias son negativas esto nos indica que la media de los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza es

mayor a la del concreto patrón, por lo tanto concluimos con un nivel de significancia del 5% que, las adiciones de 5% y 8% de ceniza de Kikuyo a los 7 días, optimiza de forma significativa la resistencia del concreto sometido a tracción de un $f'c=210$ kgf/cm², mientras que los otros diseños permanecen estadísticamente iguales al concreto original.

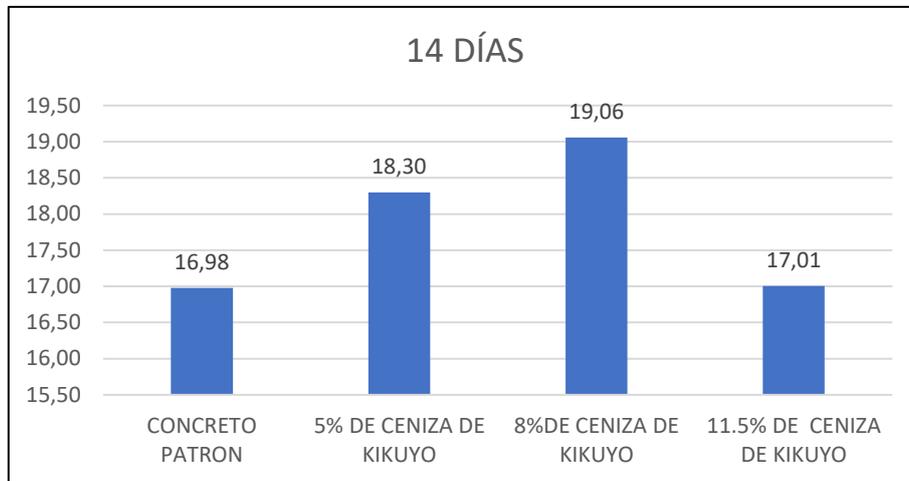
Tabla 63.

Resultado de resistencia a tracción a los 14 días con la adicción de la ceniza de Kikuyo.

Muestra	% de ceniza	Edad (Días)	Diámetro (cm)	Lectura (kgf)	Resist. tracción indirecta (kgf/cm ²)	Prom. $f'c$ (kgf/cm ²)	% de variación con respecto al patrón
1	CONCRETO PATRON	14	15,06	12080,00	17,02	16,98	100,00%
2		14	15,00	11930,00	16,86		
3		14	15,11	12150,00	17,05		
1	5% DE CENIZA DE KIKUYO	14	15,02	12910,00	18,24	18,30	107,80%
2		14	15,06	13060,00	18,39		
3		14	15,08	12990,00	18,27		
1	8% DE CENIZA DE KIKUYO	14	15,08	13760,00	19,35	19,06	112,27%
2		14	15,00	13490,00	19,06		
3		14	15,01	13280,00	18,77		
1	11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	14	15,12	12100,00	16,96	17,01	100,18%
2		14	15,01	12160,00	17,17		
3		14	15,10	12040,00	16,89		

Figura 38.

Gráfica de resistencia promedio a atracción a los 14 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico, se observa los datos de la resistencia a tracción obtenida a los 14 días de edad del curado considerando el concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede apreciar que hay un incremento de la resistencia del concreto sometida a tracción en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 7.80% y 12.27% correspondientemente y un aumento insignificante con respecto al concreto patrón de 0.18% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%.

Estadístico de Prueba

Una vez establecido que la variable en estudio es la respuesta de las características del concreto de 210 kgf/cm² es de índole cuantitativa y dentro de este estadístico de prueba, también, se tiene una variable independiente que se denominará como factor que varía según los distintos porcentajes en la adicción de ceniza de Kikuyo que determina el tipo de diseño que se va aplicar denominadas niveles de adicción y lo que se desea determinar es la existencia de un cambio trascendental de la variable según su factor, llevándonos esta situación a un diseño de análisis de varianza que denomina factor ANOVA ayudándonos a testear las hipótesis donde se utilizará un análisis de varianza ANOVA relacionada a su factor y la una prueba estadística que es

la prueba de rango post hoc de Tukey para generar la comparación de cuál de los diseños de concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo es la más optima y que tenga un mejor grado de significancia tiene en relación al diseño original.

Condiciones para la aplicación del ANOVA

Las pruebas de Chapiro Wilk y de homogeneidad se emplearán para la verificación de los supuestos de Normalidad que también se le denomina igualdad de varianzas y esto se logra a través de la Prueba de Levene que nos ayudara en el estadístico de prueba.

Los valores hallados mediante un programa estadístico como el SPSS v.25 nos ayudara a obtener resultados de la derivación de los supuestos y de todas las pruebas que son sometidas las hipótesis en estudio.

Cuando no se pueda cumplir el supuesto de normalidad en el estadístico de prueba, se tiene que utilizar otra prueba como la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis la cual debe ser utilizada en este caso en específico y de no probar la igualdad de varianza se tendrá que aplicar otra prueba como la prueba de T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey y solo será aplicada en este caso en específico.

Se debe de tener en consideración algunos puntos como:

Regla de Decisión

Se considerará que para todas las pruebas empleadas en este trabajo de investigación se deberá de asumir un valor de significancia de 0.05 que significa un 95 por ciento de confianza y se tiene que admitir la hipótesis nula y si el valor de significancia de la prueba empleadas es mayor al valor de significancia que se asumió.

Si: sig p de la prueba $> 0.05 \rightarrow$ aceptamos H_0 .

En el supuesto caso contrario se admitirá la hipótesis alterna H_a .

Análisis inferencial para la tracción a los 14 con los porcentajes en estudio:

En la **Tabla 62**, se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio.

Prueba del supuesto de Normalidad para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal.

Ha: los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 64.

Prueba del supuesto de Normalidad para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Porcentaje	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	CP	,331	3	.	,865	3	,281
a la tracción	5%	,314	3	.	,893	3	,363
a los 14 días	8%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	11.5%	,292	3	.	,923	3	,463

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores resultantes de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk nos muestran que resultados tiene un valor de significancia (sig) según el estudio son superiores a 0.05, esto quiere decir que de acuerdo a la regla de decisión no podemos rechazar la hipótesis nula en estudio y se concluye que todos los datos hallados en esta prueba tienen una distribución correcta teniendo en consideración los diferentes porcentajes de añadidura de ceniza en el concreto original con un grado de sig del 5 por ciento.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Tabla 65.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico			
		de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	1,243	3	8	,357
a la tracción	Se basa en la mediana	,996	3	8	,443
a los 14 días	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,996	3	5,203	,464
	Se basa en la media recortada	1,234	3	8	,359

Los valores de la prueba de homogeneidad de varianza de la resistencia a la tracción a los 14 días de edad según la Tabla 64 basado en la media tenemos un valor de significancia de 0.357 es mayor a 0.05 en este caso no refutamos la hipótesis nula y eso según la regla de decisión y para este estudio determinamos como el nivel de sig del 5 por ciento y ello determinara la inexistencia de igualdad de varianza de los diferentes diseños que tengamos en este trabajo de investigación.

Luego de haber evaluado la normalidad de los datos de esta prueba, determinamos que se usara un factor en la prueba de ANOVA.

Prueba de ANOVA de un factor para la tracción a los 14 con los porcentajes en estudio:

Tabla 66.

Prueba de ANOVA de un factor para para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio.

ANOVA					
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 14 DÍAS					
	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9,419	3	3,140	102,885	,000
Dentro de grupos	,244	8	,031		
Total	9,663	11			

La prueba de ANOVA muestra los resultados que nos determinan el grado de significancia para la prueba estadística en estudio y en este caso será del 5 por ciento, una vez demostrado la aceptación de la hipótesis dentro de este estudio, mediante la determinación que los valores de sig de la prueba entre los diseños establecidos en la investigación es igual a 0.000 y que, también, es menor a 0.05, esto solo si se confirma la existencia de diferencias significativas entre las medias de los valores para resistencia del concreto sometida a tracción a los 14 días con los porcentajes de adición de ceniza y esto debe pasar al menos en uno de los diseños experimentales dentro de este trabajo de investigación, en este caso en específico se encontró la existencia de igualdad de varianzas dado este caso se usara la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los porcentajes de adición de ceniza de Kikuyo será óptimo para la resistencia del concreto sometida a tracción a los 14 días de edad de $f'c=210$ kgf/cm².

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett para la tracción a los 14 días con los porcentajes en estudio:

Tabla 67.

Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la tracción a los 14 días						
T3 Dunnett						
(I) Porcentaje	(J) Porcentaje	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
CP	5%	-1,32333*	,07468	,000	-1,6603	-,9864
	8%	-2,08333*	,17751	,010	-3,1661	-1,0006
	11.5%	-,03000	,10274	1,000	-,5075	,4475
5%	CP	1,32333*	,07468	,000	,9864	1,6603
	8%	-,76000	,17359	,118	-1,9024	,3824
	11.5%	1,29333*	,09580	,003	,8027	1,7840
8%	CP	2,08333*	,17751	,010	1,0006	3,1661
	5%	,76000	,17359	,118	-,3824	1,9024
	11.5%	2,05333*	,18738	,007	1,0602	3,0464
11.5%	CP	,03000	,10274	1,000	-,4475	,5075
	5%	-1,29333*	,09580	,003	-1,7840	-,8027
	8%	-2,05333*	,18738	,007	-3,0464	-1,0602

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La prueba de T3 de Dunnett nos brinda resultados de la comparativa del concreto original frente a los diferentes porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo que se encuentra en el primer grupo, y notamos varios valores menores al 0.05 que son del porcentaje de 5% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.000 y el de porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.010, esto indica que existe diferencia significativa entre el concreto patrón y los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza de Kikuyo a los 14 días, las diferencias de medias (I-J) nos dice si la media de los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza de Kikuyo ha aumentado o disminuido significativamente, por consiguiente como dichas diferencias son negativas esto nos indica que la media de los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza es mayor a la del concreto patrón, por lo tanto concluimos con un nivel de

significancia del 5% que, las adiciones de 5% y 8% de ceniza de Kikuyo a los 14 días, optimiza de forma significativa la resistencia del concreto sometido a tracción de un $f_c=210 \text{ kgf/cm}^2$, mientras que los otros diseños permanecen estadísticamente iguales al concreto original.

Tabla 68.

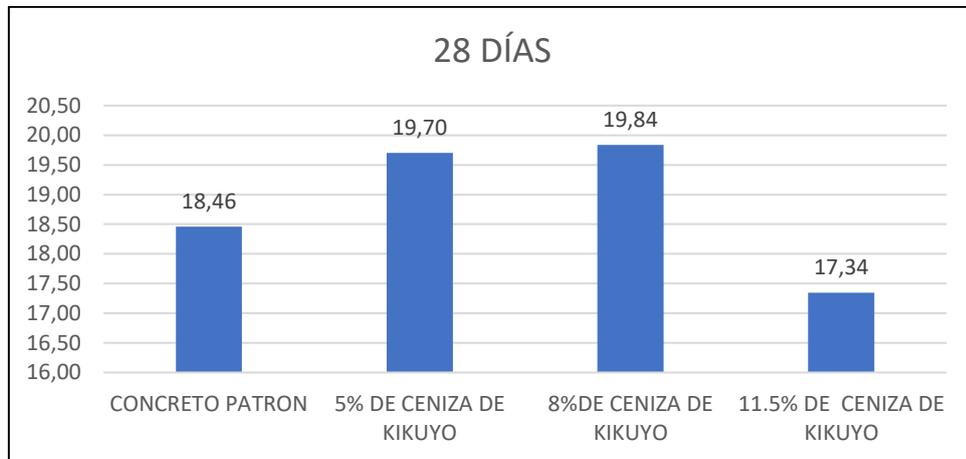
Resultado de resistencia a tracción a los 28 días con la adicción de la ceniza de Kikuyo.

Muestra	% de ceniza	Edad (Días)	Diámetro (cm)	Lectura (kgf)	Resistencia tracción indirecta (kgf/cm ²)	Promedio f_c (kgf/cm ²)	% de variación con respecto al patrón
1	CONCRETO PATRON	28	15,02	12960,00	18,30	18,46	100,00%
2		28	14,98	13190,00	18,65		
3		28	15,07	13080,00	18,42		
1	5% DE CENIZA DE KIKUYO	28	15,05	13990,00	19,70	19,70	106,75%
2		28	15,01	14020,00	19,81		
3		28	15,00	13870,00	19,60		
1	8% DE CENIZA DE KIKUYO	28	15,04	13960,00	19,70	19,84	107,48%
2		28	15,01	14060,00	19,86		
3		28	15,06	14180,00	19,95		
1	11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	28	15,10	12660,00	17,79	17,34	93,97%
2		28	15,05	12100,00	17,03		
3		28	15,08	12240,00	17,21		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39.

Gráfica de resistencia promedio a atracción a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico se observa los datos de la resistencia a tracción obtenida a los 28 días de edad del curado considerando el concreto original y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede apreciar que hay un incremento de la resistencia del concreto sometida a tracción en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 6.75% y 7.48% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 6.03% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%.

Estadístico de Prueba

Una vez establecido que la variable en estudio es la respuesta de las características del concreto de una resistencia a la compresión de 210 kgf/cm^2 es de índole cuantitativa y dentro de este estadístico de prueba, también, se tiene una variable independiente que se denominará como factor que varía según los distintos porcentajes en la adicción de ceniza de Kikuyo que determina el tipo de diseño que se va aplicar denominadas niveles de adicción y lo que se desea determinar es la existencia de un cambio trascendental de la variable según su factor, llevándonos esta situación a un diseño de análisis de varianza que denomina factor ANOVA ayudándonos a testear las hipótesis donde se utilizará un análisis de varianza ANOVA relacionada a su factor y la

una prueba estadística que es la prueba de rango post hoc de Tukey para generar la comparación de cuál de los diseños de concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo es la más óptima y que tenga un mejor grado de significancia tiene en relación al diseño original.

Condiciones para la aplicación del ANOVA

Las pruebas de Shapiro Wilk y de homogeneidad se emplearán para la verificación de los supuestos de Normalidad que, también, se le denomina igualdad de varianzas y esto se logra a través de la Prueba de Levene que nos ayudara en el estadístico de prueba.

Los valores hallados mediante un programa estadístico como el SPSS v.25 nos ayudara a obtener resultados de la derivación de los supuestos y de todas las pruebas que son sometidas las hipótesis en estudio.

Cuando no se pueda cumplir el supuesto de normalidad en el estadístico de prueba, se tiene que utilizar otra prueba como la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis la cual debe ser utilizada en este caso en específico y de no probar la igualdad de varianza se tendrá que aplicar otra prueba como la prueba de T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey y solo será aplicada en este caso en específico.

Se debe de tener en consideración algunos puntos como:

Regla de Decisión

Se considerará que para todas las pruebas empleadas en este trabajo de investigación se deberá de asumir un valor de significancia de 0.05 que significa un 95 por ciento de confianza y se tiene que admitir la hipótesis nula y si el valor de significancia de la prueba empleadas es mayor al valor de significancia que se asumió.

Si: $\text{sig } p \text{ de la prueba} > 0.05 \rightarrow \text{aceptamos } H_0.$

En el supuesto caso contrario se admitirá la hipótesis alterna Ha.

Análisis inferencial para la tracción a los 28 con los porcentajes en estudio:

En la **Tabla 67** se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio.

Prueba del supuesto de Normalidad para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal.

Ha: los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 69.

Prueba del supuesto de Normalidad para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Porcentaje	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	CP	,248	3	.	,968	3	,657
a la tracción	5%	,179	3	.	,999	3	,948
a los 28 días	8%	,240	3	.	,975	3	,694
	11.5%	,298	3	.	,915	3	,437

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores resultantes de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk nos muestran que resultados tiene un valor de significancia (sig) según el estudio son superiores a 0.05, esto quiere decir que de acuerdo a la regla de decisión no podemos rechazar la hipótesis nula en estudio y se concluye que todos los datos hallados en esta prueba tienen una distribución correcta teniendo en consideración los diferentes porcentajes de adición de ceniza en el concreto original con un grado de sig del 5 por ciento.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Tabla 70.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico			
		de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a	Se basa en la media	3,321	3	8	,078
la tracción a	Se basa en la mediana	,759	3	8	,548
los 28 días	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,759	3	3,109	,585
	Se basa en la media recortada	3,041	3	8	,093

Los valores de la prueba de homogeneidad de varianza de la resistencia a la tracción a los 28 días de edad según la tabla 69 basado en la media tenemos un valor de significancia de 0.078 es mayor a 0.05 en este caso no refutamos la hipótesis nula y eso según la regla de decisión y para este estudio determinamos como el nivel de sig del 5 por ciento y ello determinara la inexistencia de igualdad de varianza de los diferentes diseños que tengamos en este trabajo de investigación.

