

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Análisis de la ceniza de estiércol como sustituto del cemento en la
resistencia a compresión y módulo de rotura de un concreto $F'_c=210$
 kg/cm^2**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Fiorella de la Ciencia Puma
Brian Alison Yerba Cuela

Asesor:

Mg. Edwin Parillo Escarsena

Juliaca, julio del 2024

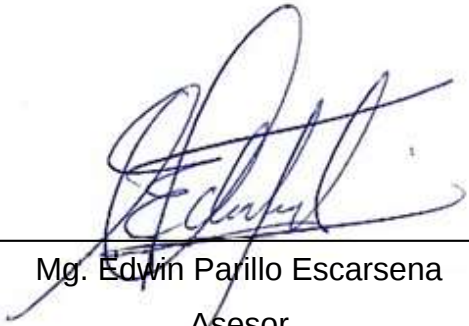
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mg. Edwin Parillo Escarsena, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ ”** de los autores Fiorella de la Ciencia Puma y Brian Alison Yerba Cuela tiene un índice de similitud de 20% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 05 días del mes de setiembre del año 2024.



Mg. Edwin Parillo Escarsena
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 24 día(s) del mes de Julio del año 2024 siendo las 15:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Heron Duky Pari Buri el (la) secretario(a): Msc. Eder Momani Shambi y los demás miembros: Mg. Lily Zca Gonzales y el (la) asesor(a) Mg. Edwin Parillo Escorsena con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

Análisis de la coniga de edicid como sustituto del cemento en la resistencia a compresión y módulo de rotura de un concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

del(los) bachiller(es): a) Fiorella Da la Grancia Puma

b) Brian Adrian Yerba Luela

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Fiorella Da la Grancia Puma

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>14</u>	<u>C</u>	<u>Aceptable</u>	<u>Bueno</u>

Bachiller (b): Brian Adrian Yerba Luela

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]
Presidente/a
[Firma]
Asesor/a
[Firma]
Bachiller (a)

[Firma]
Miembro
[Firma]
Bachiller (b)

[Firma]
Secretario/a
[Firma]
Miembro
[Firma]
Bachiller (c)

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCION.....	11
2. MATERIALES Y METODOS.....	13
2.1. Características de los Materiales	13
2.1.1. Cemento	13
2.1.2. Agregados	14
2.1.3. Ceniza de Estiércol	15
2.2. Métodos.....	16
2.2.1. Análisis de la Ceniza de Estiércol.....	16
2.2.2. Diseño de Mezcla.....	17
2.2.3. Prueba de Asentamiento	18
2.2.4. Prueba de Vicat	18
2.2.5. Resistencia a la Compresión	18
2.2.6. Módulo de Rotura	19
2.2.7. Análisis Estadístico.....	19
3. RESULTADOS Y DISCUCIONES.....	19
3.1. Análisis Químico de la Ceniza de Estiércol	19
3.2. Dosificación de la Mezcla	20
3.3. Medición del Asentamiento	21
3.4. Tiempo de Fraguado.....	22
3.5. Ensayo Mecánico Resistencia a la Compresión.....	23
3.6. Ensayo Mecánico Módulo de Rotura	25
3.7. Análisis Estadístico de Resultados	27
3.8. Discusión de Resultados.....	31
4. CONCLUSIONES.....	33
5. REFERENCIAS	36
ANEXOS	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de la obtención de la ceniza de estiércol	16
Figura 2: Ceniza de estiércol y cemento.....	20
Figura 3: Tiempo de fraguado inicial del cemento con incorporación de ceniza de estiércol	23
Figura 4: Rotura de Briquetas.....	24
Figura 5: Resistencia a la compresión en porcentaje (%) según el tiempo de curado.....	25
Figura 6: Módulo de rotura en porcentaje (%) a los 28 días de curado.....	26
Figura 7: Ensayo de Módulo de rotura a los 28 días en el laboratorio de la Universidad Peruana Unión.....	27

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características físico - químicos del cemento (Rumi IP)	14
Tabla 2: Características físicas de los agregados	15
Tabla 3: Requerimientos químicos de la ceniza según norma ASTM C618	17
Tabla 4: Comparación de las características Químicas	20
Tabla 5: Dosificación de Mezcla $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para los diversos diseños.....	21
Tabla 6: Variación del Asentamiento del concreto con ceniza de estiércol	22
Tabla 7: Resultado de los promedios de la resistencia a compresión $F_c=210\text{kg/cm}^2$ según el tiempo de curado	24
Tabla 8: Resultado de los promedios del módulo de rotura a los 28 días de curado	26
Tabla 9: Análisis de varianza (ANOVA), resistencia a la compresión de las briquetas de concreto a los 28 días de curado	28
Tabla 10: Anova de un factor para los resultados de la tabla 9	28
Tabla 11: Prueba de Tukey	29
Tabla 12: Análisis de varianza (ANOVA), módulo de rotura de las vigas de concreto a los 28 días de curado	30
Tabla 13: Anova de un factor para los resultados de la tabla 12	31

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Evidencia de sumisión del artículo en la revista Ingeniería de Construcción (Universidad Pontifica de Chile).	39
Anexo 2: Resolución de inscripción del perfil del proyecto de tesis en formato articulo aprobado por el consejo de facultad correspondiente.	40
Anexo 3: Recolección de Estiércol de bovino Lampa – Cabanillas.....	41
Anexo 4: Recolección de estierco de bovino en el campo de la familia Yerba Cuela, Lampa – Cabanillas.....	41
Anexo 5: Ensayos realizados en el laboratorio CICMIC B&P SRL Juliaca – Puno.....	42
Anexo 6: Moldeado de briquetas y vigas para un diseño $f_c=210\text{kg/cm}^2$	42
Anexo 7: Moldeado de briquetas para un diseño $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con la sustitución porcentual en 1%,3%,7% y 15%.	43
Anexo 8: Curado de briquetas y vigas.....	43
Anexo 9: Rotura de Briquetas en el laboratorio CICMIC B&P SRL Juliaca - Puno.	44
Anexo 10: Ensayo de Rotura de Briquetas en el laboratorio CICMIC B&P SRL Juliaca - Puno.	44
Anexo 11: Rotura de vigas en el laboratorio de la Universidad Peruana Unión.	45
Anexo 12: Ensayo de Rotura de vigas en el laboratorio de estructuras de la Universidad Peruana Unión.....	45
Anexo 13: Certificado de calidad, análisis físico-químico del cemento Portland Tipo	46
Anexo 14: Certificado de calcinación de la ceniza de estiércol.	47
Anexo 15: Certificado del análisis químico de la ceniza de estiércol (UNA Puno).....	48
Anexo 16: Certificado del análisis granulométrico Agregado Fino.	49
Anexo 17: Certificado del análisis granulométrico Agregado Grueso.....	50
Anexo 18: Certificado de Peso Unitario Agregado Grueso.	51
Anexo 19: Certificado de Peso Unitario Agregado Fino.....	52
Anexo 20: Certificado de Gravedad específica y absorción.	53
Anexo 21: Diseño de Mezclas de concreto ACI- $f'_c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ (Parte 1).....	54
Anexo 22: Diseño de Mezclas de concreto ACI- $f'_c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ (Parte 2).....	55
Anexo 23: Certificado de rotura de briquetas concreto patrón (7 días de curado).....	56
Anexo 24: Certificado de rotura de briquetas concreto patrón (14 y 28 días de curado).....	57

Anexo 25: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 1% (7 días de curado).	58
Anexo 26: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 1% (14 y 28 días de curado).	59
Anexo 27: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 3% (7 días de curado).	60
Anexo 28: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 3% (14 y 28 días de curado).	61
Anexo 29: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 3% (14 y 28 días de curado).	62
Anexo 30: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 7% (7 días de curado).	63
Anexo 31: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 7% (14 y 28 días de curado).	64
Anexo 32: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 15% (14 y 28 días de curado).	65
Anexo 33: Certificado del ensayo de Modulo de rotura de las vigas de concreto (UPeU Juliaca).	66
Anexo 34: Reporte de similitud de Turniting.	67
Anexo 35: Calibración de equipos.	68
Anexo 36: Calibración de equipos.	69
Anexo 37: Calibración de equipos.	70
Anexo 38: Calibración de equipos.	71
Anexo 39: Calibración de equipos.	72
Anexo 40: Calibración de equipos.	73
Anexo 41: Calibración de equipos.	74
Anexo 42: Calibración de equipos.	75
Anexo 43: Calibración de equipos.	76
Anexo 44: Calibración de equipos.	77
Anexo 45: Calibración de equipos.	78
Anexo 46: Calibración de equipos.	79

Análisis de la ceniza de estiércol como sustituto del cemento en la resistencia a compresión y módulo de rotura de un concreto

$$F'c=210 \text{ kg/cm}^2$$

RESUMEN

El continuo aumento del consumo de cemento ha provocado problemas medioambientales. Por ello, este estudio propone utilizar residuos orgánicos como iniciativa adicional y posible sustituto beneficioso para el medio ambiente en el sector de la construcción. En este caso, parte del cemento utilizado para fabricar concreto se sustituye parcialmente por ceniza de excrementos de bovino. Se examinó el reemplazo del cemento con ceniza de estiércol en proporciones crecientes de 1%, 3%, 7% y 15% en relación al peso del cemento utilizado en el diseño de la mezcla, determinando la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de curado, y el módulo de rotura a los 28 días de curado, para un diseño $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Con respecto al reemplazo de 3% y 7% de ceniza de estiércol, se alcanzaron valores máximos de resistencia a la compresión de $223,89 \text{ kg/cm}^2$ y $246,77 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente, y en el caso de la sustitución con un 3% de ceniza de estiércol, se obtuvo un módulo de rotura máximo de $36,16 \text{ kg/cm}^2$. Las cenizas de estiércol demostraron ser un material viable como reemplazo parcial del material cementante ya que, al incorporarse en el diseño de la mezcla, mejoran la resistencia a la compresión y a la flexión, lo que convierte a las cenizas de estiércol en una alternativa adecuada para el cemento hasta un 7% de reemplazo. Según el análisis de varianza, se concluye que la ceniza de estiércol tiene un efecto significativo en los dos ensayos mecánicos realizados al concreto endurecido. Por lo tanto, las cenizas de estiércol pueden utilizarse como ingrediente sustituto parcial del cemento.

Palabras clave: Ceniza de estiércol, concreto, resistencia, compresión, módulo de rotura.

Analysis of manure ash as a substitute for cement in the compressive strength and modulus of rupture of a concrete

$F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

ABSTRACT

The continuous increase in cement consumption has caused environmental problems. Therefore, this study proposes using organic waste as an additional initiative and possible environmentally beneficial substitute in the construction sector. In this case, part of the cement used to make concrete is partially replaced by ash from bovine excrement. The replacement of cement with manure ash was evaluated in increasing proportions of 1%, 3%, 7% and 15% in relation to the weight of cement used in the mix design, determining the compressive strength of the concrete at 7, 14 and 28 days of curing, and the modulus of rupture at 28 days of curing, for a design with $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. With respect to the replacement of 3% and 7% manure ash, maximum compressive strength values of 223.89 kg/cm^2 and 246.77 kg/cm^2 , respectively, were reached, and in the case of replacement with a 3% manure ash, a maximum modulus of rupture of 36.16 kg/cm^2 was obtained. Manure ash proved to be a viable material as a partial substitute for cement since, when incorporated into the mix design, it improves compressive and flexural strength, making manure ash a suitable alternative for cement. cement up to 7% replacement. According to the analysis of variance, it is concluded that manure ash has a significant effect on the compressive strength and modulus of rupture. Therefore, manure ashes can be used as a partial substitute ingredient for cement.