Luego de haber evaluado la normalidad de los datos de esta prueba determinamos que se usara un factor en la prueba de ANOVA.

Prueba de ANOVA de un factor para la tracción a los 28 con los porcentajes en estudio:

Tabla 71.

Prueba de ANOVA de un factor para para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio.

ANOVA					
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DÍAS					
	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12,377	3	4,126	76,246	,000
Dentro de grupos	,433	8	,054		
Total	12,810	11			

La prueba de ANOVA muestra los resultados que nos determinan el grado de significancia para la prueba estadística en estudio y en este caso será del 5 por ciento, una vez demostrado la aceptación de la hipótesis dentro de este estudio, mediante la determinación que los valores de sig de la prueba entre los diseños establecidos en la investigación es igual a 0.000 y que, también, es menor a 0.05, esto solo si se confirma la existencia de diferencias significativas entre las medias de los valores para resistencia del concreto sometida a tracción a los 28 días con los porcentajes de adición de ceniza y esto debe pasar al menos en uno de los diseños experimentales dentro de este trabajo de investigación, en este caso en específico se encontró la existencia de igualdad de varianzas dado este caso se usara la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo será óptimo para la resistencia del concreto sometida a tracción a los 28 días de edad de $f'c=210$ kgf/cm².

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett para la tracción a los 28 días con los porcentajes en estudio:

Tabla 72.

Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la tracción a los 28 días						
T3 Dunnett						
(I) Porcentaje	(J) Porcentaje	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
CP	5%	-1,24667*	,11926	,005	-1,8373	-,6560
	8%	-1,38000*	,12605	,003	-1,9630	-,7970
	11.5%	1,11333	,25124	,088	-,2844	2,5110
5%	CP	1,24667*	,11926	,005	,6560	1,8373
	8%	-,13333	,09499	,676	-,5557	,2890
	11.5%	2,36000*	,23718	,021	,7858	3,9342
8%	CP	1,38000*	,12605	,003	,7970	1,9630
	5%	,13333	,09499	,676	-,2890	,5557
	11.5%	2,49333*	,24067	,016	,9765	4,0102
11.5%	CP	-1,11333	,25124	,088	-2,5110	,2844
	5%	-2,36000*	,23718	,021	-3,9342	-,7858
	8%	-2,49333*	,24067	,016	-4,0102	-,9765

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La prueba de T3 de Dunnett nos brinda resultados de la comparativa del concreto original frente a los diferentes porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo que se encuentra en el primer grupo, y notamos varios valores menores al 0.05 que son del porcentaje de 5% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.005 y el de porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.003, esto indica que existe diferencia significativa entre el concreto patrón y los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza de Kikuyo a los 28 días, las diferencias de medias (I-J) nos dice si la media de los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza de Kikuyo ha aumentado o disminuido significativamente, por consiguiente como dichas diferencias son negativas esto nos indica que la media de los porcentajes de 5% y 8% de adicción de ceniza es mayor a la del concreto patrón, por lo tanto concluimos con un nivel de

significancia del 5% que, las adiciones de 5% y 8% de ceniza de Kikuyo a los 28 días, optimiza de forma significativa la resistencia del concreto sometido a tracción de un $f_c=210 \text{ kgf/cm}^2$, mientras que los otros diseños permanecen estadísticamente iguales al concreto original.

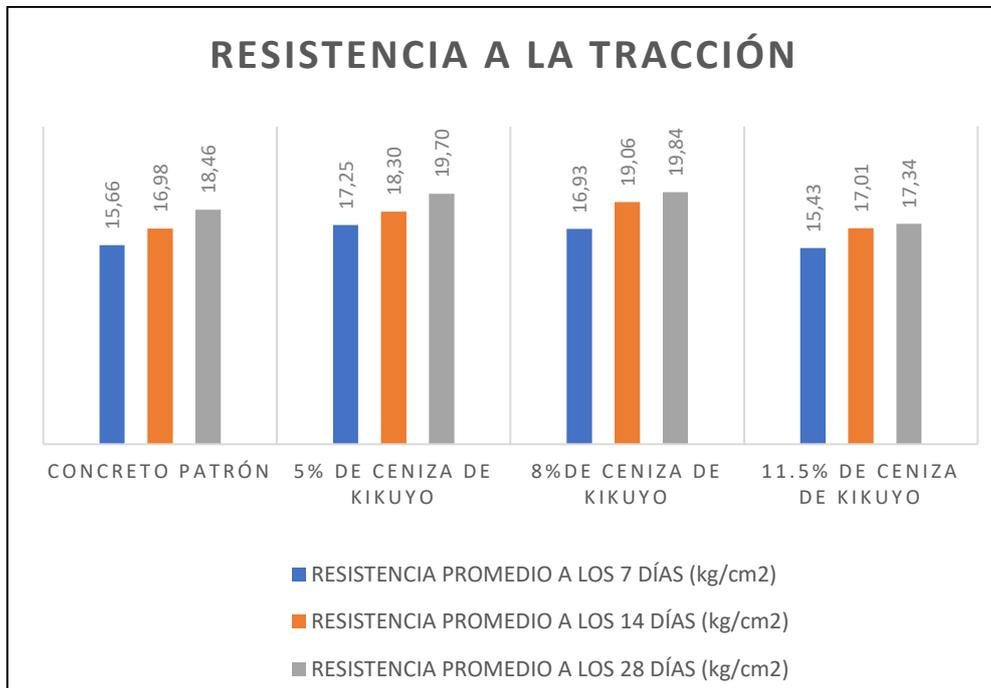
Tabla 73.

Resumen de resultados del ensayo de resistencia a la tracción a los 7, 14 y 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.

DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DÍAS (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 14 DÍAS (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DÍAS (kgf/cm ²)
CONCRETO PATRÓN	15,66	16,98	18,46
5% DE CENIZA DE KIKUYO	17,25	18,30	19,70
8% DE CENIZA DE KIKUYO	16,93	19,06	19,84
11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	15,43	17,01	17,34

Figura 40.

Gráfica del resumen de la resistencia promedio a la tracción con la adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico se observa el mayor valor obtenido de la resistencia del concreto sometido a tracción que es de 19.84 kgf/cm² a 28 días de edad del curado y con el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo que corresponde el 7.48% más que la muestra del concreto patrón.

FALLAS POR TRACCIÓN

El análisis de la ruptura o fallas de las briquetas en las pruebas de resistencia del concreto sometidas a tracción es importante para determinar si el ensayo fue aplicado de forma correcta y si cumplió con los requerimientos del diseño de del concreto en estudio.

La falla que se observa en la muestra o biqueta en estudio tiene una forma uniforme en toda su sección donde se aplicó el esfuerzo estos esfuerzos se acumulan y no son liberados por el cambio de dirección de la muestra biqueta en su sección diametral observándose una falla o rotura en el mismo sentido de la fuerza aplicada.

Fallas producidas en el ensayo de tracción a los 7, 14 y 28 días

Luego de la prueba de la resistencia del concreto sometido a tracción en los distintos grupos de ensayos de 7, 14 y 28 días se obtuvo un patrón de similitud en las fallas o rupturas en las briquetas de los ensayos de tracción.

Figura 41.

Fallas similares en el ensayo de resistencia a la tracción a los 7, 14 y 28 días.



Figura 42.

Falla producida después del ensayo de tracción.



Se observo que durante la prueba de laboratorio de la resistencia del concreto sometida a tracción las fuerzas diametrales se distribuyen uniformemente en la tracción transversal a lo largo de su eje de carga causando una falla o rotura de la briqueta de manera repetitiva en la mayoría de los especímenes en estudio ya sea a las 7, 14 y 28 días de fraguado existiendo un patrón de similitud en las briquetas en el ensayo tracción.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Se podrá obtener la resistencia del concreto sometida a flexión haciendo uso de un espécimen o muestra prismática de dimensiones de 15x15x50cm que siguiendo y considerando lo establecido para el desarrollo de esta prueba la muestra o viga debe de estar apoyada con fuerzas ubicadas a los 2/3 para así de esta manera calcular el esfuerzo a la rotura donde se tomara como referencia la norma NTP 339.078 a los 28 días, con 3 especímenes para el concreto original o patrón y para cada porcentaje de adicción de ceniza con dosificaciones de 5%, 8% y de 11.5% para obtener la resistencia del concreto sometido a flexión promedio.

Figura 43.

Ensayo de resistencia del concreto sometida a flexión.



Los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia de concreto sometida a flexión serán mostrados en la siguiente tabla juntamente con los valores del concreto original o patrón y las adicciones correspondientes de la ceniza de Kikuyo a los 28 días de edad de un proceso de curado.

Tabla 74.

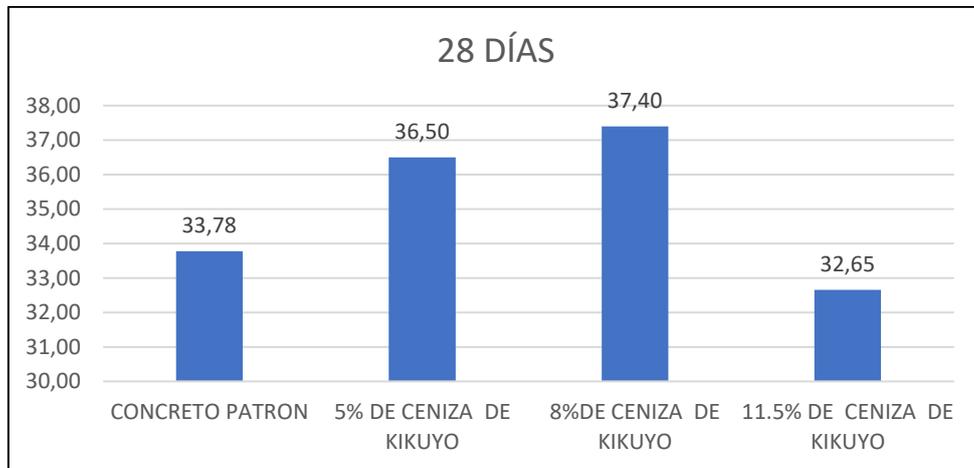
Resultado de resistencia a la flexión a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.

Muestra	% de ceniza	Edad (Días)	Distancias			Lectura carga max. (kgf)	Resistencia a la flexión (Mr) - kgf/cm ²	Promedio f'c (kgf/cm ²)	% de variación con respecto al patrón
			L (cm)	B (cm)	H (cm)				
1	PATRON	28	49,80	15,01	15,00	2310,00	34,06	33,78	100,00 %
2		28	50,10	15,06	15,02	2280,00	33,62		
3		28	50,10	15,00	15,01	2270,00	33,65		
1	5% DE CENIZA DE KIKUYO	28	50,06	15,04	15,00	2490,00	36,83	36,50	108,06 %
2		28	50,08	15,07	15,03	2520,00	37,07		
3		28	50,04	15,10	15,04	2430,00	35,60		
1	8% DE CENIZA DE KIKUYO	28	50,00	15,00	15,03	2530,00	37,33	37,40	110,73 %
2		28	50,02	15,01	15,04	2480,00	36,54		
3		28	50,01	15,02	15,00	2590,00	38,33		
1	11.5% DE CENIZA DE KIKUYO	28	50,00	15,06	15,02	2250,00	33,11	32,65	96,67%
2		28	50,04	15,04	15,01	2210,00	32,64		
3		28	50,00	15,04	15,00	2180,00	32,21		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 44.

Gráfica de resistencia promedio a la flexión a los 28 días con la adicción de ceniza de Kikuyo.



En el gráfico se observa los datos de la resistencia a flexión obtenida a los 28 días de edad del curado considerando el concreto original o patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede apreciar que hay un aumento de la resistencia del concreto sometida a flexión en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 8.06% y 10.73% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 3.33% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%.

Estadístico de Prueba

Una vez establecido que la variable en estudio es la respuesta de las características del concreto de 210 kgf/cm² es de índole cuantitativa y dentro de este estadístico de prueba, también, se tiene una variable independiente que se denominará como factor que varía según los distintos porcentajes en la adicción de ceniza de Kikuyo que determina el tipo de diseño que se va a aplicar denominadas niveles de adicción y lo que se desea determinar es la existencia de un cambio trascendental de la variable según su factor, llevándonos esta situación a un diseño de análisis de varianza que denomina factor ANOVA ayudándonos a testear las hipótesis donde se utilizará un

análisis de varianza ANOVA relacionada a su factor y la una prueba estadística que es la prueba de rango post hoc de Tukey para generar la comparación de cuál de los diseños de concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo es la más optima y que tenga un mejor grado de significancia tiene en relación al diseño original.

Condiciones para la aplicación del ANOVA

Las pruebas de Chapiro Wilk y de homogeneidad se emplearán para la verificación de los supuestos de Normalidad que, también, se le denomina igualdad de varianzas y esto se logra a través de la Prueba de Levene que nos ayudara en el estadístico de prueba.

Los valores hallados mediante un programa estadístico como el SPSS v.25 nos ayudara a obtener resultados de la derivación de los supuestos y de todas las pruebas que son sometidas las hipótesis en estudio.

Cuando no se pueda cumplir el supuesto de normalidad en el estadístico de prueba se tiene que utilizar otra prueba como la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis la cual debe ser utilizada en este caso en específico y de no probar la igualdad de varianza se tendrá que aplicar otra prueba como la prueba de T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey y solo será aplicada en este caso en específico.

Se debe de tener en consideración algunos puntos como:

Regla de Decisión

Se considerará que para todas las pruebas empleadas en este trabajo de investigación se deberá de asumir un valor de significancia de 0.05 que significa un 95 por ciento de confianza y se tiene que admitir la hipótesis nula y si el valor de significancia de la prueba empleadas es mayor al valor de significancia que se asumió.

Si: sig p de la prueba > 0.05 → aceptamos Ho.

En el supuesto caso contrario se admitirá la hipótesis alterna H_a .

Análisis inferencial para la flexión a los 28 con los porcentajes en estudio:

En la **Tabla 73** se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio.

Prueba del supuesto de Normalidad para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

H_0 : los datos provienen de una distribución normal.

H_a : los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 75.

Prueba del supuesto de Normalidad para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Porcentaje	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	CP	,363	3	.	,801	3	,117
a la flexión a	5%	,329	3	.	,869	3	,292
los 28 días.	8%	,198	3	.	,995	3	,871
	11.5%	,178	3	.	,999	3	,951

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores resultantes de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk nos muestran que resultados tiene un valor de significancia (sig) según el estudio son superiores a 0.05, esto quiere decir que de acuerdo a la regla de decisión no podemos rechazar la hipótesis nula en estudio y se concluye que todos los datos hallados en esta prueba tienen una distribución correcta teniendo en consideración los diferentes porcentajes de adición de ceniza en el concreto original con un grado de sig del 5 por ciento.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Tabla 76.

Prueba del supuesto de Homogeneidad o igualdad de varianzas para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	1,460	3	8	,297
a la flexión a	Se basa en la mediana	,582	3	8	,643
los 28 días.	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,582	3	5,108	,651
	Se basa en la media recortada	1,389	3	8	,315

Los valores de la prueba de homogeneidad de varianza de la resistencia a la flexión a los 28 días de edad según la tabla 75 basado en la media tenemos un valor de significancia de 0.297 es mayor a 0.05 en este caso no refutamos la hipótesis nula y eso según la regla de decisión y para este estudio determinamos como el nivel de sig del 5 por ciento y ello determinara la inexistencia de igualdad de varianza de los diferentes diseños que tengamos en este trabajo de investigación.

Luego de haber evaluado la normalidad de los datos de esta prueba determinamos que se usara un factor en la prueba de ANOVA.

Prueba de ANOVA de un factor para la flexión a los 28 con los porcentajes en estudio:

Tabla 77.

Prueba de ANOVA de un factor para para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio.

ANOVA					
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	44,958	3	14,986	35,477	,000
Dentro de grupos	3,379	8	,422		
Total	48,338	11			

La prueba de ANOVA muestra los resultados que nos determinan el grado de significancia para la prueba estadística en estudio y en este caso será del 5 por ciento, una vez demostrado la aceptación de la hipótesis dentro de este estudio, mediante la determinación que los valores de sig de la prueba entre los diseños establecidos en la investigación es igual a 0.000 y que, también, es menor a 0.05, esto solo si se confirma la existencia de diferencias significativas entre las medias de los valores para resistencia del concreto sometida flexión a los 28 días con los porcentajes de adición de ceniza y esto debe pasar al menos en uno de los diseños experimentales dentro de este trabajo de investigación, en este caso en específico se encontró la existencia de igualdad de varianzas dado este caso se usara la prueba paramétrica post hoc de Tukey para determinar cuál de los porcentajes de adición de ceniza de Kikuyo será óptimo para la resistencia del concreto sometida a flexión a los 28 días de edad de $f'c=210$ kgf/cm².