Keywords: Manure ash, concrete, compression resistance, modulus of rupture

1. INTRODUCCION

La industria de la construcción es un sector esencial y de rápido crecimiento a nivel global, desempeñando un papel crucial en el desarrollo y el crecimiento económico de diferentes países. A medida que los proyectos de construcción van aumentando en muchos países en desarrollo, existirá un aumento constante con respecto al uso del concreto, debido a que ningún otro material se compara con él en términos de resistencia y accesibilidad. No obstante, la industria del concreto es uno de los mayores consumidores de recursos naturales y contribuyen significativamente a las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂). Según la Asociación Mundial del Cemento y el Hormigón (GCCA), se producen 14 mil millones de metros cúbicos de concreto cada año, los cuales son usados en la construcción de carreteras, casas, túneles, puentes y presas contra las inundaciones. Según Cosentino et al. (2020) la fuente principal de la generación de CO₂ con respecto a la industria del concreto, es la producción del cemento, que es el principal aglomerante y que contribuye aproximadamente al 8% de las emisiones de CO₂ a nivel global, con una producción al año de más cuatro mil millones de toneladas. A causa de lo anteriormente mencionado, la Asociación Mundial del Cemento y el Hormigón (GCCA,2021) propone a los fabricantes de cemento que desarrollen un cemento más ecológico que reduzca las emisiones de CO₂ en un 25% para el año 2030, y de esta manera, alcanzar el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 1.5°C.

Worku et al. (2023) declaran que el uso de un sistema sostenible que pueda convertir los materiales de desecho en bienes útiles es la forma más realista, rentable y respetuosa con el medio ambiente de reducir las emisiones de CO₂ que produce el sector cementero. Es por ello que existe la necesidad de buscar subproductos industriales y agrícolas como materia prima para utilizarlas en la producción del cemento. En las últimas dos décadas, varios estudios ya han

explorado materiales cementosos suplementarios derivados de subproductos industriales y agrícolas, cuyo objetivo es conservar los recursos naturales, y abordar el impacto ambiental causado por estos materiales de desecho. Al sustituir materiales de desecho por ingredientes convencionales, la industria cementera puede contribuir a la conservación de recursos y mitigar la carga sobre el medio ambiente. Paredes y Escobar (2018) mencionan que la región de Puno en Perú, es una de las principales zonas ganaderas del país, con aproximadamente el 80% de la población, por lo cual la producción de estiércol de ganado está en un aumento considerable, ya que tiene diversos usos para la población andina. Como resultado, este estudio propone nuevas alternativas que implican el uso de cenizas de materiales orgánicos (estiércol de bovino) como sustitución porcentual del cemento.

En los últimos años, los investigadores como Zhou et al. (2012) han estudiado a la ceniza del excremento bovino, que es un subproducto de la ganadería que posee propiedades puzolánicas debido al contenido de SiO_2 en su composición. Así mismo Laza y Araujo (2020), en su trabajo de investigación que evalúa el impacto de la ceniza de biomasa como reemplazo parcial del cemento en la producción de concreto simple, en su cuarto capítulo de investigación, toma como tema principal las propiedades, características y el uso, donde concluyó que las propiedades físicas y mecánicas de los excrementos bovinos son adecuadas para sustituir parcialmente al cemento en la producción de hormigón. También Rayaprolu (2012) y Lakshmi et al. (2021) en sus estudios experimentales con estiércol de vaca, da a conocer que la ceniza de estiércol es una opción prometedora para la sustitución parcial del cemento debido a que este material puede ofrecer un enfoque sostenible y ecológico en el mundo de la construcción.

Según Veera (2020), en su artículo de estudio sobre las características mecánicas y la durabilidad del hormigón con sustitución parcial del cemento por cenizas de estiércol bovino, se

aprecia el objetivo que es utilizar el material suplementario ceniza de estiércol de ganado en lugar de cemento en proporciones incrementales de 5%, 10%, 15%, 20% respecto al peso del cemento para así determinar las propiedades mecánicas y de durabilidad del hormigón, dando como resultado un concreto con resistencia a la compresión 16,33 % superior en comparación al concreto convencional, y con una durabilidad resistencia al ataque de ácido y sulfatos. También Venkatesan y Poovadharani (2021) mencionan que el uso de la ceniza de estiércol con reemplazo del 10% de ceniza de estiércol aumenta la resistencia a la compresión en un 17% y la resistencia a la tracción en 15% en comparación al concreto tradicional. Por otro lado, Omoniyi et al. (2014) dan a conocer que la ceniza de estiércol contiene características puzolánicas en su composición, por lo tanto, puede clasificarse como puzolana, lo cual lo hace compatible con el cemento, y que puede usarse en proporciones menores al 15%. Por su parte Zhou et al (2019) determinaron que también la granulometría de la ceniza de estiércol tiene un impacto en la resistencia a la compresión del hormigón, en el cual determinaron que la calcinación entre los 650°C a 800°C produce partículas mejoran la densidad aparente y resistencia del concreto. Estos hallazgos tienen el potencial de aumentar los estudios en relación al uso de cenizas de estiércol de bovino en el concreto, en diferentes partes del mundo.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Características de los Materiales

2.1.1. Cemento

En este estudio se utilizó el cemento Rumi Portland IP, conocido por cumplir con los más altos estándares de calidad en la industria cementera peruana. La tabla 1 muestra sus propiedades físico-químicas de acuerdo con ASTM C-595 y NTP 334.090.

Tabla 1*Características físico - químicos del cemento (Rumi IP)*

<i>Propiedades Químicas</i>	<i>Cemento Rumi IP</i>	<i>Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595</i>
<i>MgO (%)</i>	<i>2.07</i>	<i>6.00 Max.</i>
<i>SO3 (%)</i>	<i>2.02</i>	<i>4.00 Max.</i>
<i>Perdida por ignición (%)</i>	<i>1.89</i>	<i>5.00 Max.</i>
<i>Propiedades Físicas</i>		
<i>Peso específico (gr/cm3)</i>	<i>2.85</i>	<i>-</i>
<i>Expansión en autoclave (%)</i>	<i>0.02</i>	<i>"-0.20 a 0.80"</i>
<i>Fraguado Vicat inicial (min)</i>	<i>232</i>	<i>45 a 420</i>
<i>Contenido de aire</i>	<i>3.73</i>	<i>12 Max.</i>

Fuente. Elaboración Propia

2.1.2. Agregados

Los materiales pétreos utilizados en el estudio proceden de la cantera Isla-Puno, pasaron por el proceso de lavado para eliminar el polvo y suciedad, seguido de un secado al aire libre, se seleccionaron según las normas peruanas NTP 400.011 2013, NTP 400.037 2014 y ASTM C 33 2016. Se realizaron pruebas de análisis granulométrico, peso específico, absorción y peso unitario conforme a las normas ASTM C-136 2016, C-128 2016, C-29 2016 y C-566 2016. Se determinó un tamaño máximo de 1" (2.54 cm) para el agregado grueso. Los resultados de estos ensayos se encuentran especificados en la Tabla 2.

Tabla 2

Características físicas de los agregados

<i>Características Físicas</i>	<i>Agregado fino (arena)</i>	<i>Agregado grueso (grava)</i>
<i>Peso específico</i>	2.56	2.56
<i>P.U. Varillado</i>	1794	1768
<i>P.U. Suelto</i>	1706	1617
<i>% de Absorción</i>	2.67	2.43
<i>% de Humedad Natural</i>	0	0
<i>Módulo de fineza</i>	3.1	

Fuente. Elaboración Propia

2.1.3. Ceniza de Estiércol

La ceniza de estiércol se obtuvo a partir de residuos orgánicos de bovinos, los cuales fueron recolectados y secados naturalmente por más de 7 días. Luego, el material fue calcinado al aire libre durante 4 horas. Para garantizar una uniformidad adecuada y la eliminación completa del material orgánico, las cenizas se llevaron al laboratorio RHLAB S.A.C., donde se sometieron a una calcinación controlada a 700°C durante 2 horas. Posteriormente, las cenizas fueron tamizadas utilizando mallas No. 100 y 200, acorde con la granulometría del cemento empleado en la investigación. Finalmente, se realizó un análisis químico en el laboratorio para caracterizar propiedades de la ceniza de estiércol y compararlas con la composición del cemento utilizado.

Figura 1

Proceso de la obtención de la ceniza de estiércol



2.2. Métodos

La metodología de investigación adoptada es un diseño experimental cuantitativo de tipo explicativo. A continuación, se describirá el procedimiento de los diversos ensayos realizados para recabar los resultados del estudio.

2.2.1. *Análisis de la Ceniza de Estiércol*

Las cenizas se generan como resultado de la combustión del estiércol. En el proceso del triturado y molido el estiércol alcanza una fineza del 70%-80%, lo que permite que pase a través de la malla N°200, para la compatibilidad con el cemento. Según la Asociación Americana de

Cenizas de Carbón (2017), las cualidades de la ceniza para el concreto han hecho que aumente su uso. En colaboración con Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L., se realizó un examen comparativo de los componentes químicos presentes en el cemento y las cenizas, evaluando las concentraciones de SiO₂, Na₂O, Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO y MgO. Como se muestra en la Tabla 3, estos componentes químicos permiten clasificar la ceniza de acuerdo con las directrices establecidas por la ASTM C618.

Tabla 3

Requerimientos químicos de la ceniza según norma ASTM C618

Requerimiento	Clase		
	N	F	C
<i>SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃, min. %</i>	<i>70</i>	<i>70</i>	<i>50</i>
<i>Anhídrido Sulfúrico (SO₃), máx. %</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>5</i>
<i>Contenido de humedad, máx. %</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
<i>Pérdida por calcinación (L.O.I), máx. %</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>6</i>

Fuente. Elaboración Propia

2.2.2. Diseño de Mezcla

Para alcanzar una resistencia a la compresión de $F'_c=210$ kg/cm², se utilizó el diseño ACI 2010. A la hora de preparar la mezcla de hormigón se tuvieron en cuenta factores importantes, como la facilidad de manejo cuando el hormigón está en su estado fresco y su resistencia a la compresión y módulo de rotura una vez endurecido. Se elaboraron diversos diseños de mezclas con diferentes porcentajes de ceniza de estiércol, manteniendo constante la cantidad de agregados y agua. El diseño patrón contenía un 0% de ceniza, mientras que otros diseños incorporaron 1%, 3%, 7% y 15% de ceniza, en relación al peso del cemento.

2.2.3. Prueba de Asentamiento

Es la capacidad del hormigón fresco para ser manipulado, movido, puesto y compactado eficientemente con el menor esfuerzo y la máxima uniformidad (Chavez, 2020). El cono de Abrams se emplea para determinar la consistencia del concreto en los diferentes diseños de mezclas. La prueba establece la trabajabilidad del concreto (seca, plástica o fluida) según la proporción de agua en la mezcla.

2.2.4. Prueba de Vicat

El ensayo de la aguja de Vicat, conforme a normas como ASTM C191 o EN 196-3 evalúa la duración del proceso de fraguado del cemento, marcando el cambio de una mezcla de cemento y agua desde un estado moldeable a uno sólido. Se mezcla el cemento con agua, se coloca la pasta en un molde cilíndrico, en el cual la aguja de Vicat mide los tiempos de fraguado inicial y final. El fraguado inicial se registra cuando la aguja penetra hasta 25 mm, y el fraguado final se determina cuando la aguja ya no deja una impresión visible en la pasta.

2.2.5. Resistencia a la Compresión

Se cumple con la norma ASTM C-39 para asegurar que el concreto endurecido tenga una resistencia a la compresión adecuada. Se diseñaron cinco tipos de mezclas con reemplazos porcentuales de ceniza de estiércol del 0%, 1%, 3%, 7%, y 15% del peso del cemento, para alcanzar una resistencia de $F'_c=210$ kg/cm. En cada diseño, se prepararon 10 briquetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, que se ensayarán en la máquina de compresión a los 7, 14, y 28 días de curado, sumando un total de 150 briquetas sometidas a prueba.

2.2.6. Módulo de Rotura

El módulo de rotura, conocido también como resistencia a la flexión, mide el esfuerzo en la fibra extrema de una viga bajo flexión. Para determinar este parámetro, se fabricaron 2 vigas de cada diseño de mezcla, con dimensiones de 15cm x 15cm x 50cm, y se ensayaron en la máquina Magnus a los 28 días de curado. En total, se ensayaron 10 vigas.

2.2.7. Análisis Estadístico

Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión y módulo de rotura fueron sujetos a un análisis de varianza (ANOVA), una técnica estadística que compara las medias de tres o más grupos para identificar diferencias significativas. Si se encontraban diferencias significativas, se procedió a aplicar la prueba de Tukey para determinar qué grupos presentaban diferencias significativas en resistencia entre los diferentes diseños de mezcla del concreto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Análisis Químico de la Ceniza de Estiércol

Los resultados obtenidos del estudio químico de la ceniza de estiércol, comparados con los del cemento, se presentan en la Tabla 4. Conforme a la normativa ASTM C618, la ceniza de estiércol se clasifica en la clase C, dado que el porcentaje combinado de SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 es del 67,68%. cumpliendo así con los requisitos mínimos de la norma. Por lo tanto, se considera que esta ceniza es adecuada para su uso en concreto.

Tabla 4

Comparación de las características Químicas

Composición Química	Ceniza de estiércol	Cemento Portland IP
<i>SiO₂</i>	57.80 %	21.00 %
<i>Al₂O₃</i>	5.93 %	6.00 %
<i>Fe₂O₃</i>	3.95 %	3.50 %
<i>Na₂O</i>	2.08 %	0.50 %
<i>CaO</i>	8.24 %	62.50 %
<i>MgO</i>	2.65 %	3.00 %
<i>L.O. I</i>	1.80 %	1.75 %

Fuente. Elaboración Propia

Figura 2

Ceniza de estiércol y cemento



3.2. Dosificación de la Mezcla

La dosificación de la mezcla de concreto se realizó mediante el método ACI (2010) para una resistencia a compresión de $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados de esta dosificación se

encuentran detallados en la tabla 5. En los cuales se trabajó con el 0%, 1%, 3% ,7% y 15% de ceniza de estiércol como reemplazo del cemento en relación al peso utilizado en el diseño.

Tabla 5

Dosificación de Mezcla $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para los diversos diseños

Grupo	Dosificación en peso (kg/m3)					Total, para 1 m3
	Cemento	Ceniza	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	
<i>I – CP</i>	373	0	219	1043	609	2244
<i>II - CCE1%</i>	369	4	219	1043	609	2244
<i>III - CCE3%</i>	362	11	219	1043	609	2244
<i>IV - CCE7%</i>	347	26	219	1043	609	2244
<i>V - CCE15%</i>	317	56	219	1043	609	2244

Fuente. Elaboración Propia

3.3. Medición del Asentamiento

Para evaluar la trabajabilidad del concreto en estado fresco, se realizó la prueba del slump (asentamiento). Según la Tabla 6, se observa que el slump del diseño patrón y el diseño con un reemplazo del 1% mantuvieron un asentamiento de 4 pulgadas. Sin embargo, los diseños con reemplazo del 3% y 7% mostraron un asentamiento reducido a 3.5 pulgadas y 3 pulgadas respectivamente, aún dentro de un rango trabajable. En contraste, el diseño con un reemplazo del 15% resultó en un asentamiento de 1 pulgadas (concreto seco), lo que dificulta su trabajabilidad.

Tabla 6*Variación del Asentamiento del concreto con ceniza de estiércol*

Grupo	Tratamiento (%)		Asentamiento (pulgadas)	% Aumento/ Descenso	Descripción
	Ceniza	Cemento			
<i>I – CP</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>4.10"</i>		<i>Trabajable</i>
<i>II - CCE1%</i>	<i>0.01</i>	<i>0.99</i>	<i>4.00"</i>	<i>-0.10</i>	<i>Trabajable</i>
<i>III - CCE3%</i>	<i>0.03</i>	<i>0.97</i>	<i>3.50"</i>	<i>-0.50</i>	<i>Trabajable</i>
<i>IV - CCE7%</i>	<i>0.07</i>	<i>0.93</i>	<i>3.00"</i>	<i>-0.50</i>	<i>Trabajable</i>
<i>V - CCE15%</i>	<i>0.15</i>	<i>0.85</i>	<i>1.00"</i>	<i>-2.00</i>	<i>Seco</i>

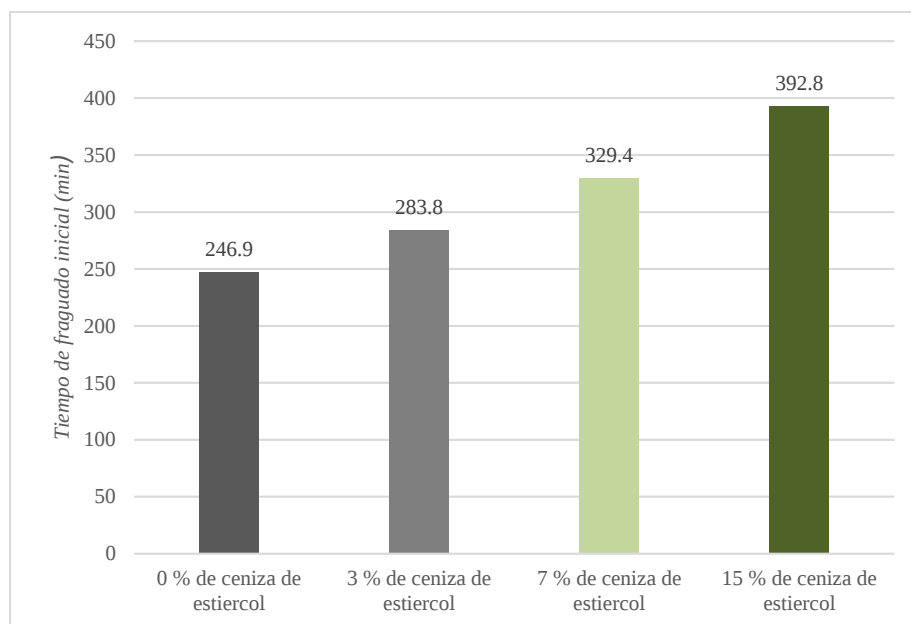
Fuente. Elaboración Propia

3.4. Tiempo de Fraguado

Para medir el tiempo de fraguado del concreto, se utilizó el ensayo de Vicat, el cual determina el momento en que el concreto cambia de un estado plástico a sólido. Como se ilustra en la figura 3, la sustitución de la ceniza por cemento aumenta el tiempo de fraguado. Dando como resultado un fraguado más lento que proporciona más tiempo para manipular, moldear y colocar el concreto, coincidiendo con Omoniyi et al. (2014), quienes deducen que la ceniza de estiércol es un retardador de fraguado.

Figura 3

Tiempo de fraguado inicial del cemento con incorporación de ceniza de estiércol



3.5. Ensayo Mecánico Resistencia a la Compresión

En la tabla 7, se muestra una relación favorable de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de la ceniza de estiércol durante los días de curado. A los 7 días de curado se observa en la figura 5, que la resistencia a compresión del concreto con incorporación de ceniza del CCE 1%, CCE 3% y CCE 7%, se mantienen e incrementan ligeramente en comparación al concreto patrón, según datos técnicos a los 7 días de curado el concreto debe llegar al 70% de su resistencia, que es acorde con los resultados obtenidos, a excepción del CCE 15%. Por otro lado, a los 28 días de curado se presentan datos favorables, llegando a superar la resistencia de 210 kg/cm², siendo las briquetas CCE 1%, CCE 3% y CCE 7%, superiores al concreto patrón, resaltando el concreto CCE 7% donde su resistencia máxima es de 246,77 kg/cm², lo que representa un aumento del 13% de la resistencia a la compresión.

Tabla 7

Resultado de los promedios de la resistencia a compresión $F_c=210\text{kg/cm}^2$ según el tiempo de curado.

Grupo	Tratamiento (%)		Resistencia a la compresión (Kg/cm²)		
	Ceniza	Cemento	7 días	14 días	28 días
<i>I – CP</i>	0%	100%	154.60	183.84	219.29
<i>II - CCE1%</i>	1%	99%	169.74	191.48	221.51
<i>III - CCE3%</i>	3%	97%	174.91	186.76	223.69
<i>IV - CCE7%</i>	7%	93%	167.01	191.19	246.77
<i>V - CCE15%</i>	15%	85%	125.18	161.8	193.74

Fuente. Elaboración Propia

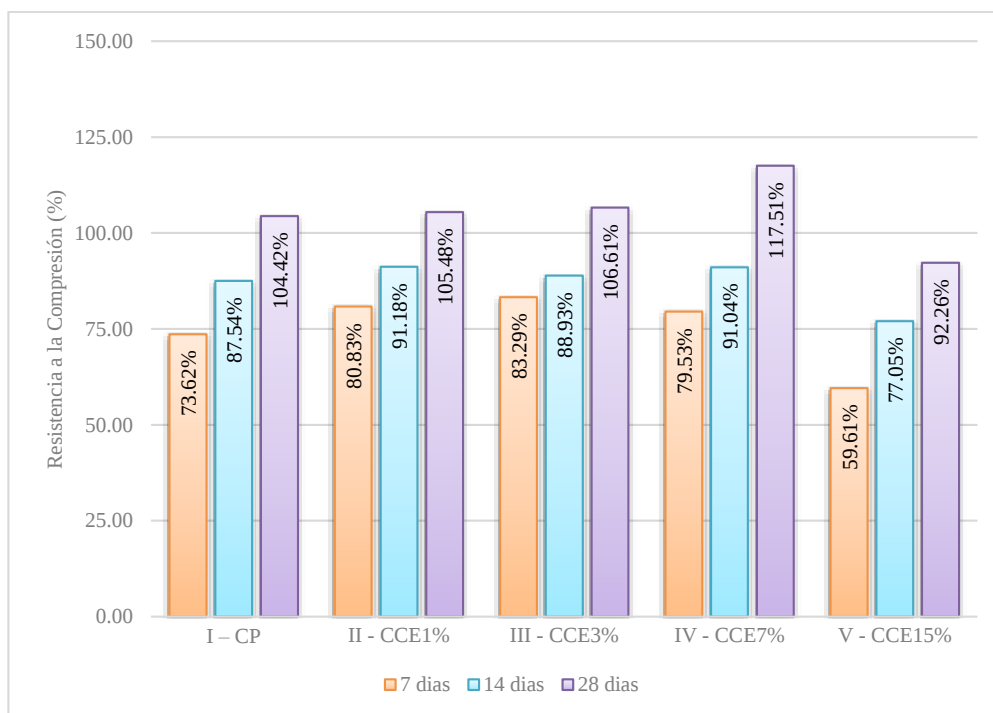
Figura 4

Rotura de Briquetas



Figura 5

Resistencia a la compresión en porcentaje (%) según el tiempo de curado



3.6. Ensayo Mecánico Módulo de Rotura

En la tabla 8, se observa que el módulo de rotura se mantiene estable en las vigas VG CP, VG CE1% y VG CE7%, dando a conocer que no sufre alteraciones significativas con relación al diseño patrón, a comparación de la VG CE15% que sufre una ligera disminución en su resistencia. Por otro parte se observa que en la VG CE3%, se obtiene una mejoría en relación al diseño patrón, donde el módulo de rotura llega a un máximo de 36.16 kg/cm² a los 28 días de curación, se observó un aumento del 1.38% en la resistencia del módulo de rotura.