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett para la flexión a los 28 días con los porcentajes en estudio:

Tabla 78.

Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la flexión a los 28 días						
T3 Dunnett						
(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
Porcentaje	Porcentaje				Límite inferior	Límite superior
CP	5%	-2,72333	,47691	,063	-5,7499	,3033
	8%	-3,62333*	,53701	,047	-7,1561	-,0906
	11.5%	1,12333	,29612	,110	-,3916	2,6383
5%	CP	2,72333	,47691	,063	-,3033	5,7499
	8%	-,90000	,68959	,726	-3,9374	2,1374
	11.5%	3,84667*	,52426	,017	1,2137	6,4797
8%	CP	3,62333*	,53701	,047	,0906	7,1561
	5%	,90000	,68959	,726	-2,1374	3,9374
	11.5%	4,74667*	,57946	,015	1,6738	7,8195
11.5%	CP	-1,12333	,29612	,110	-2,6383	,3916
	5%	-3,84667*	,52426	,017	-6,4797	-1,2137
	8%	-4,74667*	,57946	,015	-7,8195	-1,6738

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La prueba de T3 de Dunnett nos brinda resultados de la comparativa del concreto original frente a los diferentes porcentajes de adicción de ceniza de Kikuyo que se encuentra en el primer grupo, y notamos varios valores menores al 0.05 que son del porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo con un sig igual a 0.047, esto indica que existe diferencia significativa entre el concreto patrón y el porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo a los 28 días, la diferencia de medias (I-J) nos dice si la media del porcentaje de 8% de adicción de ceniza de Kikuyo ha aumentado o disminuido significativamente, por consiguiente como dicha diferencia es negativa esto nos indica que la media del porcentaje de 8% de adicción de ceniza es mayor a la del concreto patrón, por lo tanto concluimos con un nivel de significancia del 5% que, la adición del

8% de ceniza de Kikuyo a los 28 días, optimiza de forma significativa la resistencia del concreto sometido a flexión de un $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$, mientras que los otros diseños permanecen estadísticamente iguales al concreto original.

FALLAS POR FLEXIÓN

Las fallas por flexión son el resultado de la aplicación de la carga entre 2 apoyos a tercios o a la mitad de la luz a una viga o losa de concreto, la falla puede surgir en cualquier lugar de la sección central de la viga en estudio, ya que toda la viga está sometida a un mismo momento flector.

Fallas producidas en el ensayo de flexión a los 28 días

Luego de la prueba de resistencia del concreto sometida a flexión en los distintos grupos de ensayos de 7, 14 y 28 días se obtuvo un patrón de similitud en las fallas o rupturas en las briquetas de los ensayos de flexión.

Figura 45.

Ensayo de resistencia a la flexión con carga entre 2 apoyos a tercios a los 7, 14 y 28 días.

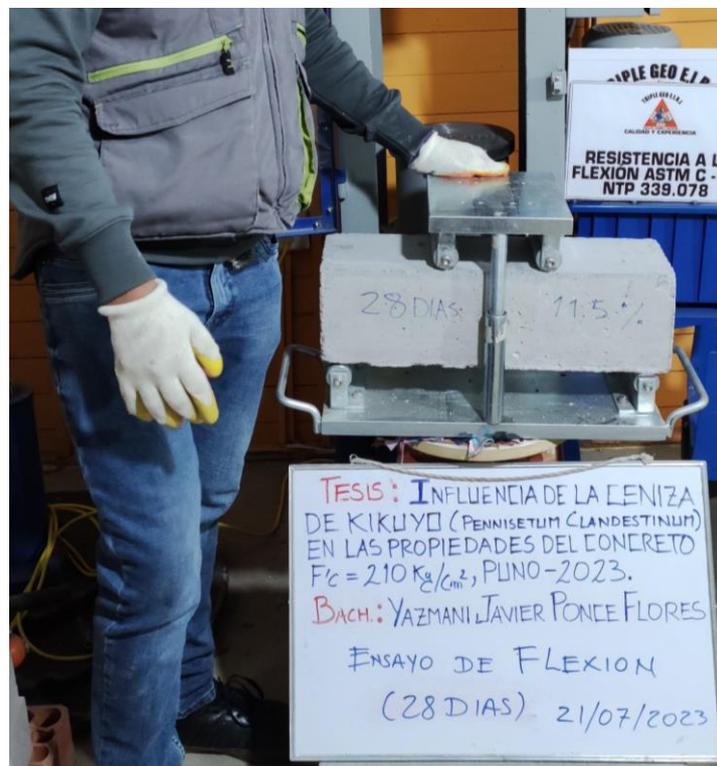


Figura 46.

Fallas similares en el ensayo de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días.



Se observó que durante el ensayo de flexión las fuerzas aplicadas a dos tercios de la viga de concreto en estudios causaron una falla o rotura de la viga de concreto encontrándose esta falla en el tercio central de la viga lo cual es indicativo que el ensayo de laboratorio se hizo de manera correcta, ya que la máxima tensión ocurre en ese lugar y la falla o rotura de la viga se produce de manera repetitiva en la mayoría de los especímenes en estudio ya sea a las 7, 14 y 28 días de fraguado existiendo un patrón de similitud en las vigas en el ensayo flexión.

Objetivo específico 4

Analizar el costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ al adicionar la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Puno – Perú, 2023

Para el costo de producción del concreto con adicción de ceniza de Kikuyo, se establecerá mediante un análisis de costos unitarios para la obtención del Kikuyo y su procedimiento para la adquisición de la ceniza de Kikuyo.

Tabla 80.
Adquisición de Cenizas de Kikuyo.

Partida		Adquisición de Cenizas de Kikuyo				
Rendim.	Kg/día	MO. 2	EQ. 2	Costo unitario directo: Kg	0.695	
Código	Descripción Recurso	Unid.	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
104	Peón	HH	1	0.02	19.50	0.39
						0.39
Materiales						
201	Kikuyo (con 5% de desperdicio)	Kg.		1.05	0.1	0.105
						0.105
Equipos						
392	Incineración (horno)	HM		0.1	2	0.2
						0.2

Para la partida de adquisición de ceniza de Kikuyo se estableció para mano de obra 1 peón que será el total de la cuadrilla para esta partida, en cuanto a la cantidad y el numero 0.02 equivale al tiempo en número (aproximadamente un minuto y medio) que demora un peón en incinerar 1 kilogramo de Kikuyo.

Para el precio de la mano de obra se consideró la tabla salarial 2023-2024 del régimen de construcción civil donde a la actualidad se le paga a un peón por hora hombre 19.50 soles.

El material en este caso el Kikuyo por ser un material sobrante, desechable solo se considera el costo de transporte por kilo que es 0.10 soles (10 céntimos por kilogramo), considerando un porcentaje de desperdicio del 5% según se establece dentro de los parámetros de porcentajes de desperdicios de CAPECO.

Los equipos se consideró la incineración (horno) equipo que nos servirá para poder calcinar el Kikuyo en la cantidad se consideró 0.1 HM (6 minutos

aproximadamente) que es el tiempo que demora en calcinarse por completo 1 kilogramo de Kikuyo, el precio de 2 soles es el precio promedio que tienen los hornos por hora de uso en la ciudad de Puno.

De acuerdo con el análisis del costo unitario de la ceniza de Kikuyo observamos que el costo unitario de ceniza de Kikuyo es de 0.64 soles por kilo, establecido el costo unitario de la ceniza determinaremos el costo de producción del concreto de $f'c=210$ kgf/cm² al adicionar la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Puno – Perú, 2023.

Para conocer el costo de producción del concreto de $f'c=210$ kgf/cm² al adicionar la ceniza de Kikuyo en sus diferentes porcentajes se tomará como referencia la partida 01.04.01.01 CONCRETO $f'c=210$ kgf/cm² PARA ZAPATAS de un proyecto de vivienda multifamiliar.

Tabla 81.

Costo de producción del concreto patrón de $f'c=210$ kgf/cm².

CONCRETO PATRÓN						
Presup.	VIVIENDA MULTIFAMILIAR					
Sub presup.	001	ESTRUCTURAS		Fecha presup.	01/09/2023	
Partida	01.04.01.01	CONCRETO $f'c=210$ kgf/cm² PARA ZAPATAS				
Rendim.	m³/DIA	MO.	25.00	EQ.	25.0000	Costo unit. directo por: m ³ 652.32
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
101010002	CAPATAZ	hh	1.000	0.0320	31.12	1.00
101010003	OPERARIO	hh	2.000	0.6400	27.41	17.54
101010004	OFICIAL	hh	2.000	0.6400	21.55	13.79
101010005	PEON	hh	8.000	2.5600	19.50	49.92
						82.25
	Materiales					
207010102	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m ³		0.5300	93.22	49.41
207020102	ARENA GRUESA	m ³		0.5200	44.07	22.92
207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.1800	9.00	1.62

213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	Kg		413.525	0.66	272.93
						346.87
Equipos						
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	72.13	216.39
3012900105	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.000	0.3200	6.28	2.01
3012900304	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP11p3	hm	1.000	0.3200	15.00	4.80
						223.20

Para esta partida de CONCRETO $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ PARA ZAPATAS se obtuvo un costo de producción de 652.32 soles haciendo uso del concreto patrón.

Tabla 82.

Costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ al adicionar el 5% de ceniza de Kikuyo.

ADICCIÓN DE CENIZA DE KIKUYO AL 5%							
Presup.	VIVIENDA MULTIFAMILIAR,						
Sub presup.	001	ESTRUCTURAS			Fecha presup.	01/09/2023	
Partida	01.04.01.01	CONCRETO $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ PARA ZAPATAS					
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unit. directo por: m ³	652.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
101010002	CAPATAZ	hh	1.000	0.0320	31.12	1.00	
101010003	OPERARIO	hh	2.000	0.6400	27.41	17.54	
101010004	OFICIAL	hh	2.000	0.6400	21.55	13.79	
101010005	PEON	hh	8.000	2.5600	19.50	49.92	
						82.25	
Materiales							
207010102	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m ³		0.5300	93.22	49.41	
207020102	ARENA GRUESA	m ³		0.5200	44.07	22.92	
207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.1800	9.00	1.62	

207070002	CENIZA DE KIKUYO AL 5%(considerando 5% de desperdicio)	Kg		20.6763	0.695	14.37
213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	Kg		392.8488	0.66	259.28
						347.28
Equipos						
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	72.13	216.39
3012900105	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.000	0.3200	6.28	2.01
3012900304	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.000	0.3200	15.00	4.80
						223.20

Para esta partida de CONCRETO $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ PARA ZAPATAS se obtuvo un costo de producción de 652.73 soles haciendo uso del concreto con la adición del 5% de ceniza de Kikuyo.

Tabla 83.

Costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ al adicionar el 8% de ceniza de Kikuyo.

ADICCIÓN DE CENIZA DE KIKUYO AL 8%						
Presup.	VIVIENDA MULTIFAMILIAR,					
Sub presup.	001	ESTRUCTURAS			Fecha presupuesta	01/09/2023
Partida	01.04.01.01	CONCRETO $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ PARA ZAPATAS				
Rendimiento	m^3/DIA	MO.	25.0000	EQ.	25.0000	Costo U.directo por: m^3 652.98
Código	Descripción Recurso	Unid.	Cuadr.	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
101010002	CAPATAZ	hh	1.000	0.0320	31.12	1.00
101010003	OPERARIO	hh	2.000	0.6400	27.41	17.54
101010004	OFICIAL	hh	2.000	0.6400	21.55	13.79
101010005	PEON	hh	8.000	2.5600	19.50	49.92
						82.25
Materiales						
207010102	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m^3		0.5300	93.22	49.41
207020102	ARENA GRUESA	m^3		0.5200	44.07	22.92

207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.1800	9.00	1.62
207070002	CENIZA DE KIKUYO AL 8%(considerando 5% de desperdicio)	Kg		33.0820	0.695	22.99
213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	Kg		380.4430	0.66	251.09
						347.53
Equipos						
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	72.13	216.39
3012900105	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.000	0.3200	6.28	2.01
3012900304	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.000	0.3200	15.00	4.80
						223.20

Para esta partida de CONCRETO f'c=210 kgf/cm² PARA ZAPATAS se obtuvo un costo de producción de 652.98 soles haciendo uso del concreto con la adicción del 8% de ceniza de Kikuyo.

Tabla 84.

Costo de producción del concreto de f'c=210 kgf/cm² al adicionar el 11.5 % de ceniza de Kikuyo.

ADICCIÓN DE CENIZA DE KIKUYO AL 11.5%						
Presup.	VIVIENDA MULTIFAMILIAR,					
Sub presup.	001	ESTRUCTURAS		Fecha presupuesta		01/09/2023
Partida	01.04.01.01	CONCRETO f'c=210 kgf/cm² PARA ZAPATAS				
Rendimiento	m³/DIA	MO.	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por: m ³ 653.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
101010002	CAPATAZ	hh	1.000	0.0320	31.12	1.00
101010003	OPERARIO	hh	2.000	0.6400	27.41	17.54
101010004	OFICIAL	hh	2.000	0.6400	21.55	13.79
101010005	PEON	hh	8.000	2.5600	19.50	49.92
						82.25
Materiales						

207010102	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m ³		0.5300	93.22	49.41
207020102	ARENA GRUESA	m ³		0.5200	44.07	22.92
207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.1800	9.00	1.62
207070002	CENIZA DE KIKUYO AL 11.5%(considerando 5% de desperdicio)	Kg		62.0288	0.695	43.11
213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	Kg		351.4963	0.66	231.99
						348.11
	Equipos					
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	72.13	216.39
3012900105	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.000	0.3200	6.28	2.01
3012900304	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.000	0.3200	15.00	4.80
						223.20

Para esta partida de CONCRETO $f'c=210$ kgf/cm² PARA ZAPATAS se obtuvo un costo de producción de 653.56 soles haciendo uso del concreto con la adición del 11.5 % de ceniza de Kikuyo.

Tabla 85.

Resumen del Costo de producción del concreto de $f'c=210$ kgf/cm² con la adición de ceniza de Kikuyo.

DOSIFICACIÓN	COSTO DE PRODUCCIÓN
CONCRETO PATRÓN	652.32
CENIZA DE KIKUYO AL 5%	652.73
CENIZA DE KIKUYO AL 8%	652.98

CENIZA DE	
KIKUYO AL	653.56
11.5%	

En el gráfico se observa el resumen del costo de producción por medio de una partida CONCRETO $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ PARA ZAPATAS, donde observamos que el gasto de producción del concreto original es de 652.32 soles, con la adición de ceniza del 5 % es de 652.73 soles, con la adición de 8% es de 652.98 soles y con la adición de ceniza de Kikuyo al 11.5% es de 653.44 soles, con estos resultados observamos que la diferencia del costo de producción de las diferentes dosificaciones no es significativa.

Donde todos los datos de los costos unitarios y rendimientos de referencia para este trabajo de investigación fueron obtenidos de un proyecto reciente donde los costos unitarios y rendimientos están adecuados a la actualidad.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el **primer objetivo** que es **analizar los procedimientos de obtención de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y sus propiedades químicas**, se tomaron los resultados de Manzano Velasquez (19) donde los procedimientos de obtención de la ceniza fueron obtenidos mediante un proceso de calcinación donde se utilizaron elevadas temperaturas que excedieron a los 500°C por un periodo de tiempo de al menos dos horas dentro de un horno de características artesanales luego de este procedimiento esperaremos para que el material se enfríe dejándolo en reposo por 24 horas posterior a este proceso debemos de tamizar las cenizas para que dicho material pueda ser utilizado en el concreto, luego el material fue sometido a un análisis de laboratorio para conocer cuáles son sus características química de y luego de pruebas en laboratorio se determinó que la ceniza tiene mayor porcentaje los siguientes compuestos (SiO_2), (Al_2O_3), (Fe_2O_3), con los resultados hallados podemos decir que la ceniza se categoriza en una ceniza de clase C y, también, se identifica en esa clase por el porcentaje de cal que contiene dicha muestra que en este caso es de entre un 15 y un 30 por ciento, lo cual se establece en la ASTM C 618 donde se tipifican como cenizas sulfocalcicas o hidráulicas teniendo un comportamiento de aglomerante hidráulico y los valores resultantes hallados en este proyecto de investigación sobre la evaluación de los procedimientos y las propiedades químicas de la ceniza de Kikuyo obtuvimos lo siguiente la ceniza de Kikuyo se obtuvo mediante su calcinación en un horno artesanal donde la temperatura llega a más de 550 °C adecuada para eliminar todo rastro de materia orgánica del Kikuyo por un periodo de 1 horas de calcinación, teniendo que esperar por otro lapso de tiempo de aproximadamente 12 horas para su enfriamiento y recolección del horno para luego llevarlo a laboratorio y someterlo a un tamizado para luego ser utilizado en nuestro diseño de concreto en los porcentajes en estudio, donde según el análisis químico en un laboratorio la ceniza de Kikuyo nos

mostró algunos compuestos que se encuentran dentro del este, donde según la norma ASTM C 618 existen algunos compuestos que según la norma su presencia de estos compuestos dentro de la ceniza determinan su uso para el concreto que son (SiO₂), (Al₂O₃), (Fe₂O₃) conjuntamente con el porcentaje de cal dentro de este que presenta de 15 y 30% y en dentro del análisis del laboratorio nuestra muestra de ceniza tiene un porcentaje de 30.07% de cal donde estas son tomadas en cuenta como cenizas sulfocalcicas según la ASTM C 618.