Tabla 8

Resultado de los promedios del módulo de rotura a los 28 días de curado

Grupo	Tratamiento (%)		Módulo de Rotura (Kg/cm2)
	Ceniza	Cemento	28 días
<i>I – VG CP</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>33.272</i>
<i>II - VG CE1%</i>	<i>1%</i>	<i>99%</i>	<i>33.298</i>
<i>III – VG CE3%</i>	<i>3%</i>	<i>97%</i>	<i>36.163</i>
<i>IV – VG CE7%</i>	<i>7%</i>	<i>93%</i>	<i>33.397</i>
<i>V – VG CE15%</i>	<i>15%</i>	<i>85%</i>	<i>30.442</i>

Fuente. Elaboración Propia

Figura 6

Módulo de rotura en porcentaje (%) a los 28 días de curado

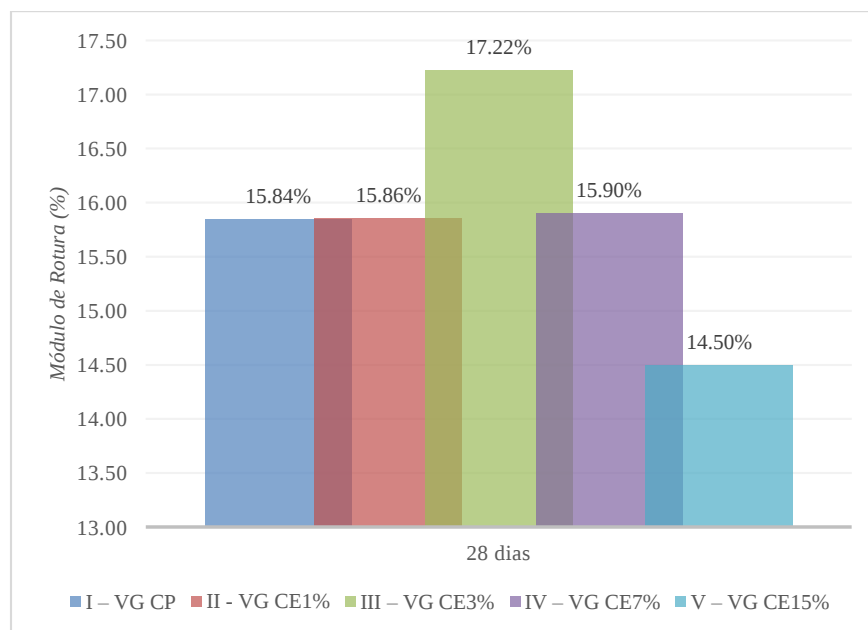


Figura 7

Ensayo de Módulo de rotura a los 28 días en el laboratorio de la Universidad Peruana Unión.



3.7. Análisis Estadístico de Resultados

Cada muestra paso por la prueba de normalidad ($p > 0,05$) en relación al tiempo de curado del concreto. Se analizaron los resultados obtenidos a los 7, 14 y 28 días de curado mediante el análisis de varianza y la prueba de comparación Tukey para la resistencia a la compresión y el módulo de rotura, como se detalla en las Tablas 9 y 12.

El análisis ANOVA tiene en cuenta que si $p > 0.05$ (significancia), esto determina que no existe diferencia significativa entre las muestras, pero como se observa en la tabla 10 el nivel de significa es de 0.000 con lo que respecta a la resistencia a la compresión de los grupos, lo cual indica que, si existe una diferencia significativa entre las muestras de estudio, para los 7,14 y 28 días de curado. Para determinar que muestras son diferentes del hormigón normal en términos de resistencia a la compresión, aplicamos la prueba de comparación Tukey como se muestra en la

tabla 11, llegando a la conclusión que a los 7 días de curado todos los diseños tienen una diferencia significativa, a los 14 días solo el diseño del 15% tiene diferencia significativa con respecto al diseño patrón, y a los 28 días el diseño del 7% y 15% resultan tener diferencia significativa con el diseño patrón, resultando ser el de mayor y menor resistencia. Por otro lado, en el módulo de rotura, no hay diferencia significativa debido a que $p > 0.05$, es decir todos los grupos son semejantes.

Tabla 9

Análisis de varianza (ANOVA), resistencia a la compresión de las briquetas de concreto a los 28 días de curado

% de ceniza	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón	10	2,192,875	856,233	354,123	2,157,645	2,355,643	209,93	238,92
CE 1%	10	2,215,106	722,414	228,447	2,163,427	2,266,784	214,29	236,14
CE 3%	10	2,238,864	1,126,729	356,303	2,158,263	2,319,466	211,49	249,86
CE 7%	10	2,467,678	1,777,442	562,076	2,340,528	2,594,829	221,03	282,91
CE15%	10	1,937,387	950,417	300,548	1,869,398	2,005,375	178,01	208,96
Total	40	2,210,382	1,086,647	360,299	2,137,852	2,308,419	206,95	243,36

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 10

Anova de un factor para los resultados de la tabla 9

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Significancia (p)</i>
7 días de Curado	Entre grupos	15930.469	4.000	3982.617	61.283	0.000
	Dentro de grupos	2924.443	45.000	64.988		
	Total	18854.912	49.000			
14 días de Curado	Entre grupos	6033.324	4.000	1508.331	19.764	0.000
	Dentro de grupos	3434.312	45.000	76.318		
	Total	9467.636	49.000			
28 días de Curado	Entre grupos	14186.784	4.000	3546.696	26.248	0.000
	Dentro de grupos	6080.580	45.000	135.124		
	Total	20267.365	49.000			

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 11

Prueba de Turkey

	<i>Diferencia poblacional</i>	<i>T_α α=0.05</i>	<i>Diferencia muestral</i>	<i>Decisión</i>
7 días de curado	$\mu_{\text{Patrón}} - \mu_{1\%}$	11.98	15.14	Dif. Significativa
	$\mu_{\text{Patrón}} - \mu_{3\%}$	11.98	20.31	Dif. Significativa
	$\mu_{\text{Patrón}} - \mu_{7\%}$	11.98	12.41	Dif. Significativa
	$\mu_{\text{Patrón}} - \mu_{15\%}$	11.98	29.42	Dif. Significativa
14 días de curado	$\mu_{\text{Patrón}} - \mu_{1\%}$	12.98	7.64	Semejantes
	$\mu_{\text{Patrón}} - \mu_{3\%}$	12.98	2.92	Semejantes
	$\mu_{\text{Patrón}} - \mu_{7\%}$	12.98	7.36	Semejantes

28 días de curado	$\mu_{Patron} - \mu_{15\%}$	12.98	22.04	Dif. Significativa
	$\mu_{Patron} - \mu_{1\%}$	17.28	2.22	Semejantes
	$\mu_{Patron} - \mu_{3\%}$	17.28	4.60	Semejantes
	$\mu_{Patron} - \mu_{7\%}$	17.28	27.48	Dif. Significativa
	$\mu_{Patron} - \mu_{15\%}$	17.28	25.55	Dif. Significativa

Nota: Prueba de Tukey, en relación al concreto patrón en la resistencia a compresión según el tiempo de curado.

Tabla 12

Análisis de varianza (ANOVA), módulo de rotura de las vigas de concreto a los 28 días de curado

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
VG CP	2	332,650	,00707	,00500	332,015	333,285	33,26	33,27
VG CE-1%	2	332,950	159,099	112,500	190,005	475,895	32,17	34,42
VG CE-3%	2	361,600	230,517	163,000	154,489	568,711	34,53	37,79
VG CE-7%	2	333,900	141,421	100,000	206,838	460,962	32,39	34,39
VG CE-15%	2	304,350	122,329	,86500	194,441	414,259	29,57	31,30
Total	10	333,090	221,447	,70028	317,249	348,931	29,57	37,79

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 13

Anova de un factor para los resultados de la tabla 12

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Significancia (p)</i>
28 días de Curado	Entre grupos	32.758	4	8.189	3.608	0.096
	Dentro de grupos	11.349	5	2.270		
	Total	44.107	9			

Fuente. Elaboración Propia

3.8. Discusión de Resultados

Según los resultados del análisis químico de la ceniza de estiércol en comparación con el cemento, se puede observar en la tabla 4, una mayor presencia de SiO_2 en la ceniza de estiércol que sumados con el Al_2O_3 y Fe_2O_3 , se ajusta a las especificaciones de la normativa ASTM C618, clasificándola como ceniza tipo C y validándola como material puzolánico. Al comparar estos resultados con estudios previos que también utilizaron ceniza de estiércol, se observan diferencias en sus composiciones químicas. Por ejemplo, Veera (2020) reporta un contenido de CaO del 13.85% en su ceniza, mientras que en este estudio se encontró un CaO del 8.24%. Esta disparidad podría ser la razón de la variabilidad en la mejora de la resistencia del concreto. Rivva (2010) argumenta que las cenizas deben evaluarse en función de su contenido de cal, ya que el CaO actúa como un agente de unión que ayuda a consolidar las partículas de cemento, aumentando así la resistencia del concreto.

Basándonos en los resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la compresión que se detallan en la Tabla 7, concluimos que la ceniza de estiércol contribuye a aumentar la

resistencia del concreto cuando se utiliza como un reemplazo porcentual del cemento en relación al peso empleado en el diseño de la mezcla. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Veera (2020) quien determinó que la ceniza de estiércol de vaca en reemplazo del cemento en proporciones, aumenta la resistencia a compresión en comparación al concreto tradicional. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla. Pero, en lo que no concuerda es el porcentaje optimo usado como reemplazo al cemento, Veera (2020) sostiene que el diseño con reemplazo porcentual del 15% a 28 días de curado en cubos de mortero es 16.33% superior en comparación al concreto convencional de su estudio, en cambio en el trabajo realizado el 15% no es el porcentaje optimo encontrado, ya que este en vez de mejorar, reduce la resistencia del concreto debido a la densidad de la ceniza y la incorporación de agregados gruesos en el diseño, generando una asentamiento seco es su estado fresco, que con lleva a una reducción de la resistencia en su estado sólido. De la misma manera Venkatesan y Poovadharani (2021), mencionan que el uso de la ceniza de estiércol en proporciones mayores al 10% da como resultado una resistencia a la compresión y tracción que tiende a disminuir en el concreto.

Por otra parte tomando en cuenta los porcentajes de reemplazo de ceniza y su aplicación en briquetas de concreto, que usaron Huaquisto y Belizario (2018) donde incluyeron cenizas volantes en la mezcla de hormigón como sustituto del cemento, los cuales son porcentajes menores al 15%, indican que la ceniza debe ser usado en un rango menor al 10%, ya que al superar este porcentaje la resistencia disminuye ,lo cual es respaldado por Ojedokun et al. (2014) quienes determinaron que la ceniza de estiércol de vaca con un alto porcentaje superior a 10% no es adecuado para la producción del concreto debido a que este requiere una mayor cantidad de agua. En la presente investigación se afirma lo anteriormente mencionado, dando a conocer

que los porcentajes óptimos a usar son menores al 10%, dando como resultado que los porcentajes menores al 7% ayudan a mejorar y mantener la resistencia del concreto.

Con respecto al módulo de rotura Rivera (2013) indica que el módulo de rotura exhibe valores que oscilan entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión, coincidiendo con los resultados encontrados en la investigación, debido a que el módulo de rotura de todos los diseños está en el rango de 14% a 16% con respecto a la resistencia a compresión. La tabla 8 muestra los valores medios del módulo de rotura a los 28 días de curado, en vigas de 15 cm x 15 cm x 50 cm, resaltando el 3% de reemplazo con respecto al cemento, resultado ligeramente mayor al concreto patrón. De forma similar Omoniyi et al. (2014) nos da a conocer en su estudio que el reemplazo de ceniza de estiércol en porcentajes de 5%, 10% y 15% no muestran ninguna pérdida estadísticamente en relación a su fuerza. Por el contrario, teniendo en cuenta el uso de otro tipo de cenizas en el módulo de rotura para una resistencia $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, se encontró a Herencia (2018) quien determinó que el 5% ceniza volante ayuda a mejorar la resistencia a flexión del concreto.