Para el **segundo objetivo** que es **determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en las propiedades físicas del concreto f'c=210 kgf/cm².**

Temperatura

Se tomaron los resultados de Sucasaca Ramos y Tamayo Arana (20) que muestra que la temperatura hallada para la muestra original fue de 17.8°C y al tener que sustituirla con diferentes porcentajes como de 3%, 4%, 6%, y 7% de ceniza de ichu fue de 16.90°C, 17.20°C, 16.30°C y 16.10°C respectivamente generando una disminución de la temperatura con relación a la muestra original en un 5.06%, 3.37%, 8.43% y 9.55% correspondientemente, y al generar la sustitución con los porcentajes en estudio de 3%, 4%, 6%, y 7% de ceniza de totora fueron de 16.30°C, 16.80°C, 17.6°C y 16.6°C respectivamente generando una variación de la temperatura con relación a la muestra original teniendo una disminución en: 8.43, 5.62, 1.12 y 6.74 por ciento correspondientemente. Y los resultados obtenidos en nuestra tesis con el uso de la ceniza de Kikuyo muestra los siguientes resultados se observa una disminución de la temperatura, la lectura del concreto patrón es de 17.9°C, con la adicción de ceniza al 5% es de 17.1°C, al 8% es de 16.3°C y al 11.5% de adicción de ceniza es de 16.1°C.

Trabajabilidad-Asentamiento (slump)

Se tomaron los resultados de Sucasaca Ramos y Tamayo Arana (20) que muestra que el asentamiento obtenido en el ensayo aplicado en el concreto original fue de 3.8" y al generar la sustitución en el porcentaje en estudio de 3%, 4%, 6% y 7% con ceniza de ichu respectivamente fue de 3.5", 3.2", 3.3" y 3.0" correspondientemente, llegando a tener una disminución en la longitud del slump con relación al concreto original, al generar la sustitución de ceniza en los porcentajes en estudio de 3%, 4%, 6% y 7% con ceniza de totora respectivamente fue de 3.4", 3.5", 3.0" y 2.9" para cada muestra correspondientemente, teniendo una disminución y, también, sufrió un decrecimiento en la longitud total del slump con relación a la muestra. Y los resultados obtenidos en nuestra tesis con el uso de la ceniza de Kikuyo muestra los siguientes resultados la medida del slump en el concreto patrón de 3.9", con la adicción de ceniza al 5% es de 3.8", al 8% es de 3.6" y con la adicción de ceniza al 11.5% es de 3.1" respectivamente, en la tabla 38 la diferencia entre los diferentes concretos no es significativa, pero esta diferencia hace que el concreto sea menos trabajable,

Dicho resultado nos muestra que el SLUMP en cuanto a su consistencia plástica se encuentra dentro del rango permisible.

Peso unitario

Se tomaron los resultados de Manzano Velasquez (19) que muestra que el peso unitario con el uso de la ceniza derivada de la thola se llegó a tener 2330 kg/m³ para una muestra original donde se usaran las proporciones que se obtuvieron según el estudio en este caso con dosificaciones de 5, 7, 9 y 10 por ciento de sustitución de ceniza donde dichos los valores tienen una disminución del 5 por ciento dicho valor por sus características se asemejan a la probeta patrón con 2328 kg/m³. Y los resultados obtenidos en nuestra tesis con el uso de la ceniza de Kikuyo observamos que los valores resultantes del peso por unidad de volumen del concreto patrón de 2306.38 kg/m³, con la adicción de ceniza al 5% el peso unitario es de 2304.26 kgf/m³, al 8% es de 2302.13

kgf/m³ y con la adición de ceniza al 11.5% es de 2298.94 kgf/m³ respectivamente, donde se aprecia una disminución de los pesos unitarios con respecto del concreto patrón con los concretos con adicción de ceniza de Kikuyo, dichos valores del peso unitario de la muestra original hallados en el ensayo nos muestran que está dentro del rango de 2200 a 2400 kgf/m³ que son rangos de un concreto convencional.

Contenido de Aire Atrapado

Se tomaron los resultados de Sucasaca Ramos y Tamayo Arana (20) que muestra que el contenido de aire atrapado hallado dentro del espécimen original fue de un 2.00 y al generar la sustitución en los porcentajes de 3%, 4%, 6% y 7% con ceniza de ichu fueron de 2.30, 2.20, 2.00 y 2.10 correspondientemente generando un incremento el contenido de aire con relación al concreto original en las siguientes proporciones de 15%, 10%, 0% y 5% correspondientemente, al generar la sustitución a un porcentaje de 3%, 4%, 6% y 7% con ceniza de totora respectivamente fueron de 2.20, 2.10, 2.10 y 2.40 correspondientemente teniendo un incremento en el contenido de aire con relación a la muestra original en los siguientes porcentajes de 10%, 5%, 5% y 20% correspondientemente. Y los resultados obtenidos en nuestra tesis con el uso de la ceniza de Kikuyo nos brinda los siguientes valores de contenido de aire atrapado del en la muestra original de 2.0%, con la adicción de ceniza de Kikuyo al 5% el resultado fue de 2.1%, al 8% de adicción de ceniza fue 2.4% y con la adicción de 11.5% de ceniza de Kikuyo fue del 2.5% con contenido de aire siendo el 2% del concreto en estado fresco según el diseño de mezcla según el gráfico se observa que el contenido de aire aumenta cuando se tiene un aumento en el porcentaje según sea la adicción de ceniza de Kikuyo.

Para el **tercer objetivo** que es **determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kgf/cm}^2$** , se tomaron los resultados de

Compresión

Se tomaron los resultados de Iparraguirre Sanchez (57) que muestra que en la prueba de resistencia del concreto sometido a compresión con distintos porcentajes de ceniza de cascarilla derivados del café en reemplazo del cemento en el concreto original, donde los especímenes con adicción de 3 y 5 por ciento respectivamente de ceniza tuvieron un bajo comportamiento en su resistencia y esto fue evaluado a los 7 días de su curado, llegando a tener una resistencia promedio de 167.33 kgf/cm² y 167 kgf/cm² correspondientemente dichos resultados son menores a la resistencia promedio de la muestra original siendo esta de 177.67 kgf/cm², pero de todas maneras el espécimen con 1 por ciento de añadidura de ceniza tuvo un comportamiento mucho más óptimo en relación a la muestra original teniendo una resistencia promedio de 195.67 kgf/cm²

Pero a los 14 días de edad los valores correspondiente a la resistencia promedio fueron mucho más óptimos en relación a la muestra original siendo estos valores de 251 kgf/cm², 223.67 kgf/cm² y 201.67 kgf/cm² de las adicciones de 1, 3, y 5 por ciento correspondientemente en comparación al valor de la muestra original de 193.67 kgf/cm², a los 28 días de curado del espécimen siguió mejorando su resistencia teniendo los siguientes valores de 270.67 kgf/cm² con la adicción del 1%, de 240 kgf/cm² con la adicción del 3%, pero con el concreto con adicción del 5% de adicción de ceniza obtuvo 213 kgf/cm² que en comparación a la muestra original es menor, ya que el valor de la muestra original es de 233 kgf/cm², donde se dedujo que la resistencia del concreto sometida a compresión tiene una disminución según se vaya incrementando el porcentaje de ceniza de cascarilla de café. Y los resultados obtenidos en nuestra tesis con el uso de la ceniza de Kikuyo muestra que la resistencia del concreto sometida a compresión del concreto a los 7 días de curado del concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede apreciar que hay un aumento de la resistencia a la compresión en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 5.25% y 6.69 correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 1.53% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%, donde la resistencia del concreto sometida

a compresión a los 14 días de edad del curado del concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede apreciar que hay un aumento de la resistencia del concreto sometida a compresión en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 5.13% y 7.67 correspondientemente y se tuvo una reducción con relación al concreto patrón de 2.86% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5% y los datos de la resistencia del concreto sometida a compresión del concreto a los 28 días de edad del curado del concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede apreciar que hay un aumento de la resistencia del concreto sometida a compresión en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 5.88% y 7.50% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 2.71% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5% concluyendo que el mayor valor obtenido sobre la resistencia a la compresión es 243.01 kgf/cm² a 28 días de edad del curado con el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo que corresponde el 7.50% más que la muestra del concreto patrón.

Tracción

Se tomaron los resultados de Sucasaca Ramos y Tamayo Arana (20) determina que el ensayo a la tracción sometido a los 7 días de edad del proceso de curado en la muestra original fue de 14.64% de esa manera se obtuvo lecturas al sustituir con la ceniza de totora en los siguientes porcentajes de 3%, 4%, 6%, y 7% respectivamente y los resultados obtenidos eran de un 15.31%, 16.42%, 15.88% y 14.22% correspondientemente, donde los resultados del ensayo de resistencia del concreto sometido a tracción a los 14 días de edad del proceso de curado de la muestra original fue de 19.63%, donde luego de sustituir con la ceniza de totora en los siguientes porcentajes de 3%, 4%, 6%, y 7% respectivamente teniendo los siguientes resultados de 19.22%, 18.80%, 18.82% y 18.03% correspondientemente y en el ensayo de tracción la resistencia a los 28 días en el concreto original o patrón fue de 22.67 kgf/cm² y al

generar la sustitución con los siguientes porcentajes de 3%, 4% y 7% con ceniza de ichu se lectura los siguientes valores de 22.35 kgf/cm². 22.11 kgf/cm² y 21.20 kgf/cm² correspondientemente a las proporciones de la ceniza, teniendo una disminución en la resistencia con relación a la muestra original en 1.41%, 2.47% y 6.48% correspondientemente, pero con la adición a un 6% el resultado fue de 24.85 kgf/cm² teniendo un incremento de un 9.62%. Al generar la sustitución de los porcentajes de 3, 6 y 7 por ciento respectivamente con ceniza de totora el resultado obtenido fue de 21.75 kgf/cm². 22.43 kgf/cm² y 20.33 kgf/cm² correspondientemente, pero con un 4 por ciento el resultado fue de 22.93 kgf/cm², teniendo un incremento de un 1.15%. Y los resultados obtenidos en nuestra tesis con el uso de la ceniza de Kikuyo muestra que la resistencia del concreto sometido a tracción del concreto a los 7 días de edad del curado considerando el concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede aprecia que hay un aumento de la resistencia del concreto sometido a tracción en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 10.17% y 8.13% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 1.49% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%, la tracción del concreto a los 14 días de curado considerando el concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede aprecia que hay un aumento de la resistencia a la tracción en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 7.80% y 12.27% correspondientemente y un aumento insignificante con respecto al concreto patrón de 0.18% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5% y la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días de curado considerando el concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo donde se puede aprecia que hay un aumento de la resistencia del concreto sometido a tracción en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 6.75% y 7.48% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 6.03% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5% se observa el mayor valor obtenido de la

resistencia a la tracción de 19.84 kgf/cm² a 28 días de curado con el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo que corresponde el 7.48% más que la muestra del concreto patrón.

Flexión

Se tomaron los resultados de Sucasaca Ramos y Tamayo Arana (20) demuestra que el ensayo de flexión a los 28 días de edad de la muestra original fue de 24.95 kgf/cm² y al generar una sustitución con un porcentaje de 4, 6 y 7 por ciento respectivamente con ceniza de ichu fue de 24.88 kgf/cm², 23.92 kgf/cm² y 22.17 kgf/cm² para cada caso, teniendo una disminución de la resistencia con relación al concreto original o patrón en un 0.28%, 4.13% y 11.14% correspondientemente, pero con el uso de un porcentaje de 3% el resultado fue de 26.45 kgf/cm², teniendo un incremento en un 6.01%. Al generar la sustitución en los porcentajes de 3, 4 y 6 por ciento con ceniza de totora correspondientemente fue de 26.01 kgf/cm², 27.62 kgf/cm² y 25.19 kgf/cm² para cada situación porcentaje, teniendo una creciente resistencia con relación a la muestra original en 4.25%, 10.70% y 0.96% correspondientemente, pero con el uso del porcentaje de un 7% el resultado fue de un 24.42 kgf/cm² teniendo una disminución de un 2.12%. Y los resultados obtenidos en nuestra tesis con el uso de la ceniza de Kikuyo muestra que la resistencia del concreto sometido a flexión a los 28 días de edad del curado donde se consideró el concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo, se puede apreciar que hay un aumento de la resistencia del concreto sometida a tracción en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 8.06% y 10.73% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 3.33% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%.

Para el **cuarto objetivo** que es **analizar el costo de producción del concreto de f'c=210 kgf/cm² al adicionar la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum)**. Se tomaron los resultados de Manzano Velásquez (19) que muestra que el análisis de costo de producción mediante un análisis de costos unitarios de la elaboración de concreto

$f_c=210 \text{ kgf/cm}^2$ con el mejor porcentaje de sustitución encontrado, hubo una reducción por metro cubico de concreto representando una disminución considerable en base al costo del concreto convencional, dichos valores económicos representan un leve incremento en la reducción de costos de producción del concreto en comparación con la tesis de grado antes mencionada, así mismo, este factor permite mayores beneficios en la elaboración de grandes volúmenes de concreto. Y los resultados obtenidos en nuestra tesis con el uso de la ceniza de Kikuyo muestra que el costo de producción por medio de una partida CONCRETO $f_c=210 \text{ kgf/cm}^2$ PARA ZAPATAS, donde observamos que el costo de producción del concreto patrón es de 642.20 soles, con la adicción de ceniza del 5 % es de 642.61 soles, con la adicción de 8% es de 642.86 soles y con la adicción de ceniza de Kikuyo al 11.5% es de 643.44 soles, con estos resultados observamos que la diferencia del costo de producción de las diferentes dosificaciones no es significativa.

4.3. CONCLUSIONES

- a) Al analizar los procedimientos de obtención de la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y sus propiedades químicas, concluimos que la manera de obtención de la ceniza de Kikuyo fueron los adecuados según los antecedentes en estudio donde la ceniza se obtuvo mediante la calcinación en un horno artesanal donde la temperatura llega a más de 550 °C adecuada para eliminar todo rastro de materia orgánica del Kikuyo por un periodo mínimo de una hora de calcinación, esperando 12 horas para su enfriamiento y recolección del horno para luego llevarlo a un proceso de tamizado para ser utilizado en nuestro diseño de concreto en los porcentajes en estudio y en cuanto a sus propiedades químicas se concluyó que según el análisis químico en un laboratorio la ceniza de Kikuyo tiene características químicas óptimas para su uso en la adición del concreto, compuestos químicos como (SiO_2), (Al_2O_3), (Fe_2O_3) que por su alto porcentaje dentro de su composición lo hacen adecuado para el uso en el concreto según la norma ASTM C 618 y, también, se concluyó adecuado su porcentaje de cal que es de 30.07% considerada ceniza sulfocalcicas o hidráulicas.
- b) Al determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades físicas del concreto $f'_c=210 \text{ kgf/cm}^2$ se concluyó que para la:

Temperatura

Se concluyó que la temperatura concreto patrón y de las adicciones en sus diferentes porcentajes está dentro del rango óptimo para su uso en el concreto siendo la temperatura para el concreto patrón de 17.9°C, con la adicción de ceniza al 5% es de 17.1°C, al 8% es de 16.3°C y al 11.5% de adicción de ceniza es de 16.1°C.

Trabajabilidad-Asentamiento (slump)

Dentro de la trabajabilidad de concreto en estudio se concluyó que las medidas del slump se mantienen dentro del rango especificado de SLUMP para la consistencia plástica del concreto establecido en la norma donde se observa que el concreto patrón de 3.9", con la adicción de ceniza al 5% es de 3.8", al 8% es de 3.6" y con la adicción de ceniza al 11.5% es de 3.1" donde la diferencia entre los diferentes concretos no es significativa, pero esta diferencia hace que el concreto sea menos trabajable.

Peso unitario

En el peso por unidad de volumen del concreto se concluyó que los valores hallados en los ensayos son óptimos, y dichos valores están en el rango convencional de 2200 a 2400 kgf/m³ donde se observa que la muestra original tiene un peso unitario de 2306.38 kg/m³, con la adicción de ceniza al 5% el peso unitario es de 2304.26 kgf/m³, al 8% es de 2302.13 kgf/m³ y con la adición de ceniza al 11.5% es de 2298.94 kgf/m³ respectivamente, donde se aprecia una decrecimiento de los valores del peso por unidad de volumen con respecto del concreto patrón con los concretos con adicción de ceniza de Kikuyo.

Contenido de Aire Atrapado

En el contenido de aire del concreto en estudio se concluyó que los datos obtenidos están dentro del rango para un concreto óptimo teniendo los siguientes datos, concreto patrón de 2.0%, con la adicción de ceniza de Kikuyo al 5% el resultado fue de 2.1%, al 8% de adicción de ceniza fue 2.4% y con la adición de 11.5% de ceniza de Kikuyo fue de 2.5% se observa que el contenido de aire aumenta cuando se aumenta el porcentaje de adición de ceniza de Kikuyo.

- c) Al determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ se concluye que para los ensayos de:

Compresión

En relación al concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo en las muestras de concreto sometidos a compresión, se observa que a los 28 días de edad del curado existe un aumento de la resistencia del concreto sometido a compresión en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 5.88% y 7.50% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 2.71% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%, concluyendo que la adicción de ceniza de Kikuyo al 8% se obtuvo la mayor resistencia del concreto sometido a compresión que es de 243.01 kgf/cm^2 a los 28 días de edad del curado siendo este un incremento significativo del 7.50% con respecto del concreto patrón.

Para un diseño de concreto de 210 kgf/cm^2 , la resistencia del concreto sometido a compresión de la muestra patrón en laboratorio a los 28 días fue de 226.05 kgf/cm^2 y la resistencia del concreto sometido a compresión con la adición de 8% de ceniza de Kikuyo de 243.0 kgf/cm^2 .

$$243.01 \text{ kgf/cm}^2 - 226.05 \text{ kgf/cm}^2 = 16.96 \text{ kgf/cm}^2$$

Entonces $16.96 \text{ Kgf/cm}^2 = 7.5\%$ de incremento en la resistencia del concreto sometido a compresión con la adicción de 8 % de ceniza de Kikuyo a los 28 días de edad siendo un incremento significativo.

Entonces el incremento es significativo en la resistencia a la compresión cuando se tiene una adicción del 8% de ceniza de Kikuyo en el concreto, y no es significativo cuando se adiciona en un 5% y 11.5 %

por que según la investigación se muestra un decrecimiento en la resistencia del concreto sometido a compresión.

En una aplicación simple por ejemplo en un muro de contención de $f'c$ de 210 kgf/cm² se utilizaría la adición de 8% de ceniza de Kikuyo en el diseño de concreto su resistencia aumentaría en un 7.5% a los 28 días.

$$210\text{kgf/cm}^2 * (7.5\%) + 210\text{kgf/cm}^2 = 225.75 \text{ kgf/cm}^2$$

Para un muro de contención de $f'c$ de 210 kgf/cm² con adicción de ceniza de Kikuyo al 8% llegaría a una resistencia del concreto sometida a compresión de 225.75 kgf/cm².

Tracción

La resistencia del concreto sometido a tracción a los 28 días de edad del curado en comparación del concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo se aprecia un aumento de la resistencia del concreto sometido a tracción en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 6.75% y 7.48% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 6.03% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5, concluyendo que la adicción de ceniza al 8% se obtuvo la mayor resistencia del concreto sometido a tracción de 19.84 kgf/cm² a 28 días de curado siendo este un incremento significativo del 7.48% con respecto del concreto patrón.

Para un diseño de concreto de 210 kgf/cm², la resistencia del concreto sometido a tracción de la muestra patrón a los 28 días de edad fue de 18.46 kgf/cm² y la resistencia del concreto sometida a tracción con la adición de 8%de ceniza de Kikuyo de 19.84 kgf/cm².

$$19.84\text{kgf/cm}^2 - 18.46 \text{ kgf/cm}^2 = 1.38 \text{ kgf/cm}^2$$

Entonces $1.38 \text{ Kgf/cm}^2 = 7.48\%$ de incremento en la resistencia del concreto sometida a tracción con la adicción de 8 % de ceniza de Kikuyo a los 28 días siendo un incremento significativo.

Entonces el incremento es significativo en la resistencia a la tracción cuando se tiene una adicción del 8% de ceniza de Kikuyo en el concreto, y no es significativo cuando se adiciona en un 5% y 11.5 % por que según la investigación se muestra un decrecimiento en la resistencia del concreto sometida a tracción.

En una aplicación simple por ejemplo en un muro de contención de $f'c$ de 210 kgf/cm^2 , la resistencia optima a la tracción es 2.08Mpa o 21.21kgf/cm^2 se utilizaría la adición de 8% de ceniza de Kikuyo en el diseño de concreto su resistencia a la tracción aumentaría en un 7.48% a los 28 días.

$$21.21\text{kgf/cm}^2 * (7.48\%) + 21.21\text{kgf/cm}^2 = 22.80 \text{ kgf/cm}^2$$

Para un muro de contención de $f'c$ de 210 kgf/cm^2 con adicción de ceniza de Kikuyo al 8% llegaría a una resistencia a la tracción de 22.80kgf/cm^2 .

Flexión

La resistencia del concreto sometida a flexión a los 28 días de edad del curado en comparación del concreto patrón y las adicciones de ceniza de Kikuyo se puede apreciar que hay un aumento de la resistencia del concreto sometida a flexión en el 5% y el 8% de adicción de ceniza de Kikuyo aumentando en 8.06% y 10.73% correspondientemente y una disminución con respecto al concreto patrón de 3.33% en la adicción de ceniza de Kikuyo del 11.5%, concluyendo que la adicción de ceniza al 8% se obtuvo la mayor

resistencia a la flexión de 37.40 kgf/cm² a los 28 días de curado siendo este un incremento significativo del 10.73% con respecto al concreto patrón.

Para un diseño de concreto de 210 kgf/cm², la resistencia del concreto sometida a flexión de la muestra patrón a los 28 días de edad fue de 33.78 kgf/cm² y la resistencia del concreto sometida a flexión con la adición de 8% de ceniza de Kikuyo de 37.40 kgf/cm².

$$37.40 \text{kgf/cm}^2 - 33.78 \text{kgf/cm}^2 = 3.62 \text{kgf/cm}^2$$

Entonces $3.62 \text{Kgf/cm}^2 = 10.73\%$ de incremento en la resistencia del concreto sometida a flexión con la adición de 8 % de ceniza de Kikuyo a los 28 días siendo un incremento significativo.

Entonces el incremento es significativo en la resistencia a la flexión cuando se tiene una adición del 8% de ceniza de Kikuyo en el concreto, y no es significativo cuando se adiciona en un 5% y 11.5 % por que según la investigación se muestra una disminución en la resistencia del concreto sometido a flexión.

En una aplicación simple por ejemplo en un muro de contención de f'c de 210 kgf/cm² la resistencia a la flexión aproximada es 35.5kgf/cm² se utilizaría la adición de 8% de ceniza de Kikuyo en el diseño de concreto su resistencia del concreto sometido a flexión aumentaría en un 10.73% a los 28 días.

$$35.5 \text{kgf/cm}^2 * (10.73\%) + 35.5 \text{kgf/cm}^2 = 39.31 \text{kgf/cm}^2$$

Para un muro de contención de f'c de 210 kgf/cm² con adición de ceniza de Kikuyo al 8% llegaría a una resistencia del concreto sometida a flexión de 39.31kgf/cm².

Los beneficios que se podrían cuantificar con respecto a la resistencia del concreto sometida a la compresión, la tracción y la flexión con la adición del 8 % de

ceniza de Kikuyo es la durabilidad del concreto que por tener mayor resistencia por la adición de la ceniza de Kikuyo prolonga su vida útil de la estructura en términos generales, ya que su vida útil está sujeto a múltiples factores, pero se sabe que a mayor resistencia mayor es su vida útil de la estructura.

Otro beneficio cuantificable con respecto a la compresión, tracción y la flexión con la adición del 8% de ceniza de Kikuyo es el aumento del módulo de elasticidad, los concretos que tiene una mayor resistencia como el concreto con adición de ceniza van a conseguir un módulo de elasticidad más alto lo que significa que la estructura será más rígida y menos deformable bajo carga por consiguiente tendrá una menor deflexión de la estructura y una mayor capacidad de cargar.

$$E = 15100 * \sqrt{f'c}$$

Para el concreto patrón:

$$E = 15100 * \sqrt{226.05 \text{ kgf/cm}^2} = 227027.89 \text{ kgf/cm}^2$$

Para el concreto con adición de 8% de ceniza de Kikuyo:

$$E = 15100 * \sqrt{243.0 \text{ kgf/cm}^2} = 235385.70 \text{ kgf/cm}^2$$

Siendo mayor el módulo de elasticidad a mayor resistencia de concreto.

Otro beneficio cuantificable es la disminución de la cuantía de acero en los diseños de concreto armado por que al ser más resistente el concreto va a requerir menos acero de refuerzo que significa una menor congestión de armaduras facilitando de sobremanera la construcción.

Por ejemplo:

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'c}}{f'y}$$

Para el concreto patrón:

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{226.05 \text{ kgf/cm}^2}}{4200 \text{ kgf/cm}^2} = 0.00251$$

Para el concreto con adicción de 8% de ceniza de Kikuyo:

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{243.0 \text{ kgf/cm}^2}}{4200 \text{ kgf/cm}^2} = 0.00260$$

Otro beneficio cuantificable es la reducción de las dimensiones de los elementos estructurales lo que significa la disminución del tamaño de las secciones en la construcción optimizando el diseño y la construcción de las estructuras de concreto armado.

- d) Al analizar el costo de producción del concreto de $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ al adicionar la ceniza de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) se concluyó que el costo de producción del concreto con sus diferentes porcentajes de adicción de ceniza es económico, ya que luego de un análisis de costos unitarios de la obtención de la ceniza de Kikuyo se obtuvo el costo de 0.68 soles por kilo de ceniza de Kikuyo siendo muy cercano al precio por kilo de cemento estando el precio de la bolsa de cemento 30 soles en la actualidad siendo así que el kilo de cemento cueste 0.64 soles por kilo de cemento.

Los datos referenciados en este trabajo de investigación como los precios unitarios y los rendimientos salieron de proyectos recientes cuyos datos están concorde a la actualidad para tener mejor veracidad en los resultados obtenidos para este trabajo de investigación.

4.4. RECOMENDACIONES

- a) En relación con la adicción de ceniza de Kikuyo en un concreto $f'c = 210$ kgf/cm², se recomienda hacer uso del 8% de ceniza de Kikuyo por tener los mejores resultados en la resistencia del concreto sometido a compresión, tracción y flexión, tener en consideración que mientras más se aumenta el porcentaje de ceniza de Kikuyo al concreto la mezcla tiende a disminuir su trabajabilidad.
- b) Se recomienda que antes de usar la ceniza de Kikuyo que son consideradas puzolanas naturales en calcinación dentro de la mezcla concreto, estas cenizas deben ser sometidas a un análisis físico y químico para poder determinar y saber si tiene una aproximación a una ceniza óptima para el trabajo con el concreto que nos recomienda la norma ASTM C 618-03.
- c) Se recomienda considerar la naturaleza de la materia prima en estudio dado que cada material debe tener un tratamiento distinto ya sea para su recolección o para su calcinación, ya que tienen diferentes conductas como por ejemplo el tiempo de calcinación, el modo de recolección etc.
- d) Se recomienda que en futuras investigaciones al hacer los ensayos de compresión, tracción o flexión debemos medir la evolución de la resistencia en edades mayores a los 28 días para tener una referencia de su resistencia tardía.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ÁGUILA ARBOLÁREZ, Idalberto.** Cementos puzolánicos, una alternativa para venezuela. 2001, Vol. 17, 03.
2. **VALENCIA-SAAVEDRA, William Gustavo, ANGULO-RAMÍREZ, Daniela Eugenia y MEJÍA DE GUTIÉRREZ, Ruby.** Resistencia química de concretos de activación alcalina ceniza volante/escoria: Sulfatos y ácidos. *Informador Técnico*. 2018, Vol. 82, 1.
3. **CHOQUE FLORES, Leopoldo.** *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$, agregando grafeno.* Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima : 2021.
4. **HUAQUISTO CÁCERES, Samuel y BELIZARIO QUISPE, Germán.** Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de investigaciones altoandinas*. 2018, Vol. 20, 2, págs. 225-234.
5. **MINISTERIO DE AMBIENTE.** <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/sites/117/2017/03/Sesiones-de-trabajo-2016/IX-reunion-ordinaria/06-Presencia-Kikuyo-en-Peru.pdf>. *Presencia de Kikuyo en el Perú*. [En línea] 2010.
6. **OROZCO, Mauricio, y otros.** Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista ingeniería de construcción*. 2018, Vol. 33, 2, págs. 161-172.
7. **PEREPÉREZ VENTURA, Bernardo, BARBERA ORTEGA, Emilio y ANDRADE PERDRIX, Carmen.** La agresividad ambiental y la durabilidad de las estructuras de hormigón. 2017.
8. **DAMIANI ZUÑIGA, Carlos Alonso.** Control de temperatura en concretos para diversos tipos de cemento yura, Arequipa-2017. 2019.

9. **CORREA CARDONA, Hector Jairo, PABÓN RESTREPO, Martha Lucía y CURULLA FORNAGUERA, Juan Evangelista.** Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I-Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. *Livestock Research for Rural Development*. 2008, Vol. 20, 4, pág. 59.
10. **YAPUCHURA PLATERO, Richard Jordy.** *Influencia de la Ceniza Volante en el Incremento de la Resistencia a la Compresión y Flexión para Losas de Concreto de $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ Utilizando Agregado de la Cantera Arunta–Tacna.* Universidad Privada de Tacna, Tacna : 2019.
11. **ALIAGA MENDOZA, Juan Carlos y BADAJOS QUISPE, Bet El Daniel.** *Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto $f'c$ 210kg/cm², Atalaya, Ucayali–2018.* Universidad César Vallejo, Lima : 2018.
12. **GIL-MARCIALES, Christian Dannyel.** *Elaboración de un concreto de 3000 psi con ceniza de huesos de vaca como remplazo parcial del cemento convencional.* Universidad Católica de Colombia, Bogotá : 2024.
13. **RAMÍREZ RAMÍREZ, Raúl Arturo.** *Adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar como puzolana para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala : 2020.
14. **ARRIETA-TORDECILLA, María Camila y PINZÓN-BOGOTÁ, Cristian Armando.** *Análisis del comportamiento mecánico de muestras de concreto adicionadas con ceniza volante sometidas a la exposición de sulfatos.* Universidad Católica de Colombia, Bogotá : 2020.
15. **AMASIFUEN PASHANASI, Romer Elder y ROMERO LOPEZ, Jesabel.** *Diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y*

ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión, San Martín–2020. Universidad Científica del Perú, Tarapoto : 2021.

16. ARÉVALO TORRES, Andy Fabian y LOPEZ DEL AGUILA, Luis.

Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. 2020. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto : 2020.

17. CHINGUEL DELGADO, Rossynny Lennoh Romeo. *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2020. Universidad César Vallejo, Lima : 2020.*

18. VIDAL TARAZONA, Percy Edinson. *Resistencia de concreto con sustitución del cemento en 5%, 7.5% y 10% por la combinación de ceniza de ichu y cascara de huevo. 2020. Universidad San Pedro, Chimbote : 2020.*

19. MANZANO VELASQUEZ, Beatriz. *Influencia de la aplicación de ceniza de thola (*Parastrephia lepidophylla*) en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Puno–2022. Universidad César Vallejo, Puno : 2022.*

20. SUCASACA RAMOS, Rony Yhonerix y TAMAYO ARANA, Grecia Geraldine. *Influencia de la sustitución de la ceniza de ichu y totora en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Puno–2022. Universidad César Vallejo, Puno : 2022.*

21. CORREA-ZEÑA, Andy, HURTADO-BRAVO, Aldo H. y MUÑOZ-PÉREZ, Sócrates P. *Revisión sistemática de las propiedades físico-mecánicas del hormigón con incorporación de Ceniza de Madera. Ingeniería y competitividad. 2023, Vol. 25, 2.*

22. **ANGASPILCO-LLAMO, Mariseli, y otros.** Uso de cenizas de carbón para mejorar la resistencia a la compresión del concreto. *Ciencia Nor@ndina*. 2022, Vol. 4, 2.

23. **CORONEL CAMINO, Ramiro Stalin, MUÑOZ PÉREZ, Sócrates Pedro y RODRIGUEZ LAFITTE, Ernesto Dante.** Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades del concreto. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*. 2021, Vol. 8, 2.