4. CONCLUSIONES

La ceniza de estiércol, obtenida a través de la combustión al aire libre seguida de una calcinación a 700°C , garantiza la eliminación de restos orgánicos en la ceniza que podrían alterar la composición y las propiedades mecánicas del concreto. La pulverización uniforme de esta ceniza también garantiza una distribución homogénea en la mezcla. Además, la ceniza de estiércol posee una cantidad considerable de sílice, lo que la hace cumplir con los estándares

químicos establecidos por la normativa ASTM C618 para su utilización como puzolana en concreto, y se categoriza como ceniza tipo C.

La incorporación de ceniza de estiércol en la mezcla de concreto produce un aumento en la resistencia a la compresión, según el análisis estadístico ANOVA, entre todos los diseños de mezcla de concreto, el que muestra una diferencia significativa más notable respecto al concreto patrón es el diseño con un 7% de reemplazo de cemento por ceniza de estiércol. Este porcentaje se ha identificado como óptimo, alcanzando una resistencia máxima a la compresión de 246.77 kg/cm² a los 28 días de curado, lo que representa un incremento del 12% en comparación con el concreto patrón.

La trabajabilidad del concreto disminuye con el aumento del porcentaje de reemplazo de cemento por ceniza de estiércol, debido a la alta absorción de agua de este material por su textura y composición porosa, lo que exige una mayor cantidad de agua para alcanzar una consistencia adecuada. Se ha establecido que el uso de ceniza de estiércol como reemplazo es viable hasta un 7%, ya que porcentajes superiores resultan en una trabajabilidad inaceptablemente baja, dificultando la manipulación y compactación del concreto. Es esencial ajustar cuidadosamente la mezcla y controlar la cantidad de agua para asegurar la viabilidad del concreto en aplicaciones constructivas sin comprometer su calidad.

El módulo de rotura, al analizarse estadísticamente, no presenta diferencias significativas entre los diseños con reemplazo de cemento por ceniza de estiércol y el diseño patrón. Esto indica que el reemplazo de ceniza de estiércol al cemento en porcentajes del 1%, 3%, 7% Y 15%

no compromete la resistencia a la flexión del concreto. Estos niveles de reemplazo son adecuados para mantener la integridad estructural y las propiedades mecánicas requeridas, permitiendo al mismo tiempo aprovechar los beneficios ambientales y económicos de utilizar materiales reciclados sin sacrificar la calidad del concreto.

En conclusión, la ceniza de estiércol puede ser una alternativa viable y beneficiosa para mejorar las propiedades del concreto y mitigar la contaminación ambiental relacionada con la fabricación de cemento. Además, al utilizar este abundante residuo orgánico, se añaden importantes ventajas económicas y ambientales.

5. REFERENCIAS

- Association American Coal Ash. (2017). Fly Ash Facts for Highway Engineers. (Vol. 4ta edición). Washington DC: American Coal Ash Association.
- Cáceres, S. H.; Quispe, G. B. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Investigaciones Altoandinas*, 20(2). <https://doi.org/10.18271/ria.2018.366>.
- Camargo, N. (2017). Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(1), 91-109. <https://doi.org/10.18359/rcin.1907>.
- Chavez, E. (2020). Trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto para diferentes relaciones agua/ cemento. *ACI USMP*. https://www.researchgate.net/publication/344380249_TRABAJABILIDAD_Y_RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION_DEL_CONCRETO_PARA_DIFERENTES_RELACIONES_AGUA_CEMENTO.
- Cosentino, I.; Liendo, F.; Arduino, M.; Restuccia, L.; Bensaid, S.; Deorsola, F., Ferro, G. A. (2020). Nano CaCO_3 particles in cement mortars towards developing a circular economy in the cement industry. *Procedia Structural Integrity*, 20, 155-165. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2020.06.019>.
- Lakshmi, S.; Mallikarjuna, M.; Basha, K. S. (2021). Mechanical Properties of Concrete by Using Fly Ash and Cow Dung Ash. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 10, 5896-5906. DOI:10.15680/IJIRSET.2021.1006013. https://www.ijirset.com/upload/2021/june/13_Cow%20Dung_NC.pdf.

- Laza, M.; Araujo, M (2020). Análisis del efecto de la ceniza de biomasa como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto simple. Córdoba.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5b22ce7-72c5-42c5-9150-251f72a406cd/content>.
- Ojedokun, O. Y.; Adeniran, A. A.; Aderinto, S. J. (2014). Cow Dung Ash (CDA) as Partial Replacement of Cementing Material in the Production of Concrete. 24 (4),3445-3454.
https://www.researchgate.net/publication/282246204_Cow_Dung_Ash_CDA_as_Partial_Replacement_of_Cementing_Material_in_the_Production_of_Concrete.
- Omoniyi, T.; Duna, S.; Mohammed, A. (2014). Compressive strength Characteristic of Cowdung ash blended cement Concrete. International Journal of Scientific & Engineering Research,5(7), 770-776. DOI:10.14299/ijser.2014.07.003
<https://www.ijser.org/onlineResearchPaperViewer.aspx?Compressive-strength-Characteristic-of-Cowdung-ash-blended-cement-Concrete.pdf>
- Paredes, R.; Escobar F. (2018). El rol de la ganadería y la pobreza en el área rural de Puno. Investigaciones Altoandinas. 20(1), 39-60. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.329>.
- Rayaprolu, P. (2012). Incorporation of Cow dung Ash to Mortar and Concrete. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) , 2(3), 580-585.
- Rivera, G. (2013). Tecnología del concreto y mortero. Universidad de Cauca.
<http://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>.
- Veera, N. (2020). Study on Mechanical and Durability Properties of Concrete with Partial Replacement of Cement with Cow Dung Ash. Incorporation of Cow dung Ash to Mortar and Concrete. International Journal of Engineering Research and Applications

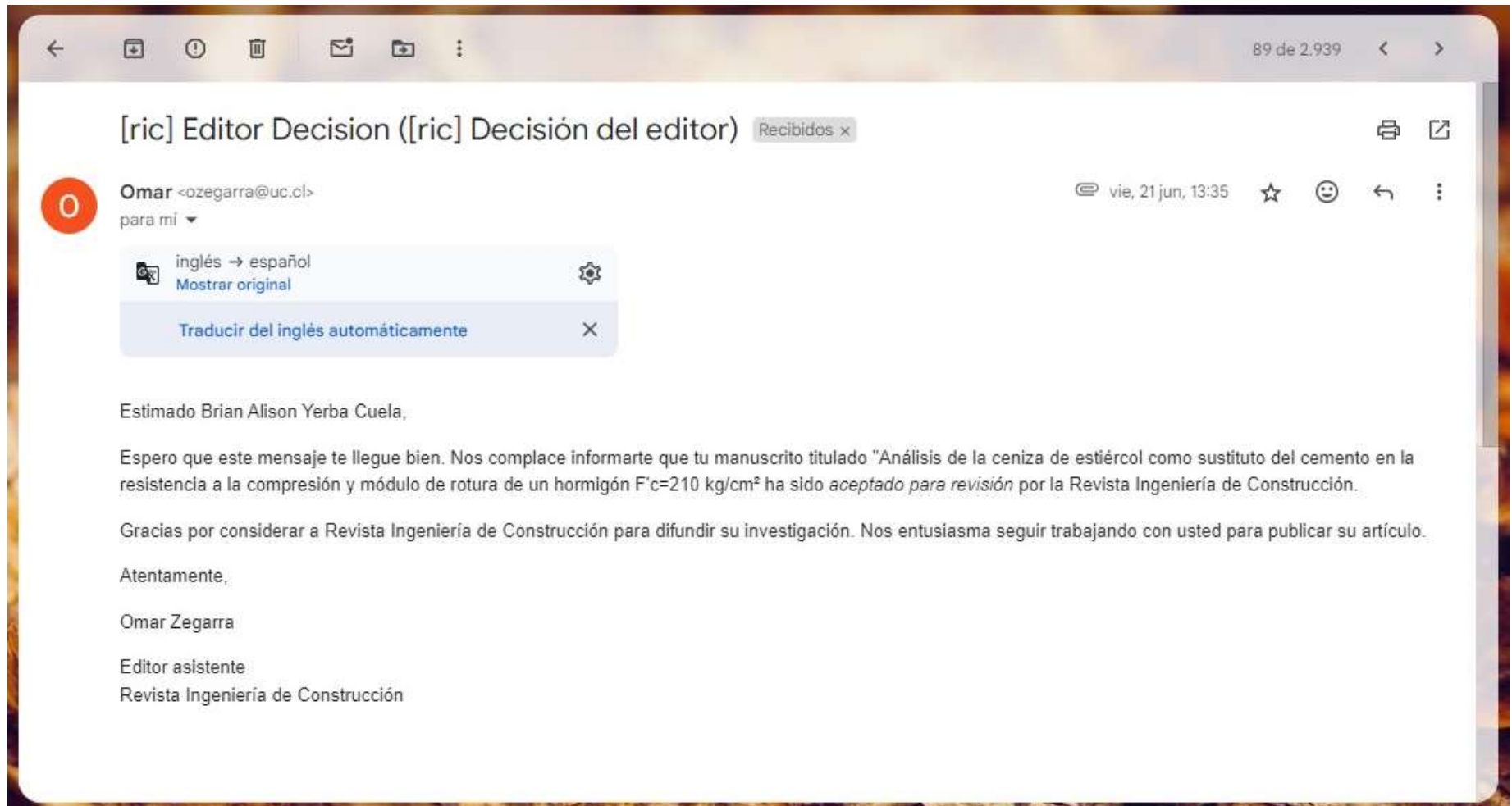
(IJERA), 10(3), 24936-24940. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:215777892>.

Venkatesan,G.; Poovadharani, R. (2021). Experiment Investigation On Concrete With Partial Replacement Of Cement By Cow Dung Ash. Journal of University of Shanghai for Science and Technology, 439-446. DOI:10.51201/JUSST/21/09698
<https://jusst.org/experiment-investigation-on-concrete-with-partial-replacement-of-cement-by-cow-dung-ash/>.

Worku, M.; Taffese, W.; Hailemariam, B.; Yehualaw, M. (2023). Cow Dung Ash in Mortar: An Experimental Study. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 13(10), 6218.
<https://doi.org/10.3390/app13106218>.

Zhou, S.; Zhang, S.; Shen, J.; Guo, W. (2019). Effect of cattle manure ash's particle size on compression strength of concrete. Case Studies in Construction Materials.

ANEXOS



Anexo 1: Evidencia de sumisión del artículo en la revista Ingeniería de Construcción (Pontifica Universidad Catolica de Chile).



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

RESOLUCIÓN N° 0292-2024/UPeU-FIA-CF

Lima, Naña 07 de mayo de 2024

VISTO:

El expediente de **Brian Alison Yerba Cuela**, identificado con código universitario N° **201410651**, **Fiorella De La Ciencia Puma** identificado(a) con código universitario N° **201421280** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del proyecto de tesis;

Que **Brian Alison Yerba Cuela**, **Fiorella De La Ciencia Puma** ha solicitado la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado "Ceniza de Estiércol como sustituto parcial del cemento en concretos de resistencia a Compresión $f_c=210$ ";

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 07 de mayo de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado: "Ceniza de Estiércol como sustituto parcial del cemento en concretos de resistencia a Compresión $f_c=210$ ", por el de: "Análisis de la ceniza de estiércol como sustituto del cemento en la resistencia a compresión y módulo de rotura de un concreto $F_c=210$ kg/cm²", en el registro respectivo y disponer que con la orientación de su asesor el (la) **Mg. Edwin Parillo Escarsena** sea desarrollado y ejecutado el proyecto de tesis por **Brian Alison Yerba Cuela**, **Fiorella De La Ciencia Puma** otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución, a partir de la inscripción inicial.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA



Ph.D. Silvia Pilco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

CC:

- Interesado
- Asesor
- DGI
- Archivo

Anexo 2: Resolución de inscripción del perfil del proyecto de tesis en formato articulo aprobado. por el consejo de facultad correspondiente.