24. **Norma ASTM-C-33-99.** *Especificaciones Estandar para Agregados de Concreto.*

25. **Norma ASTM-C- 150-99 .** *Especificaciones Normalizada para Cemento Portland.*

26. **MCCORMAC, Jack C. y BROWN, Russell H.** Diseño de concreto reforzado. *Alpha Editorial*. 10, 2017.

27. **SARTA-FORERO, Helo Nickolas y SILVA-RODRÍGUEZ, José Luis.** *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%.* Universidad Católica de Colombia, Bogota : 2017.

28. **ACUÑA HUAMAN, Jose Solano.** *Resistencia del concreto $f'c = 210$ kg/cm² con sustitución al cemento en 12% por ceniza de ichu.* Universidad San Pedro, Cajamarca : 2018.

29. **PALACIOS BALDEON, Luz Victoria.** *Evaluación de resistencia a compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² con adición de ceniza de coronta y nuez, Vilcashuamán, Ayacucho 2021.* Universidad César Vallejo, Lima : 2021.

30. **ALIAGA QUISPE, Johnny.** *Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las provincias de Concepción, Chupaca y Jauja.* Universidad Peruana los Andes, Huancayo : 2017.
31. **TERREROS-ROJAS, Luis Eduardo y CARVAJAL-CORREDOR, Iván Leonardo.** *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo.* Universidad Católica de Colombia, Bogota : 2016.
32. **GURREONERO DIAZ, Jean Pier.** *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019.* Universidad César Vallejo, Lima : 2020.
33. **CABALLERO, Karen.** Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas. *Revista Prisma Tecnológico-Universidad Tecnológica de Panamá-Facultad de Ingeniería Civil.* 2017, págs. 18-23.
34. **ACI Comité 318.** *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural.*
35. **ACI Comité 211.** *Criterios de Diseño de Mezclas de Concreto.*
36. **MARRUFO, J.** *Influencia en la resistencia del concreto al incorporar parcialmente ceniza de arroz por cemento portland.* Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo : 2017.
37. **NTP 339.034 .** *Metodo de Ensayo Normalizado para la Determinacion de la Resistencia a laCompresión del Concreto en Muestras Cilíndricas.*
38. **ASTM C-39.** *Ensayo de Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto.*
39. **CARDENAS JAVIER, Mirko Alberto y ULLOA ALFARO, Mike Paolo.** *Determinación de capacidad de bioadsorción de plomo divalente empleando*

Pennisetum clandestinum Hochst (Kikuyo) como adsorbente a nivel laboratorio.

Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo : 2013.

40. **FERNANDÉZ AGUILAR, Cristina** . Kikuyo: la hierba que se expande e invade rápidamente los Andes peruanos. *Revista Mongabay*. 2022.

41. **CAMASCA GIRALDO, Ivan** . ESTIMACIÓN DEL IMPACTO. *Cooperación Alemana al Desarrollo*. 2016.

42. **AIZPURUA, Lidia, MORENO, Genneva y CABALLERO, Karen**. Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. *Revista de I+D Tecnológico*. 2018, Vol. 14, 2.

43. **VARGAS CORDERO, Zoila Rosa**. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*. 2009, Vol. 33, 1, págs. 155-165.

44. **HERNÁNDEZ SAMIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina**. Metodología de la Investigación, Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. *Mc Graw Hill*. Primera edición, 2020.

45. **KERLINGER, Fred N**. Investigación del comportamiento. 2002.

46. **ARIAS-GÓMEZ, Jesús, VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel y MIRANDA NOVALES, María Guadalupe**. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista alergia mexico*. 2016, Vol. 63, 2, págs. 201-206.

47. **LÓPEZ, Pedro Luis**. Población, muestra y muestreo. *Revista Punto Cero*. 2004, Vol. 9, 8.

48. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar**. Metodología de la Investigación.(Quinta Edición). 2010.

49. **MONTALICO MAQUERA, Dante Javier.** *Estabilización de suelos de la subrasante con adición de cenizas de tusa de maíz en la carretera Conduriri - Mazocruz, Puno-2022.* Universidad César Vallejo, Lima : 202.
50. **APAZA CHAYÑA, Ayrton Ubaldo Walter.** *Influencia de la ceniza de totora y fibra de stipa ichu en las propiedades físicas-mecánicas del concreto $f'c= 210$ kg/cm², Puno-2022.* Universidad César Vallejo, Lima : 2022.
51. **USECHE, María Cristina , y otros.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos.* Editorial Gente Nueva, Venezuela : 2019.
52. **NTP 400.017.** *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad y los vacíos en los agregados.*
53. **NTP 400.021.** *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa y absorción del agregado grueso.*
54. **NTP 339.183 .** *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.*
55. **NTP 339.079.** *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo.*
56. **NTC 673.** *Ensayo a la Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto.*
57. **IPARRAGUIRRE SANCHEZ, Ronald Alberto.** *Influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en las propiedades del concreto $f'c= 210$ kg/cm², Oxapampa–2021.* Universidad César Vallejo, Lima : 2021.

6. ANEXOS

6.1. Anexo 1. Matriz de consistencia

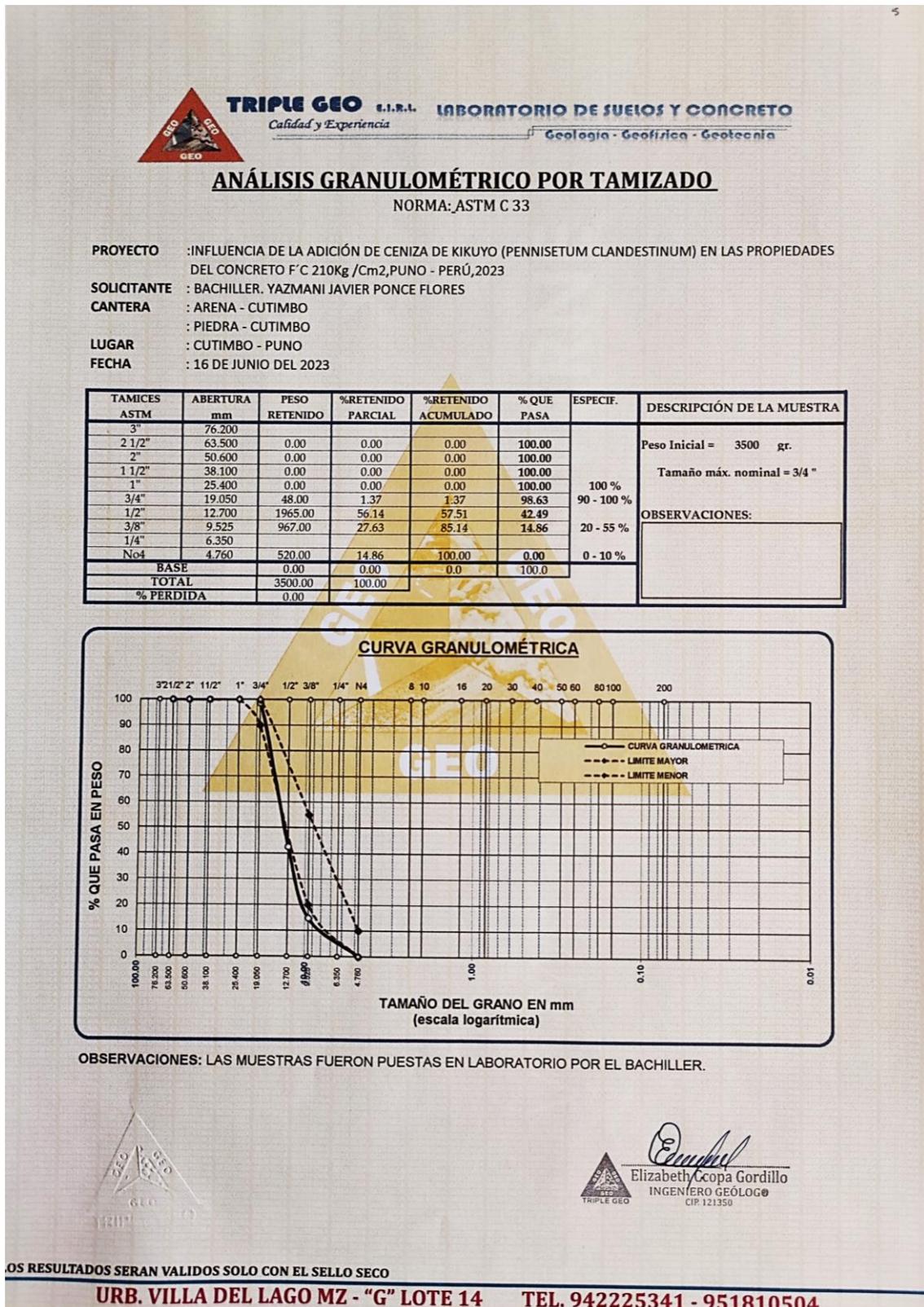
TITULO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c =210 KGF/CM ² , PUNO – PERÚ, 2023						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLÓGICO
¿De qué manera influye la adición de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en el diseño de concreto f'c =210 kgf/cm ² , Puno – Perú, 2023?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en el diseño de concreto f'c= 210 kgf/cm ² , Puno – Perú, 2023.	<p>Hipótesis nula (ho): La adicción de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en el concreto, no influye en la resistencia de f'c=210 kgf/cm² del concreto, Puno – Perú, 2023.</p> <p>Hipótesis alterna (ha): La adicción de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en el concreto, influye en la resistencia de f'c =210 kgf/cm² del concreto, Puno – Perú, 2023.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Las propiedades del concreto de f'c=210 kgf/cm²</p>	Propiedades físicas.	<p>Temperatura</p> <p>Trabajabilidad</p> <p>Peso unitario</p> <p>Contenido de aire atrapado</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>APLICADA</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>DESCRIPTIVA</p> <p>Método de investigación:</p> <p>CIENTIFICA DE ENFOQUE CUANTITATIVA</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>CUASI-EXPERIMENTAL</p> <p>Técnicas de recolección de datos</p> <p>INSTRUMENTOS UTILIZADOS SE COMPONE DE FICHAS DE REGISTRO DE DATOS, HERRAMIENTAS Y</p>
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS				
¿Cuáles serán los procedimientos de obtención de la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) y sus propiedades químicas, Puno – Perú, 2023?	Analizar los procedimientos de obtención de la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) y sus propiedades químicas, Puno – Perú, 2023.	<p>Hipótesis Especifica 1</p> <p>Hipótesis nula (ho): Los procedimientos de obtención de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) y sus propiedades químicas, no serán óptimas para el concreto de f'c =210 kgf/cm², Puno – Perú, 2023</p> <p>Hipótesis alterna (ha): Los procedimientos de obtención de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) y sus propiedades químicas, serán óptimas para el concreto de f'c =210 kgf/cm², Puno – Perú, 2023</p>	Propiedades mecánicas.	<p>Resistencia a la compresión.</p> <p>Resistencia a la tracción.</p> <p>Resistencia a la flexión.</p>		
¿Cómo influenciará la	Determinar la influencia del uso					

<p>adición de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en las propiedades físicas del concreto $f_c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023?</p> <p>¿Cómo influenciará la adición de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023?</p> <p>¿Cuál será el costo de producción del concreto de $f_c=210$ kgf/cm² al adicionar la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum)?</p>	<p>de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en las propiedades físicas del concreto $f_c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023.</p> <p>Determinar la influencia del uso de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023.</p> <p>Analizar el costo de producción del concreto de $f_c=210$ kgf/cm² al adicionar la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum), Puno – Perú, 2023.</p>	<p>Hipótesis Específica 2</p> <p>Hipótesis nula (ho): La adicción de la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) al concreto, no influenciará en las propiedades físicas del concreto $f_c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023</p> <p>Hipótesis alterna (ha): La adicción de la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) al concreto, influenciará en las propiedades físicas del concreto $f_c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023</p> <p>Hipótesis Específica 3</p> <p>Hipótesis nula (ho): La adicción de la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) al concreto, no influenciará en las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023.</p> <p>Hipótesis alterna (ha): La adicción de la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum) al concreto, influenciará en las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210$ kgf/cm², Puno – Perú, 2023.</p> <p>Hipótesis Específica 4</p> <p>Hipótesis nula (ho): El costo de producción del concreto de $f_c=210$ kgf/cm², no será económico al adicionar la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum), Puno – Perú, 2023.</p> <p>Hipótesis alterna (ha): El costo de producción del concreto de $f_c=210$ kgf/cm², será económico al adicionar la ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum), Puno – Perú, 2023.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>La adición de ceniza de Kikuyo (Pennisetum clandestinum)</p>	<p>Análisis químico de las cenizas de Kikuyo.</p> <p>% de adicción de Ceniza de Kikuyo.</p> <p>Costo de producción de concreto con la adicción de ceniza de Kikuyo.</p>	<p>Composición química.</p> <p>Cantidad de ceniza.</p> <p>Costo unitario de la ceniza de Kikuyo.</p>	<p>EQUIPOS DE LABORATORIO Y PROGRAMAS DE COMPUTO PARA EL PROCESO DE LOS DATOS.</p> <p>Instrumentos de recolección de datos</p> <p>EXCEL Y WORD</p> <p>POBLACIÓN:</p> <p>ESTÁ CONSTITUIDA POR UN CONJUNTO DE MUESTRAS EN ESTUDIO DONDE SE ADICIONA LA CENIZA DE KIKUYO EN LOS PORCENTAJES DE 5%, 8% ,11.5%.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>SE REALIZARÁ UN ANÁLISIS DE MUESTRA DE 72 PROBETAS, 12 VIGUETAS DE CONCRETO.</p>
--	--	--	---	---	--	---

Fuente: Elaboración propia

6.2. Anexo 2 Ensayos de Laboratorio.

Anexo 2.1 Análisis granulométrico por tamizado – Grava.



Anexo 2.2 Análisis granulométrico por tamizado – Arena.



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

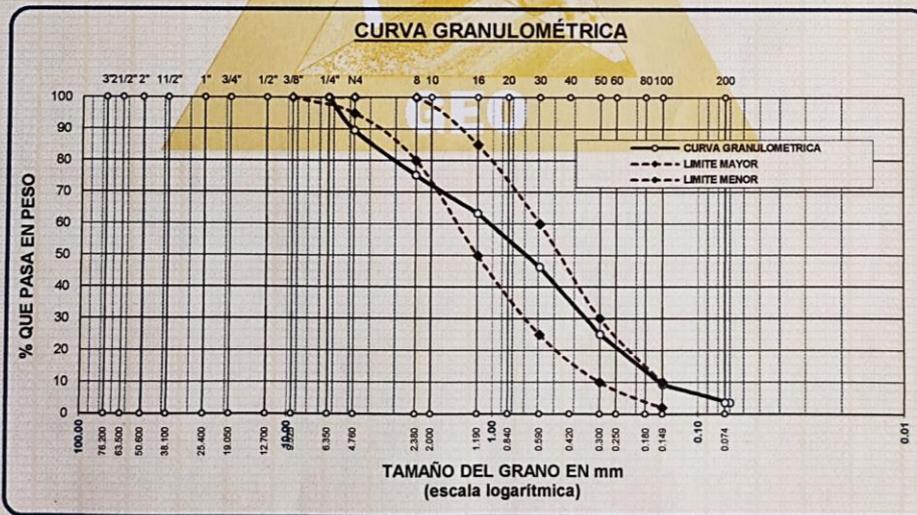
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210Kg /Cm², PUNO - PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA - CUTIMBO
LUGAR : PIEDRA - CUTIMBO
FECHA : CUTIMBO - PUNO
 : 16 DE JUNIO DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	52.12	10.42	10.42	89.58	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.91
No8	2.380	70.93	14.19	24.61	75.39		
No10	2.000						
No16	1.190	60.08	12.02	36.63	63.37	50 - 85 %	
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	85.03	17.01	53.63	46.37		
No40	0.420					10 - 30 %	
No 50	0.300	106.18	21.24	74.87	25.13		
No60	0.250					2-10%	
No80	0.180						
No100	0.149	79.40	15.88	90.75	9.25		
No200	0.074	28.30	5.66	96.41	3.59		
BASE		17.96	3.59	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		3.59					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Ccopa Gordillo
 Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

**Anexo 2.3 Análisis mecánico y propiedades físicas de los agregados,
Grava y Arena.**



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISSETUM CLANDESTINUM) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210Kg /Cm2, PUNO - PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA - CUTIMBO
: PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO - PUNO
FECHA : 16 DE JUNIO DEL 2023

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro		
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 485.89	
N° 4	52.12	10.42	10.42	89.58	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00	
N° 8	70.93	14.19	24.61	75.39	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1443.20	
N° 16	60.08	12.02	36.63	63.37	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1745.20	
N° 30	85.03	17.01	53.63	46.37	PESO ESPECÍFICO		
N° 50	106.18	21.24	74.87	25.13	Wc+B =	1943	
N° 100	79.40	15.88	90.75	9.25	Wc+B-W =	198	
N° 200	28.3	5.66	96.41	3.59	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	= 2.53 gr/cm3	
FONDO	17.96	3.59	100.00	0.00	ABSORCIÓN		
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	=	2.90 %
Mf = MÓDULO DE FINEZA					2.91		

PIEDRA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro		
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 785.52	
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00	
1"	0	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1443.20	
3/4"	48	1.37	1.37	98.63	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1933.22	
1/2"	1965	56.14	57.51	42.49	PESO ESPECÍFICO		
3/8"	967	27.63	85.14	14.86	Wc+B =	2243	
1/4"					Wc+B-W =	310	
N° 4	520	14.86	100.00	0.00	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	= 2.58 gr/cm3	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	ABSORCIÓN		
SUMA	3500.00	100.00			B =	800.00	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	=	1.84 %

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Copca Gordillo
Elizbeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.4 Contenido de humedad, Grava y Arena.



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

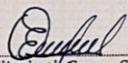
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISSETUM CLANDESTINUM) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c 210Kg /Cm2,PUNO - PERÚ,2023
SOLICITANTE : BACHILLER. YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA - CUTIMBO
: PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO - PUNO
FECHA : 16 DE JUNIO DEL 2023

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	828.55
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	801.84
PESO DEL TARRO (gr.)	54.30
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	774.25
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	747.54
PESO DEL AGUA (gr.)	26.71
% HUMEDAD	3.57

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	1015.30
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	992.14
PESO DEL TARRO (gr.)	52.92
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	962.38
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	939.22
PESO DEL AGUA (gr.)	23.16
% HUMEDAD	2.47

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.




Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14

TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.5 Peso unitarios - Grava



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISSETUM CLANDESTINUM) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210Kg /Cm², PUNO - PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA - CUTIMBO
 : PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO - PUNO
FECHA : 16 DE JUNIO DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	5090 gr	5090 gr	5090 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	6797 cm ³	6797 cm ³	6797 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	13882.00 gr	13871.00 gr	13829.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	8792.00 gr	8781.00 gr	8739.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.294 gr/cm ³	1.292 gr/cm ³	1.286 gr/cm ³
PROMEDIO	1.290 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	5090 gr	5090 gr	5090 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	6797 cm ³	6797 cm ³	6797 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	15102.00 gr	14964.00 gr	15058.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	10012.00 gr	9874.00 gr	9968.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.473 gr/cm ³	1.453 gr/cm ³	1.467 gr/cm ³
PROMEDIO	1.464 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Copca Gordillo
 Elizabeth Copca Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.6 Peso unitarios - Arena



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISSETUM CLANDESTINUM) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c 210Kg /Cm2, PUNO - PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA - CUTIMBO
 : PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO - PUNO
FECHA : 16 DE JUNIO DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	6600 gr	6600 gr	6600 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm3	2077 cm3	2077 cm3
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9835.00 gr	9830.00 gr	9843.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3235.00 gr	3230.00 gr	3243.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.557 gr/cm3	1.555 gr/cm3	1.561 gr/cm3
PROMEDIO	1.558 gr/cm3		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	6600 gr	6600 gr	6600 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm3	2077 cm3	2077 cm3
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	10112.00 gr	10092.00 gr	10083.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3512.00 gr	3492.00 gr	3483.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.691 gr/cm3	1.681 gr/cm3	1.677 gr/cm3
PROMEDIO	1.683 gr/cm3		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.7 Diseño de mezcla de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ – Concreto Patrón.



TRIPLE GEO S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM) EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ Kg./cm}^2$, PUNO - PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA - CUTIMBO
 : PIEDRA CUTIMBO
CUTIMBO : CUTIMBO - PUNO
FECHA : 16 DE JUNIO DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: $3/4"$ (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.58	2.53
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1464	1683
P.U. Suelto	1290	1558
% de Absorción	1.84	2.90
% de Humedad Natural	2.47	3.57
Modulo de Fineza	-	2.91

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nom $3/4"$ (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m^3
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0%
5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
6. De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 373 \text{ Kg/m}^3$$



Elizabeth Copa Gordillo
 Elizabeth Copa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.91 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1464 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.609 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.6091) * (1464) = 892 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (373) / (2.88 * 1000) = 0.129 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (892) / (2.58 * 1000) = 0.346 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.700 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.700) = 0.300 \text{ m}^3$$

$$(0.300) * (2.53) * 1000 = 758 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (892) * (1.02466) = 914 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (758) * (1.0357) = 785 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 892 * \left(\frac{2.47 - 1.84}{100} \right) - 758 * \left(\frac{3.57 - 2.90}{100} \right) = 194$$

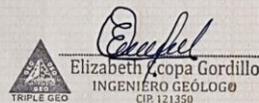
DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HUMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	194	0.52
Agreg. Grueso	892	2.39	914	2.45
Agreg. Fino	758	2.03	785	2.11
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.77 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	89.48 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	104.19 Kg.
Agua efectiva	:	22.16 Kg.



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

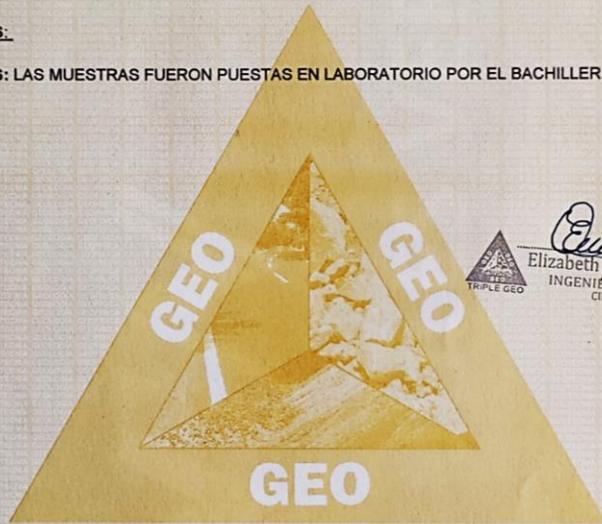
1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 2.03 p3 de Arena	2.0 p3 de Arena
- 2.85 p3 de Piedra chancada	2.9 p3 de Piedra chancada
- 22 Lt de Agua	22 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
 * Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.8 Certificado de cenizas de la composición química del Kikuyo.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Clave generada : ACD7F9F6

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-23-05312

Fecha de emisión: 12/6/2023

Página 1 de 1

Señores: YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
Dirección: CALLE MALAGA GRENET 111-YANAHUARA-AREQUIPA
Atención: YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
Recepción: 7/6/2023
Realización: 7/6/2023
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra.

Métodos ensayados

*592 Método de Ensayo para Rocas Fusión alcalina (SiO₂, CaO, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, Mn₂O₃, Na₂O, K₂O, LOI)

Código Interno L.A.S.	(c) Nombre de Muestra	(c) Procedencia de Muestra	(c) Descripción de Muestra	*592								
				Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	LOI	MgO	Mn ₂ O ₃	Na ₂ O	SiO ₂
				%	%	%	%	%	%	%	%	%
MN23009778	CENIZA DE KIKUYO	No proporcionado por el cliente.	Ceniza	7,47	30,07	2,45	7,82	28,69	2,54	0,32	1,66	16,62

----- Fin del informe -----

Laboratorios Analíticos del Sur ELRL
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

Firmado por: JUÁREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado: LLAMA PE - 12/6/2023 17:39:10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"*<Valor numérico">=Limite de detección del método, "h<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Verificar el informe
vía web

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.

Anexo 2.9 Ensayo de compresión de concreto con la adicción al 5%, 8% y 11.5% de ceniza de Kikuyo a los 7 días.



TRIPLE GEO S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

**CONTROL DE ROTURAS DE BRIQUETAS POR EDADES
PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

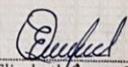
NTP 339.034

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM)
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c 210 Kg/Cm², PUNO-PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACCHILLER, YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA CUTIMBO
PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO PUNO
FECHA : 01 DE JULIO 2023

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm CONCRETO PATRÓN	27900.00	15.12	179.55	155.39	210	23/06/2023	30/06/2023	7	73.99%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.0 cm CONCRETO PATRÓN	25820.00	14.92	174.83	147.69	210	23/06/2023	30/06/2023	7	70.33%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm CONCRETO PATRÓN	27130.00	15.06	178.13	152.30	210	23/06/2023	30/06/2023	7	72.53%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.20 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %	28860.00	15.20	181.46	159.04	210	23/06/2023	30/06/2023	7	75.73%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %	28760.00	15.08	178.6	161.03	210	23/06/2023	30/06/2023	7	76.68%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.18 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %	28820.00	15.18	180.98	159.24	210	23/06/2023	30/06/2023	7	75.83%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %	28930.00	15.10	179.08	161.55	210	24/06/2023	1/07/2023	7	76.93%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %	29080.00	15.10	179.08	162.39	210	24/06/2023	1/07/2023	7	77.33%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.18 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %	29300.00	15.18	180.98	161.90	210	24/06/2023	1/07/2023	7	77.09%
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.14 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	27000.00	15.14	180.03	149.98	210	24/06/2023	1/07/2023	7	71.42%
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.16 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	26970.00	15.16	180.5	149.42	210	24/06/2023	1/07/2023	7	71.15%
12	BRIQUETA DE PRUEBA 15.13 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	26790.00	15.13	179.79	149.01	210	24/06/2023	1/07/2023	7	70.96%

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.


Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.10 Ensayo de compresión de concreto con la adición al 5%, 8% y 11.5% de ceniza de Kikuyo a los 14 días.



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

**CONTROL DE ROTURAS DE BRIQUETAS POR EDADES
PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

NTP 339.034

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISSETUM CLANDESTINUM)
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c 210 Kg/cm², PUNO-PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACCHILLER. YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA CUTIMBO
PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO PUNO
FECHA : 08 DE JULIO 2023

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm CONCRETO PATRÓN	30180.00	15.01	176.95	170.56	210	23/06/2023	7/07/2023	14	81.22%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.09 x 30.0 cm CONCRETO PATRÓN	31090.00	15.09	178.84	173.84	210	23/06/2023	7/07/2023	14	82.78%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm CONCRETO PATRÓN	30960.00	14.96	175.77	176.14	210	23/06/2023	7/07/2023	14	83.88%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %	31970.00	15.00	176.71	180.92	210	23/06/2023	7/07/2023	14	86.15%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %	32280.00	15.02	177.19	182.18	210	23/06/2023	7/07/2023	14	86.75%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %	32980.00	15.10	179.08	184.16	210	23/06/2023	7/07/2023	14	87.70%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %	33200.00	15.08	178.6	185.89	210	24/06/2023	8/07/2023	14	88.52%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %	33590.00	15.12	179.55	187.08	210	24/06/2023	8/07/2023	14	89.09%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.13 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %	33710.00	15.13	179.79	187.50	210	24/06/2023	8/07/2023	14	89.28%
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.18 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	31010.00	15.18	180.98	171.34	210	24/06/2023	8/07/2023	14	81.59%
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	30260.00	15.12	179.55	168.53	210	24/06/2023	8/07/2023	14	80.25%
12	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	29220.00	14.98	176.24	165.80	210	24/06/2023	8/07/2023	14	78.95%

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth
Elizabeth Coopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14

TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.11 Ensayo de compresión de concreto con la adición al 5%, 8% y 11.5% de ceniza de Kikuyo a los 28 días.



TRIPLE GEO S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

**CONTROL DE ROTURAS DE BRIQUETAS POR EDADES
PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

NTP 339.034

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISSETUM CLANDESTINUM)
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c 210 Kg/cm², PUNO-PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACCHILLER. YAZMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA CUTIMBO
PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO PUNO
FECHA : 22 DE JULIO 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.0 cm CONCRETO PATRÓN	39740.00	14.92	174.83	227.31	210	23/06/2023	21/07/2023	28	108.24%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm CONCRETO PATRÓN	39960.00	15.02	177.19	225.52	210	23/06/2023	21/07/2023	28	107.39%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm CONCRETO PATRÓN	40030.00	15.04	177.66	225.32	210	23/06/2023	21/07/2023	28	107.29%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %	41950.00	14.96	175.77	238.66	210	23/06/2023	21/07/2023	28	113.65%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %	42620.00	15.02	177.19	240.53	210	23/06/2023	21/07/2023	28	114.54%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.14 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %	43000.00	15.14	180.03	238.85	210	23/06/2023	21/07/2023	28	113.74%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %	43050.00	15.03	177.42	242.64	210	24/06/2023	22/07/2023	28	115.55%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.14 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %	43850.00	15.14	180.03	243.57	210	24/06/2023	22/07/2023	28	115.99%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.20 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %	44060.00	15.20	181.46	242.81	210	24/06/2023	22/07/2023	28	115.62%
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	39770.00	15.04	177.66	223.85	210	24/06/2023	22/07/2023	28	106.60%
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	38950.00	15.06	178.13	218.66	210	24/06/2023	22/07/2023	28	104.12%
12	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	38390.00	15.00	176.71	217.25	210	24/06/2023	22/07/2023	28	103.45%

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.12 Ensayo de tracción de concreto con la adicción al 5%, 8% y 11.5% de ceniza de Kikuyo a los 7 días.



TRIPLE GEO S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
(ENSAYO BRASILEÑO)**

NTP 339.084 / ASTM C 496

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM)
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm² PUNO-PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. YASMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA CUTIMBO
PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO
FECHA : 01 DE JULIO DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm ²	Mpa	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.10 cm	14.98	30.02	11120.0	15.74	1.54	23/06/2023	30/06/2023	7
	MUESTRA PATRON 01								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.06 cm	15.01	30.01	11020.0	15.57	1.53	23/06/2023	30/06/2023	7
	MUESTRA PATRON 02								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.04 cm	15.00	30.00	11080.0	15.67	1.54	23/06/2023	30/06/2023	7
	MUESTRA PATRON 03								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.10 cm	15.04	29.98	12220.0	17.25	1.69	23/06/2023	30/06/2023	7
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.06 cm	15.05	30.04	12370.0	17.42	1.71	23/06/2023	30/06/2023	7
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.00 cm	15.10	30.00	12160.0	17.09	1.68	23/06/2023	30/06/2023	7
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm	15.10	30.00	11980.0	16.84	1.65	24/06/2023	1/07/2023	7
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.06 cm	14.98	30.08	12090.0	17.08	1.68	24/06/2023	1/07/2023	7
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %								
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.20 x 30.06 cm	15.20	30.04	12110.0	16.88	1.66	24/06/2023	1/07/2023	7
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %								
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm	15.10	30.00	10940.0	15.37	1.51	24/06/2023	1/07/2023	7
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %								
11	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.06 cm	14.98	30.08	11010.0	15.56	1.53	24/06/2023	1/07/2023	7
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %								
12	BRIQUETA DE PRUEBA 15.18 x 30.06 cm	15.18	30.03	10990.0	15.35	1.51	24/06/2023	1/07/2023	7
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %								

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.

Emil
Elizabeth Zepa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.13 Ensayo de tracción de concreto con la adición al 5%, 8% y 11.5% de ceniza de Kikuyo a los 14 días.



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
(ENSAYO BRASILEÑO)**

NTP 339.084 / ASTM C 496

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM)
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm2 PUNO-PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. YASMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA CUTIMBO
PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO
FECHA : 08 DE JULIO DEL 2023

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm2	Mpa	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.10 cm	15.06	30.00	12080.0	17.02	1.67	23/06/2023	7/07/2023	14
	MUESTRA PATRON 01								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.06 cm	15.00	30.04	11930.0	16.86	1.65	23/06/2023	7/07/2023	14
	MUESTRA PATRON 02								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.11 x 30.04 cm	15.11	30.03	12150.0	17.05	1.67	23/06/2023	7/07/2023	14
	MUESTRA PATRON 03								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.10 cm	15.02	30.00	12910.0	18.24	1.79	23/06/2023	7/07/2023	14
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.06 cm	15.06	30.02	13060.0	18.39	1.80	23/06/2023	7/07/2023	14
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.00 cm	15.08	30.01	12990.0	18.27	1.79	23/06/2023	7/07/2023	14
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.10 cm	15.08	30.02	13760.0	19.35	1.90	24/06/2023	8/07/2023	14
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.06 cm	15.00	30.04	13490.0	19.06	1.87	24/06/2023	8/07/2023	14
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %								
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.06 cm	15.01	30.01	13280.0	18.77	1.84	24/06/2023	8/07/2023	14
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %								
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.10 cm	15.12	30.04	12100.0	16.96	1.66	24/06/2023	8/07/2023	14
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %								
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.06 cm	15.01	30.03	12160.0	17.17	1.68	24/06/2023	8/07/2023	14
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %								
12	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.06 cm	15.10	30.05	12040.0	16.89	1.66	24/06/2023	8/07/2023	14
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %								

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Ceópa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.14 Ensayo de tracción de concreto con la adicción al 5%, 8% y 11.5% de ceniza de Kikuyo a los 28 días.