Anexo 3: Recolección de Estiércol de bovino Lampa – Cabanillas.



Anexo 4: Recolección de estiércol de bovino en el campo de la familia Yerba Cuela, Lampa – Cabanillas.



Anexo 5: Ensayos realizados en el laboratorio CICMIC B&P SRL Juliaca – Puno.



Anexo 6: Moldeado de briquetas y vigas para un diseño $f_c=210\text{kg/cm}^2$.



Anexo 7: Moldeado de briquetas para un diseño $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la sustitución porcentual en 1%, 3%, 7% y 15%.



Anexo 8: Curado de briquetas y vigas



Anexo 9: Rotura de Briquetas en el laboratorio CICMIC B&P SRL Juliaca - Puno.



Anexo 10: Ensayo de Rotura de Briquetas en el laboratorio CICMIC B&P SRL Juliaca - Puno.



Anexo 11: Rotura de vigas en el laboratorio de la Universidad Peruana Unión.



Anexo 12: Ensayo de Rotura de vigas en el laboratorio de estructuras de la Universidad Peruana Unión.

CERTIFICADO DE CALIDAD



RUMI

CEMENTO PORTLAND TIPO IP

YURA

ASTM C 595
NTP 334.090

REQUERIMIENTOS QUIMICOS:

Óxido de Magnesio, MgO, %	2.07	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	2.02	4.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F %	1.89	5.00 Máximo

REQUERIMIENTOS FISICOS:

Peso Específico (g/ cm ³)	2.81	No Especifica
Expansión en Autoclave, %	-0.03	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	232	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	293	420 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	3.73	12.00 Máximo
Superficie específica Blaine	4938	No Especifica
Resistencia a la Compresión, MPa, (Kgf/ cm ²)		Mínimo:
01 día	9.69 (99)	No Especifica
03 días	20.14 (205)	13.0 (133)
07 días	24.92 (254)	20.0 (204)
28 días	31.79 (324)	25.0 (255)

Este Documento muestra Características Típicas del Promedio Mensual de la Producción del mes de Febrero del 2022 que este cemento cumple especificaciones de las normas ASTM C- 595 y NTP 334.090

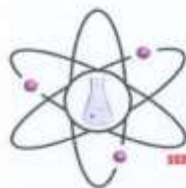
Arequipa, 08 de Febrero 2022




Gonzalo Álvarez Cárdenas
Jefe de Control de Calidad
Yura S.A.

Planta: Carretera Yura Km. 26 - Arequipa
Oficina comercial: Av. General Díaz Canseco 527 - Arequipa
Telf.: (51 54) 495060 / 225000

Anexo 13: Certificado de calidad, análisis físico-químico del cemento Portland Tipo IP.



RHLAB S.A.C.
SERVICIOS ANALÍTICOS QUÍMICO - METALÚRGICO

RH-M115-7947

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE

A SOLICITUD DE

Bach. BRIAN ALISON YERBA CUELA

Bach. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA

ASUNTO

Servicio de Calcinación de Ceniza de Tallos del Tarwi

PROCEDENCIA

- Distrito Cabanillas, Provincia de Lampa, Departamento Puno

CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE LA MUESTRA

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA

Muestra Inicial Ceniza

CANTIDAD DE MUESTRAS

01

SOLICITUD DE ENSAYO

Servicio de Calcinación de Ceniza de Estiércol

MOTIVO

Tesis: Análisis de la ceniza de estiércol como sustituto del cemento en la resistencia a compresión y módulo de rotura de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Bolsas de Plástico hermeticos, debidamente conservado

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO

24/05/2023 al 25/05/2023

DETALLE DEL INFORME

RESULTADO DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CÓDIGO DEL CLIENTE
		CENIZA DE ESTIERCOL
Temperatura de Calcinación	$^{\circ}\text{C}$	700
Tiempo de Calcinación	Hrs	2
Tiempo de Enfriamiento	Hrs	24

Los resultados obtenidos y que se consignan en el presente informe corresponden al ensayo solicitado en las muestras recibidas del cliente.

MÉTODOS DE REFERENCIA

* Calcinación de la muestra denominada ceniza de tallos del tarwi en el horno para fundición a GLP, de cámara útil de 540X720X400mm (aprox), construido íntegramente con ladrillos refractarios y cemento super castable de fragua fría.

RHLAB S.A.C.
Ingeniero FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
GERENTE GENERAL
CSP: 137736

Av Martires del 4 de Noviembre N° 2414 (Salida Puno - Frente a Covisur)

Cel: 978645480 - 935008140

Anexo 14: Certificado de calcinación de la ceniza de estiércol.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro LQ - 2023

Nº 002120

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Químico de CENIZA DE ESTIERCOL

PROCEDENCIA : DISTRITO DE LAMPA

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE ESTIERCOL EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN F^c=210 Y MÓDULO DE ROTURA"

INTERESADO : Bach. Fiorella de la Ciencia Puma
Bach. Brian Alison Verba Cuela

MOTIVO : ANALISIS DE CENIZA

MUESTREO : 28/06/2023, por el interesado

ANÁLISIS : 28/06/2023

COD. MUESTRA : BD09-000444

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADOS
1.- Contenido de humedad	%	0.99
2.- Trióxido de di fósforo como P ₂ O ₅	%	0.42
3.- Óxido de azufre como SO ₃	%	0.15
4.- Óxido de sodio como Na ₂ O	%	0.30
5.- Óxido de hierro Fe ₂ O ₃	%	2.02
6.- Óxido de potasio como K ₂ O	%	2.02
7.- Óxido de calcio CaO	%	3.10
8.- Óxido de magnesio MgO	%	0.41

Puno, C.U. 12 de julio del 2023.

Vºgº

LSP

ING. CUE TATIANA TEVES-PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CP - 152003

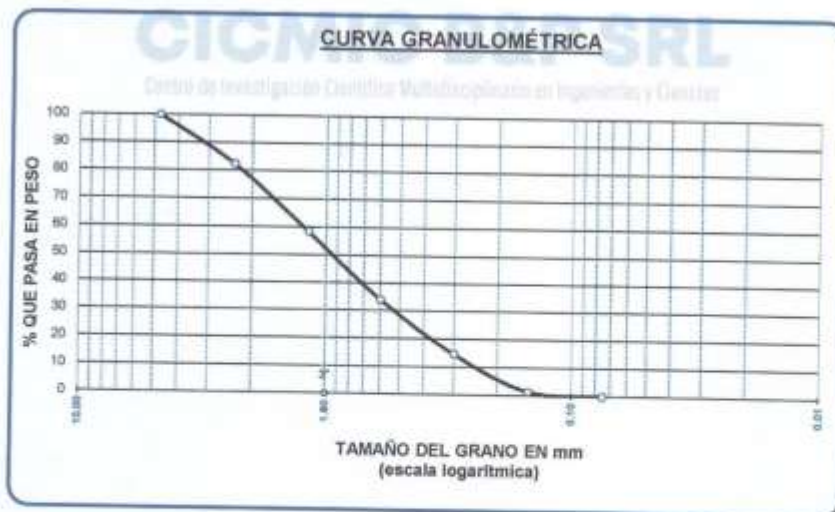


Walter E. Puma, Ing. Químico, Ph.D.
DECANO - FIQ - UNA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO AGREGADO FINO
(ASTM C-33) - (NTP 400.012)

TESIS : ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO F'C=210
TESISTAS : BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA
UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO
CANTERA : ISLA
FECHA : 15 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Material proveniente de cantera
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360	88.00	17.60	17.60	82.40	
No16	1.180	120.00	24.00	41.60	58.40	
No30	0.600	122.00	24.40	66.00	34.00	
No 50	0.300	97.00	19.40	85.40	14.60	
No100	0.150	66.00	13.20	98.60	1.40	
No200	0.075	7.00	1.40	100.00	0.00	
BASE		0.00	0.00	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		0.00				
				MODULO DE FINEZA:	3.1	



CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingeniería y Ciencias
Ing. Rosa Luzmeri Yampara - Titulo
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP-111084

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO AGREGADO GRUESO
(ASTM C-33) - (NTP 400.012)**

TESIS : ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM²

TESISTAS : BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANtera : ISLA

FECHA : 15 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Material proveniente de cantera
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	590.00	19.67	19.67	80.33	
3/4"	19.000	823.00	17.43	37.10	62.90	
1/2"	12.500	725.00	24.17	61.27	38.73	
3/8"	9.500	355.00	11.83	73.10	26.90	
1/4"	6.300	518.00	17.27	90.37	9.63	
No4	4.750	295.00	8.83	99.20	0.80	
BASE		24.00	0.83	100.00	0.00	
TOTAL		3000.00	100.00			
% PERDIDA		0.80				



CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias
Rina Luzmeri Yampara
Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CSP 119004

TESIS : ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM²

TESISTAS : BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO
CANTERA : ISLA

FECHA : 15 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESOS UNITARIOS
(ASTM C - 29) - (NTP 400.017)

AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	13015	13014	13022
B Peso del molde	gr	8017	8017	8017
C Peso del material	gr	4998	4997	5005
D Volumen del Molde	cm3	3093	3093	3093
E Peso unitario	gr/cm3	1616	1616	1618
F Promedio	gr/cm3	1617		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	13490	13499	13469
B Peso del molde	gr	8017	8017	8017
C Peso del material	gr	5473	5482	5452
D Volumen del Molde	cm3	3093	3093	3093
E Peso unitario	gr/cm3	1769	1772	1763
F Promedio	gr/cm3	1768		

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingeniería y Ciencias
Rosa Luzmien Yampara
Ing. ROSA LUZMIEN YAMPARA TIEBER
ESP. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119294

TESIS : ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIERCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM²

TESISTAS : BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANTERA : ISLA

FECHA : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

PESOS UNITARIOS
(ASTM C - 29) - (NTP 400.017)

AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	9493	9494	9495
B Peso del molde	gr	6028	6028	6028
C Peso del material	gr	3465	3466	3467
D Volumen del Molde	cm3	2032	2032	2032
E Peso unitario	gr/cm3	1705	1706	1706
F Promedio	gr/cm3	1706		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	9672	9673	9674
B Peso del molde	gr	6028	6028	6028
C Peso del material	gr	3644	3645	3646
D Volumen del Molde	cm3	2032	2032	2032
E Peso unitario	gr/cm3	1793	1794	1794
F Promedio	gr/cm3	1794		

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingeniería y Ciencias

[Firma]
Ing. Rina Luzmen Yampara Ticona
ESP. EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
CIP 110064

TESIS : ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM²
TESISTA : BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA
UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO
CANTERA : ISLA
FECHA : 15 DE SETIEMBRE DEL 2023

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(ASTM C - 128) - (NTP 400.022)

AGREGADO FINO		
Numero de muestras		1
A Peso de muestra secada al horno	gr	487.00
B Peso de muestra saturada seca (SSS)	gr	500.00
C Peso de picnometro	gr	1342.00
D Peso del picnometro + muestra + agua	gr	1647.00
E Peso especifico	gr/cm ³	2.56
F Promedio peso especifico	gr/cm ³	2.56
G Absorción	%	2.67
I Promedio Absorción	%	2.67

AGREGADO GRUESO		
Numero de muestras		1
A Peso de muestra secada al horno	gr	781.00
B Peso de muestra saturada seca (SSS)	gr	800.00
C Peso de picnometro	gr	1342.00
D Peso del picnometro + muestra + agua	gr	1830.00
E Peso especifico	gr/cm ³	2.56
F Promedio peso especifico	gr/cm ³	2.56
G Absorción	%	2.43
I Promedio Absorción	%	2.43

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias
Rina Luzmen Yampara
Ing. Rina Luzmen Yampara Ticona
CIP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 113064

TESIS : ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$
TESISTAS : BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA
UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO
CANTERA : ISLA
FECHA : 15 DE SETIEMBRE DEL 2023

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - ACI

$f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO

CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso específico

2.85 gr/cm³

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

Peso Unit. Seco Compactado
Peso Unit. Seco Suelto
Peso Específico de la Masa
Contenido de Humedad
Porcentaje de Absorción
Modulo de Fineza
Tamaño Maximo Nominal

Kg/cm ³	Arena	Grava
Kg/cm ³	1.794	1.768
gr/cc	1.705	1.617
%	2.56	2.56
%	0.00	0.00
%	2.67	2.43
pulg.	3.10	3/4"

DATOS DE DISEÑO

Clima
Slump
Agua/m ³
Contenido de aire
Relacion agua - cemento
Relacion agua - cemento
Factor de cemento

Frio
3" x 4"
205
2.0%
0.55
0.55
373 Kg/m³

8.77 Bls/m³

1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m³ DE CONCRETO:

Cemento	(373 / 2.85) x 1000	=	0.131
Agua	205 / 1000	=	0.205
Aire	2.0% / 100	=	0.020
Agregado Grueso	(1043 / 2.56) x 1000	=	0.407
Agregado Fino	1 - (Cem.+Agua+Aire+A.G.)	=	0.237
			1.00

2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m³ DE CONCRETO:

Cemento		=	373 Kg/m ³
Agregado Grueso	0.407 x 2.56 x 1000	=	1043 Kg/m ³
Agregado Fino	0.2374 x 2.56 x 1000	=	609 Kg/m ³
Agua Diseño		=	205 Lt/m ³
			2230 Kg/m ³

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION:

Agregado Grueso	(0.000 x 1043) / 100	=	0.00 Lt.
Agregado Fino	(0.000 x 609) / 100	=	0.00 Lt.
Abs% Agregado Grueso - W%	(-2.433 x 1043) / 100	=	-25.38 Lt.
Abs% Agregado fino - W%	(-2.669 x 609) / 100	=	-16.25 Lt.
Agua Efectiva		=	247 Lt.

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m³ DE CONCRETO:

Cemento					373 Kg/m³
Agregado Grueso	1043.23	+	0.00	"	1043 Kg/m³
Agregado Fino	608.612	+	0.00	"	609 Kg/m³
Agua					247 Kg/m³
					<u>2271 Kg/m³</u>

5. LA DOSIFICACIÓN EN SECO SERÁN:

Cemento	373	/	373	=	1
Agregado Grueso	1043	/	373	=	2.80
Agregado Fino	609	/	373	=	1.63
Agua	205	/	373	=	0.55
Aire		2.0%			

6. LA DOSIFICACIÓN HUMEDA SERÁN:

Cemento	373	/	373	=	1
Agregado Grueso	1043	/	373	=	2.80
Agregado Fino	609	/	373	=	1.63
Agua	247	/	373	=	0.66
Aire		2.0%			

7. PESO DE MATERIAL POR BOLSA:

Cemento	1.00	x	42.5	=	42.50 Kg/bolsa
Agregado Grueso	2.80	x	42.5	=	118.95 Kg/bolsa
Agregado Fino	1.63	x	42.5	=	69.40 Kg/bolsa
Agua	0.66	x	42.5	=	28.12 Lt/bolsa

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS
NTP 339.034/ ASTM C-39

TEMA: ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIERCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM²

TESISTA: BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA

CANTERA: ISLA

MUESTRA: CONCRETO PATRON

FECHA: 18 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESPECIF. H.G./CM ²	FECHA DE MOLEDO	FECHA DE ENSAYO	EDAD, DIAS	ÁREA RETA, CM ²	CARGA, KG	ESF. DE ROTURA, KG/CM ²	%	PROMEDIO, ESF. ROTURA
1	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	12590.00	167.24	74.88%	154.65
2	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	12376.00	167.58	75.04%	
3	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	12390.00	167.24	74.88%	
4	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	12865.00	168.02	75.17%	
5	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	12185.00	154.76	73.70%	
6	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	12076.00	158.78	73.32%	
7	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	11980.00	157.84	72.70%	
8	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	11294.00	148.04	68.11%	
9	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	12180.00	154.00	73.36%	
10	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	28/07/2023	08/08/2023	7	76.54	11912.00	151.94	72.21%	

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Construcción
Ruta 100, Km 10, P.O. Box 100, Lima 100, Perú
102 Rta. Luzmila Yampara, Tarma
ESP. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 110054

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS
NTP 339.034/ ASTM C-39

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPESOR Kilómetros	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD Días	AREA RETA cm²	CARGA Kg	ESF. DE ROTURA Kg/cm²	%	PROMEDIO ESF. ROTURA
11	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	14817.00	198.86	85.24%	163.83
12	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	14395.00	192.77	87.03%	
13	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	14602.00	196.30	88.71%	
14	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	14730.00	197.65	89.91%	
15	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	14880.00	198.97	90.94%	
16	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	14390.00	192.77	87.03%	
17	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	13760.00	176.58	83.81%	
18	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	13790.00	175.30	83.63%	
19	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	14510.00	194.75	87.97%	
20	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	75.54	14750.00	197.86	89.43%	
21	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	16440.00	229.93	99.97%	216.39
22	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	16880.00	214.97	100.01%	
23	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	17772.00	238.28	101.70%	
24	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	17146.00	219.33	103.87%	
25	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	16944.00	211.90	100.01%	
26	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	16764.00	212.40	101.04%	
27	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	16760.00	208.98	102.79%	
28	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	17230.00	219.58	104.47%	
29	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	18020.00	212.34	100.16%	
30	CONCRETO PATRON 0% CENIZA Y 100% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	75.54	18010.00	209.31	100.20%	

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS
NTP 339.034/ ASTM C-39

TESIS : ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM²
TESISTA : BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA
CANTERA : ISLA
MUESTRA : CON SUSTITUCIÓN DE 1% DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL
FECHA : 18 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPEC. KG/CM²	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	AREA NETA CM²	CARGA KG.	ESF. DE ROTURA KG/CM²	%	PROMEDIO ESF. ROTURA
1	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	20/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13398.00	170.58	81.23%	188.74
2	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	20/07/2023	5/08/2023	7	78.54	12166.00	154.80	73.78%	
3	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	25/07/2023	5/08/2023	7	78.54	12975.00	165.24	78.58%	
4	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	18103.00	182.30	91.57%	
5	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13431.00	171.01	81.45%	
6	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	28/07/2023	5/08/2023	7	78.54	12298.00	156.56	74.56%	
7	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13700.00	174.43	83.06%	
8	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	20/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13660.00	172.65	82.21%	
9	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	28/07/2023	5/08/2023	7	78.54	12135.00	167.05	78.55%	
10	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13990.00	177.85	82.21%	

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias
Ing. Fina Luzmila Yampara Ticona
CIP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP118054

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS
NTP 339.034/ ASTM C-39

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESPEC. (G/CEN)	FECHA DE RECIBO	FECHA DE ENVÍO	EDAD (DÍAS)	ÁREA NETO (CM²)	CARGA (KG)	ÁRP. DE ROTURA (KG/CM²)	%	PROMEDIO ÁRP. ROTURA
11	CONCRETO PATRÓN 1% CENIZA Y 10% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	10240.00	146.12	82.61%	101.45
12	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	14180.00	160.30	85.89%	
13	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	10910.00	157.46	84.54%	
14	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	10150.00	145.00	81.90%	
15	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	10500.00	150.00	80.24%	
16	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	14080.00	160.62	86.04%	
17	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	14070.00	160.35	86.07%	
18	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	10240.00	146.20	82.07%	
19	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	14080.00	160.60	86.20%	
20	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	70.04	10240.00	146.20	82.07%	
21	CONCRETO PATRÓN 1% CENIZA Y 10% CEMENTO	240	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	17000.00	220.91	104.87%	101.51
22	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	17080.00	223.85	106.94%	
23	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	240	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	18180.00	231.06	110.94%	
24	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	18600.00	244.30	120.34%	
25	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	18680.00	238.12	113.44%	
26	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	240	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	18800.00	241.87	122.17%	
27	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	17140.00	218.88	105.87%	
28	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	240	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	17400.00	221.88	106.86%	
29	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	17280.00	219.44	104.30%	
30	CONCRETO 1% CENIZA 1% CENIZA Y 99% CEMENTO	210	4/08/2023	1/09/2023	28	70.04	18680.00	238.88	112.40%	

Anexo 26: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 1% (14 y 28 días de curado).

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS
NTP 339.034/ ASTM C-39

TESIS : ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM²

TESISTA : BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PUMA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA

CANTERA : ISLA

MUESTRA : CON SUSTITUCIÓN DE 3% DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL

FECHA : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF. KG/CM ²	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	AREA NETA CM ²	CARGA KG.	ESF. DE ROTURA KG/CM ²	%	PROMEDIO ESF. ROTURA
1	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13244.00	168.63	81.30%	174.91
2	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13842.00	176.23	83.07%	
3	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13431.00	171.01	81.40%	
4	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13720.00	174.69	83.16%	
5	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	14410.00	183.47	87.37%	
6	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13670.00	172.87	84.70%	
7	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13442.00	171.15	81.50%	
8	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13100.00	166.43	79.73%	
9	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	14360.00	182.84	87.07%	
10	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 97% CEMENTO	210	29/07/2023	5/08/2023	7	78.54	13800.00	175.71	83.07%	

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias
Rosa Luzmar Yampara
Ing. Rosa Luzmar Yampara, Titulo:
ESP. EN GESTIÓN Y MANEJO DE
CSP 13284

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS
NTP 339.034/ ASTM C-39

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF. AGUENTE	FECHA DE MOLEDO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DÍAS	AREA NETA CM2	CARGA KG.	ESF. DE ROTURA KG/CM2	%	PROMEDIO ESF. ROTURA
11	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	13815.00	177.17	84.37%	198.70
12	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	13810.00	181.88	81.37%	
13	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14531.00	185.21	88.10%	
14	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	13882.00	218.15	84.83%	
15	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14871.00	180.62	88.17%	
16	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	15543.00	187.80	84.24%	
17	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14882.00	188.55	88.54%	
18	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14348.00	181.86	86.98%	
19	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	15586.00	180.26	81.30%	
20	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	31/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14880.00	188.38	88.38%	
21	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	18834.00	240.88	118.98%	223.88
22	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17988.00	221.81	105.34%	
23	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	18828.00	214.01	101.81%	
24	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	18815.00	211.48	103.77%	
25	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	18836.00	233.33	111.17%	
26	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17788.00	228.87	107.88%	
27	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17185.00	218.81	104.34%	
28	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17790.00	228.38	107.98%	
29	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17436.00	222.58	105.84%	
30	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	18881.00	210.85	103.40%	

Anexo 28: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 3% (14 y 28 días de curado).