TRIPLE GEO S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Calidad y Experiencia
Geología - Geofísica - Geotecnia

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
(ENSAYO BRASILEÑO)**

NTP 339.084 / ASTM C 496

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM)
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210 Kg/Cm² PUNO-PERÚ, 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. YASMANI JAVIER PONCE FLORES
CANTERA : ARENA CUTIMBO
PIEDRA CUTIMBO
LUGAR : CUTIMBO
FECHA : 22 DE JULIO DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm ²	Mpa	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.10 cm	15.02	30.02	12960.0	18.30	1.79	23/06/2023	21/07/2023	28
	MUESTRA PATRON 01								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.06 cm	14.98	30.06	13190.0	18.65	1.83	23/06/2023	21/07/2023	28
	MUESTRA PATRON 02								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.07 x 30.04 cm	15.07	30.00	13080.0	18.42	1.81	23/06/2023	21/07/2023	28
	MUESTRA PATRON 03								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.10 cm	15.05	30.04	13990.0	19.70	1.93	23/06/2023	21/07/2023	28
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.06 cm	15.01	30.01	14020.0	19.81	1.94	23/06/2023	21/07/2023	28
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 cm	15.00	30.04	13870.0	19.60	1.92	23/06/2023	21/07/2023	28
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5 %								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.10 cm	15.04	30.00	13960.0	19.70	1.93	24/06/2023	22/07/2023	28
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.06 cm	15.01	30.03	14060.0	19.86	1.95	24/06/2023	22/07/2023	28
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %								
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.06 cm	15.06	30.04	14180.0	19.95	1.96	24/06/2023	22/07/2023	28
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8 %								
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm	15.10	30.00	12660.0	17.79	1.74	24/06/2023	22/07/2023	28
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %								
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.06 cm	15.05	30.06	12100.0	17.03	1.67	24/06/2023	22/07/2023	28
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %								
12	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.06 cm	15.08	30.02	12240.0	17.21	1.69	24/06/2023	22/07/2023	28
	ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %								

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth
Elizabeth Zeopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 2.15 Ensayo de flexión de concreto con la adicción al 5%, 8% y 11.5% de ceniza de Kikuyo a los 28 días.



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM)
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C 210kg/Cm2 PUNO-PERÚ, 2023

SOLICITANTE : BACHILLER. YAZMANI JAVIER PONCE FLORES

CANTERA : ARENA CUTIMBO
PIEDRA CUTIMBO

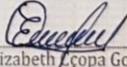
LUGAR : CUTIMBO

FECHA : 22 DE JULIO 2023

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DISTANCIAS			UBICACION DE LA FALLA	LECTURA CARGA MAXIMA(kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm2	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) Mpa
					L cm	B cm	H cm				
1	M-01 VIGA DE PRUEBA PATRON	23/06/2023	21/07/2023	28	49.80	15.01	15.00	TERCIO CENTRAL	2310	34.06	3.34
2	M-02 VIGA DE PRUEBA PATRON	23/06/2023	21/07/2023	28	50.10	15.06	15.02	TERCIO CENTRAL	2280	33.62	3.30
3	M-03 VIGA DE PRUEBA PATRON	23/06/2023	21/07/2023	28	50.10	15.00	15.01	TERCIO CENTRAL	2270	33.65	3.30
1	M-04 ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5%	23/06/2023	21/07/2023	28	50.06	15.04	15.00	TERCIO CENTRAL	2490	36.83	3.61
2	M-05 ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5%	23/06/2023	21/07/2023	28	50.08	15.07	15.03	TERCIO CENTRAL	2520	37.07	3.64
3	M-06 ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 5%	23/06/2023	21/07/2023	28	50.04	15.10	15.04	TERCIO CENTRAL	2430	35.60	3.49
1	M-07 ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8%	24/06/2022	22/07/2023	393	50.00	15.00	15.03	TERCIO CENTRAL	2530	37.33	3.66
2	M-08 ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8%	24/06/2022	22/07/2023	393	50.02	15.01	15.04	TERCIO CENTRAL	2480	36.54	3.58
3	M-09 ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 8%	24/06/2022	22/07/2023	393	50.01	15.02	15.00	TERCIO CENTRAL	2590	38.33	3.76
1	M-10 ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	24/06/2022	22/07/2023	393	50.00	15.06	15.02	TERCIO CENTRAL	2250	33.11	3.25
2	M-11 ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	24/06/2022	22/07/2023	393	50.04	15.04	15.01	TERCIO CENTRAL	2210	32.64	3.20
3	M-12 ADICIÓN DE CENIZA DE KIKUYO 11.5 %	24/06/2022	22/07/2023	393	50.00	15.04	15.00	TERCIO CENTRAL	2180	32.21	3.16

OBSERVACIONES:
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL BACHILLER.




 Elizabeth Azopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121150

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

6.3. Anexo 3 Certificados de laboratorio

Anexo 3.1 Certificado de calibración de instrumentos utilizados en los ensayos de laboratorio



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 028 - 2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0485-2023	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST 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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL	
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	120000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-120	
Número de Serie	1080	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-XSP	
Número de Serie	1080	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-30	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2023-03-31	 JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA	

 913 028 621 / 913 028 622

 913 028 623 / 913 028 624

 www.perutest.com.pe

 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima

 ventas@perutest.com.pe

 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 028 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.8 °C	14.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga de 150 tn con una incertidumbre de 241 kg	INF-LE N° 042-22 (B)

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 028 - 2023

Área de Metrología
 Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	12000	12063	12068	12068	12066
20	24000	24112	24107	24082	24101
30	36000	36132	36127	36127	36129
40	48000	48178	48188	48183	48183
50	60000	60238	60238	60243	60240
60	72000	72284	72284	72294	72288
70	84000	84356	84356	84361	84357
80	96000	96412	96493	96478	96461
90	108000	108525	108515	108525	108521
100	120000	120572	120572	120577	120574
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
12000	-0.54	0.04	0.04	0.08	0.34
24000	-0.30	0.12	0.50	0.04	0.42
36000	-0.25	0.01	0.44	0.03	0.41
48000	-0.27	0.02	0.45	0.02	0.40
60000	-0.29	0.01	0.45	0.02	0.41
72000	-0.28	0.01	0.47	0.01	0.42
84000	-0.30	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.35	0.08	0.54	0.01	0.43
108000	-0.33	0.01	0.58	0.01	0.45
120000	-0.32	0.00	0.61	0.01	0.46

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.10 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 071 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

1. Expediente 02799-2022

2. Solicitante TRIPLE GEO E.I.R.L.

3. Dirección MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO -
PUNO - PUNO - PUNO

4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO
(SIEVE TEST)

Diametro 8 pulgadas

Designación No. 4
4.75 mm

Marca SOIL TEST, INC

Número de serie 437706

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Verificación 2022-08-08

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión 2022-08-10 Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 072 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

1. Expediente 02799-2022

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

2. Solicitante TRIPLE GEO E.I.R.L.

3. Dirección MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO
PUNO - PUNO - PUNO

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO
(SIEVE TEST)

Díametro 8 pulgadas

Designación 3/8 in
9.5 mm

Marca SOIL TEST, INC

Número de serie 228192

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

PERUTEST 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

5. Fecha de Verificación 2022-08-08

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-08-10

JOSE ALHANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 073 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

1. Expediente	02799-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	1/2 in 12.5 mm
Marca	SOIL TEST, INC
Número de serie	216922
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2022-08-08

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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 aqui declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología Sello
2022-08-10


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 074 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

1. Expediente 02799-2022

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

2. Solicitante TRIPLE GEO E.I.R.L.

3. Dirección MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)

Diametro 8 pulgadas

Designación 3/4 in
19 mm

Marca GRANO TEST

Número de serie NO INDICA

Procedencia COLOMBIA

Identificación IV-074

PERUTEST 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Verificación 2022-08-08

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-08-10

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

**INFORME DE VERIFICACIÓN
PT - IV - 062 - 2022**

Página 1 de 2

1. Expediente	02799-2022	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	PERUTEST 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.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Diametro	8 pulgadas	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Designación	No. 200 75 µm	
Marca	FORNEY	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	IV-062	
5. Fecha de Verificación	2022-08-08	

Fecha de Emisión **Jefe del Laboratorio de Metrología** Sello
2022-08-10


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA





PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 063 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente 02799-2022

2. Solicitante TRIPLE GEO E.I.R.L.

3. Dirección MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO -
PUNO - PUNO - PUNO

4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO
(SIEVE TEST)

Diametro 8 pulgadas

Designación No. 100
150 µm

Marca SOILTEST, INC.

Número de serie 205549

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Verificación 2022-08-08

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

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



913 028 621 - 913 028 622

913 028 623 - 913 028 624

www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

ventas@perutest.com.pe

PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 064 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente	02799-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 50 300 µm
Marca	GRANO TEST
Número de serie	21996
Procedencia	COLOMBIA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2022-08-08

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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 aqui declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión: 2022-08-10
Jefe del Laboratorio de Metrología: Sello


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 066 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

1. Expediente 02799-2022

2. Solicitante TRIPLE GEO E.I.R.L.

3. Dirección MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO -
PUNO - PUNO - PUNO

4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO
(SIEVE TEST)

Diametro 8 pulgadas

Designación No. 30
600 µm

Marca ENDECOTTS LTD

Número de serie 376750

Procedencia NO INDICA

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Verificación 2022-08-08

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-08-10

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 068 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

1. Expediente	02799-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 16 1.18 mm
Marca	SOIL TEST, INC
Número de serie	205943
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2022-08-08

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📱 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 070 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

1. Expediente	02799-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 8 2.36 mm
Marca	SOIL TEST, INC
Número de serie	204669
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2022-08-08

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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 aqui declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

JOSÉ ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 083 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1406-2023
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NV622ZH
Número de Serie	8342157591
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-04-10

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

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

PERUTEST 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.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

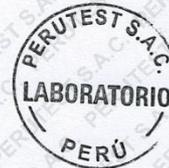
Fecha de Emisión

2023-04-10

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 083 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.5 ° C	14.6 ° C
Humedad Relativa	36%	36%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 083 - 2023

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	14.0 °C	14.1 °C

Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300.00	5	0	600.00	7	-2
2	300.00	6	-1	600.00	6	-1
3	300.00	6	-1	600.00	5	0
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1
5	300.01	8	7	599.99	3	-8
6	300.00	5	0	600.00	5	0
7	300.00	7	-2	600.00	4	1
8	300.00	5	0	600.00	6	-1
9	300.00	5	0	599.99	2	-7
10	300.00	6	-1	599.99	2	-7
	Diferencia Máxima		9	Diferencia Máxima		9
	Error Máximo Permissible		30	Error Máximo Permissible		30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura	Inicial	Final
	14.0 °C	14.1 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	200.00	199.99	2	-7	-7
2		0.10	6	-1		200.01	9	6	7
3		0.09	3	-8		200.00	6	-1	7
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.11	7	8		200.00	4	1	-7
		Error máximo permisible				Error máximo permisible			30

* Valor entre 0 y 10e



☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20602182721

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 083 - 2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	14.0 °C	14.1 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	i (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	10
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	20
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	20
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	20
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	30
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	5	0	1	30
300.00	300.00	6	-1	0	300.00	5	0	1	30
400.00	400.00	5	0	1	400.00	6	-1	0	30
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	2	3	4	30
600.00	600.01	8	7	8	600.01	7	8	9	30

** error máximo permisible

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

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.000029 \text{ g}^2 + 0.00000000042 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000049 \text{ R}$

12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 084 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1406-2023
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	6200 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NVT6201ZH
Número de Serie	8341346471
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-04-10

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

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

PERUTEST 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.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Fecha de Emisión

2023-04-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 084 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa	36%	36%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📍 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20602182721

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 084 - 2023

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

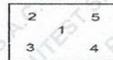
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 3,000 g			Carga L2 = 6,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3000.0	50	0	5999.9	20	-70	
2	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10	
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
4	3000.1	80	70	6000.0	40	10	
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10	
6	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10	
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
9	3000.0	50	0	6000.0	60	-10	
10	2999.9	30	-80	6000.1	80	70	
Diferencia Máxima			150	Diferencia Máxima			140
Error Máximo Permissible			300.0	Error Máximo Permissible			300.0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	14.0 °C	14.1 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
3	1.0	0.9	30	-80	2000.0	1999.9	20	-70	10
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		2000.0	40	10	10
Error máximo permisible									300.0

* Valor entre 0 y 10e



☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 084 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	14.0 °C	14.1 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	4000.1	80	70	70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	5000.1	80	70	70	4999.9	30	-80	-80	300
6200.0	6200.1	70	80	80	6200.1	80	70	70	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.005209 \text{ g}^2 + 0.00000000002 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000126 R$$

12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 085 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1406-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL	
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	PERUTEST 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.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	8341160148	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-04-10	

Fecha de Emisión

2023-04-10

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lofe 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 085 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.0 °C	14.1 °C
Humedad Relativa	36%	36%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 085 - 2023

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

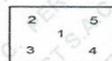
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	14,0 °C	14,1 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	14,999	200	-700	30,001	700	800
2	15,000	600	-100	30,000	500	0
3	15,000	400	100	30,000	500	0
4	15,000	600	-100	30,000	500	0
5	15,000	500	0	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,000	700	-200
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,001	800	700	30,000	600	-100
9	15,001	900	600	30,000	500	0
10	15,001	800	700	30,000	600	-100
Diferencia Máxima	1,400			1,000		
Error Máximo Permissible	± 3,000			± 3,000		



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	14,0 °C	14,1 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	500	0		10,000	500	0	0
2		10	600	-100		10,001	800	700	800
3	10 g	9	200	-700	10,000	10,000	600	-100	600
4		10	400	100		10,000	600	-100	-200
5		10	600	-100		10,000	500	0	100
Error máximo permisible									± 3,000

* Valor entre 0 y 10e

☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 085 - 2023

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	14.0 °C	14.1 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	19,999	200	-700	-700	3,000
25,000	25,000	500	0	0	24,999	200	-700	-700	3,000
30,000	30,000	500	0	0	29,999	300	-800	-800	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
 E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
 E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.4106667 \text{ g}^2 + 0.00000000071 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000019 \text{ R}$

12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC

6.4. Anexo 3:

Panel Fotográfico

Extracción de la muestra de Kikuyo

Fotografía N. 01: Extracción Kikuyo



Fuente: Municipalidad Provincial de Puno

Fotografía N. 02: Extracción Kikuyo



Fuente: Municipalidad Provincial de Puno

Fotografía N. 03: Extracción Kikuyo



Fuente: Municipalidad Provincial de Puno

Fotografía N. 04: Extracción Kikuyo



Fuente: Municipalidad Provincial de Puno

Fotografía N. 05: Extracción Kikuyo



Fuente: Municipalidad Provincial de Puno

Fotografía N. 06: Extracción Kikuyo



Fuente: Municipalidad Provincial de Puno

Recolección y calcinación de la muestra

Fotografía N. 07: Recolección de Kikuyo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 08: Recolección de Kikuyo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 09: Calcinación de Kikuyo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 10: Medición de temperatura



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 11: Ceniza de Kikuyo



Fuente: Elaboración propia

Ensayos de agregados

Fotografía N. 12: Cuarteo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 13: Granulometría - grueso



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 14: Granulometría - grueso



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 15: Granulometría - fino



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 16: Peso unitario - finos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 17: Peso específico - grueso



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 18: Peso específico - finos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 19: Peso específico - finos



Fuente: Elaboración propia

Ensayos de las propiedades físicas del

Fotografía N. 20: Elaboración



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 21: Cono de Abrams



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 22: Slump del concreto



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 23: Temperatura del concreto



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 24: Vaciado de las



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 25: Vaciado de vigas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 26: Vaciado de vigas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 27: Adición de la ceniza



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 28: vaciado de las briquetas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 29: Codificación de briquetas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 30: Codificación de briquetas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 31: Briquetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 32: Briquetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 33: Desencofrado de Briquetas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 34: Desencofrado vigas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 35: Desencofrado de muestras



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 36: Curado de briquetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

Ensayos de las propiedades Mecánicas del concreto

Fotografía N. 37: Briquetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 38: Briquetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 39: Muestras de briquetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 40: Medición de muestras



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 41: Ensayo de compresión 7 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 42: Ensayo de compresión 7 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 43: Ensayo de compresión 7 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 44: Ensayo de compresión 14 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 45: Ensayo de compresión 14 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 46: Ensayo de compresión 28 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 47: Ensayo de tracción 28 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 48: Ensayo de tracción 14 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 49: Ensayo de tracción 7 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 50: Ensayo de tracción 7 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 51: Ensayo deflexión 28 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 52: Ensayo deflexión 28 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 53: Ensayo deflexión 28 días



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N. 54: ruptura de vigas en flexión



Fuente: Elaboración propia