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS NTP 339.034/ ASTM C-39										
Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPEC. AGCINT.	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	AREA META CM2	CARGA KG.	ESF. DE ROTURA N/CM2	%	PROMEDIO ESF. ROTURA
11	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	13918.00	177.17	84.57%	181.70
12	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	13970.00	181.58	87.37%	
13	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14531.00	185.21	88.19%	
14	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	13882.00	175.15	84.82%	
15	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14871.00	189.62	90.17%	
16	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	15343.00	197.90	94.24%	
17	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14882.00	189.00	89.94%	
18	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14348.00	183.96	86.96%	
19	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	16360.00	196.26	91.50%	
20	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	21/07/2023	14/08/2023	14	78.54	14880.00	189.23	89.32%	
21	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	19934.00	240.88	110.98%	223.88
22	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17398.00	221.81	105.54%	
23	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	18808.00	234.01	121.81%	
24	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	18819.00	231.46	108.77%	
25	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	19336.00	233.33	111.11%	
26	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17398.00	224.27	107.88%	
27	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17385.00	218.91	104.24%	
28	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17390.00	225.38	107.60%	
29	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	17436.00	222.26	106.84%	
30	CONCRETO 3% CENIZA 3% CENIZA Y 87% CEMENTO	210	4/08/2023	18/08/2023	28	78.54	16881.00	215.00	100.00%	

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS
NTP 339.034/ ASTM C-39

TESIS : ANÁLISIS DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DE UN CONCRETO F'CD=215 KG/CM²

TESISTA : BACH. FIORELLA DE LA CIENCIA PURA
BACH. BRIAN ALISON YERBA CUELA

CANTERA : ISLA

MUESTRA : CON SUSTITUCIÓN DE 7% DE LA CENIZA DE ESTIÉRCOL

FECHA : 19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF. KG/CM ²	FECHA DE MOLDADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	AREA META CM ²	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM ²	%	PROMEDIO ESF. ROTURA
1	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	12870.00	169.17	77.70%	187.01
2	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	13974.00	184.82	78.30%	
3	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	13490.00	177.11	81.77%	
4	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	13222.00	180.30	85.17%	
5	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	12864.00	180.22	78.30%	
6	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	11727.00	155.44	71.88%	
7	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	15030.00	198.96	81.80%	
8	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	12780.00	169.06	77.42%	
9	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	12870.00	169.87	78.02%	
10	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 93% CEMENTO	210	31/07/2023	1/08/2023	7	75.54	13878.00	174.45	82.58%	

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingeniería y Ciencias
Raul Yampara
Raul Yampara, Tecn.
ESP. EN COORDINACIÓN Y ASISTENTE
CIP 110384

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS
NTP 339.034/ ASTM C-39

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF. REGIONAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	AREA NETA CM2	CARGA KG.	ESF. DE ROTURA REGIONAL	%	PROMEDIO ESF. ROTURA
11	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	13079.00	117.87	84.20%	101.18
12	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	13078.00	108.32	84.44%	
13	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	16870.00	211.48	130.71%	
14	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	14222.00	182.38	86.83%	
15	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	10180.00	128.14	81.87%	
16	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	10188.00	130.00	81.88%	
17	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	14377.00	182.21	88.77%	
18	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	10860.00	138.42	84.58%	
19	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	13340.00	168.38	83.04%	
20	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	2006/03/23	1806/03/23	14	78.54	14180.00	179.58	85.48%	
21	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	12230.00	162.91	104.72%	245.77
22	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	18280.00	231.73	116.05%	
23	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	13680.00	249.38	118.71%	
24	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	21070.00	268.88	127.39%	
25	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	17380.00	221.81	100.25%	
26	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	18835.00	240.88	114.71%	
27	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	18180.00	230.88	116.17%	
28	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	19890.00	257.48	112.08%	
29	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	18780.00	238.88	118.44%	
30	CONCRETO 7% CENIZA 7% CENIZA Y 80% CEMENTO	210	1006/03/23	4006/03/23	28	78.54	18845.00	241.21	114.88%	

Anexo 31: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 7% (14 y 28 días de curado).

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS
NTP 339.034/ ASTM C-39

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPESOR (MM)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (DÍAS)	AREA RETA (CM²)	CARGA (KG)	ESP. DE ROTURA (MM)	%	PROMEDIO ESP. ROTURA
11	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	14317.00	165.51	88.10%	181.00
12	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	12468.00	167.86	73.23%	
13	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	11187.00	142.49	67.80%	
14	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	12188.00	167.89	75.87%	
15	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	12012.00	162.84	72.83%	
16	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	11194.00	142.02	67.80%	
17	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	12384.00	180.14	80.54%	
18	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	10170.00	167.88	76.80%	
19	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	12198.00	166.79	75.43%	
20	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	20/02/23	16/03/23	14	78.34	12278.00	170.29	81.88%	
21	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	14273.00	188.13	82.57%	181.74
22	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	14881.00	189.22	80.10%	
23	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	13881.00	178.01	86.17%	
24	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	10412.00	139.46	66.01%	
25	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	13147.00	160.86	81.84%	
26	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	10182.00	138.19	66.17%	
27	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	14292.00	187.36	89.20%	
28	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	14880.00	188.71	80.34%	
29	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	10290.00	160.91	82.34%	
30	CONCRETO 15% CENIZA 15% CENIZA Y 85% CEMENTO	210	16/02/23	4/03/23	28	78.34	10888.00	180.50	86.43%	

Anexo 32: Certificado de rotura de briquetas, concreto con reemplazo porcentual de ceniza de estiércol del 15% (14 y 28 días de curado).

FINES DE ESTUDIO	: Ensayos realizados con fines académicos de investigación		
UBICACIÓN	: Distrito de Juliaca		
SOLICITANTE(S)	: Bach. Brian Alison Yerba Cuela		
	: Bach. Fiorella De la Ciencia Puma		
RESPONSABLE DE LAB.	: Ing. Ronal Pari Mamani		
PERSONAL DE LAB.	: Bach. Yheyson Salas Pampa	Fecha	: 05/09/2023

ENSAYO: ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Análisis de la ceniza de estiércol como sustituto del cemento en la resistencia a compresión y módulo de rotura en un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$
ASTM C293 - NTP 339.079	

DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	Ubicación de rotura	a (mm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	LONGITUD (cm)	LECTURA EN EL DIAL (KN)	LECTURA EN EL DIAL (KG/F)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
VG CE-Patrón	28	Tercio medio	0.00	15.23	14.97	45.00	24.76	2524.827	33.280	33.272
VG CE-Patrón	28	Tercio medio	0.00	15.05	14.98	45.00	24.47	2495.255	33.264	
VG CE-1%	28	Tercio medio	0.00	15.05	15.02	45.00	25.48	2598.247	34.426	33.298
VG CE-1%	28	Tercio medio	0.00	15.00	15.03	45.00	23.75	2421.835	32.170	
VG CE-3%	28	Tercio medio	0.00	15.08	15.02	45.00	25.60	2610.483	34.533	36.163
VG CE-3%	28	Tercio medio	0.00	15.05	15.06	45.00	28.1	2865.413	37.794	
VG CE-7%	28	Tercio medio	0.00	15.02	14.98	45.00	25.28	2577.852	34.396	33.397
VG CE-7%	28	Tercio medio	0.00	15.08	15.05	45.00	24.12	2459.565	32.398	
VG CE-15%	28	Tercio medio	0.00	15.09	15.13	45.00	23.56	2402.460	31.305	30.442
VG CE-15%	28	Tercio medio	0.00	15.04	15.04	45.00	21.93	2236.246	29.578	

* Las muestras fueron entregadas en el laboratorio por los solicitantes con la respectiva descripción de la fecha de ensayo

** Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante



Anexo 33: Certificado del ensayo de Modulo de rotura de las vigas de concreto (UPeU Juliaca).

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS_CORREGIDO_-_viernes_brian.pdf

RECuento DE PALABRAS

3799 Words

RECuento DE CARACTERES

19830 Characters

RECuento DE PÁGINAS

16 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.5MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 3, 2023 11:50 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 3, 2023 11:51 AM GMT-5

● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 15% Base de datos de Internet
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado

Resumen

Anexo 34: Reporte de similitud de Turniting.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-M-001-2023

Página 1 de 4

1. Expediente	0337	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	CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B&P SOCIEDAD COMERC.	
3. Dirección	JR. SANTA CATALINA LT. 11 MZ. 6 km SN URB. LOS CHOFERES - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	OHAUS	
Modelo	NV6227H	Los resultados son válidos 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.
N° de serie	8342450718	
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	620 g	
División de escala (d)	0,01 g	CALIBRATEC 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.
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Capacidad mínima	0,2 g	
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2023-06-01	

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

2023-06-03



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Idioma: Soy el autor del documento
Fecha: 03/06/2023 08:10:48:0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ ventascalibratec@gmail.com
📍 CALIBRATEC SAC

Anexo 35: Calibración de equipos.

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

En las instalaciones de PERUTEST S.A.C.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,6 °C	25,2 °C
Humedad relativa	60 %	58 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0906-001-22

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 600 g la balanza indicaba 600,12 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 6 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C° según lo indicado en el manual de la balanza.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- A solicitud del cliente la calibración del instrumento se realizó en las instalaciones de PERUTEST S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-M-001-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,9 °C

	Inicial	Final
Humedad	58,0 %	57,0 %

Carga L1: 300,000 g		
I g	ΔL g	E g
300,00	0,005	0,000
300,00	0,006	-0,001
300,00	0,005	0,000
300,00	0,007	-0,002
299,99	0,005	-0,010
300,00	0,004	0,001
300,00	0,005	0,000
300,00	0,005	0,000
300,00	0,007	-0,002
300,00	0,006	-0,001
Dif Máx. Encontrada		0,011
EMP		0,30

Carga L2: 600,001 g		
I g	ΔL g	E g
600,00	0,007	-0,003
599,99	0,002	-0,008
600,00	0,008	-0,004
600,00	0,008	-0,004
600,00	0,007	-0,003
600,00	0,009	-0,005
599,99	0,004	-0,010
599,99	0,003	-0,009
600,00	0,006	-0,002
600,00	0,008	-0,004
Dif Máx. Encontrada		0,008
EMP		0,30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura	24,9 °C	25,0 °C

	Inicial	Final
Humedad	57,0 %	57,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E_0				Determinación del Error Corregido E_c				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E_0 g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E_c g
1	0,100	0,10	0,007	-0,002	200,000	199,99	0,002	-0,007	-0,005
2		0,10	0,008	-0,003		200,01	0,007	0,008	0,011
3		0,10	0,006	-0,001		200,01	0,005	0,010	0,011
4		0,10	0,007	-0,002		199,98	0,006	-0,021	-0,019
5		0,10	0,005	0,000		199,98	0,005	-0,020	-0,020
					Error máximo permitido ($\pm$)				0,20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ ventascalibratec@gmail.com
☑ CALIBRATEC SAC

Anexo 37: Calibración de equipos.

ENSAYO DE PESAJE

		Inicial		Final				Inicial		Final	
Temperatura		25,0 °C		25,3 °C		Humedad		56,0 %		56,0 %	
Carga L		Carga creciente				Carga decreciente				EMP	
g		I	ΔL	E	Ec	I	ΔL	E	Ec		
E ₀	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	
0,100	0,10	0,007	-0,002								
0,200	0,20	0,007	-0,002								
10,000	10,00	0,005	0,000	0,000	0,002	0,22	0,006	0,019	0,021	0,10	
40,000	40,00	0,004	0,001	0,003	40,01	0,007	0,007	0,018	0,020	0,10	
80,000	80,00	0,006	-0,001	0,001	80,01	0,009	0,006	0,006	0,008	0,10	
100,000	100,00	0,007	-0,002	0,000	100,00	0,010	0,005	0,005	0,007	0,20	
200,000	200,00	0,007	-0,002	0,000	199,99	0,008	-0,003	-0,003	-0,001	0,20	
300,000	300,00	0,006	-0,001	0,001	300,00	0,003	-0,008	-0,008	-0,006	0,20	
400,000	400,00	0,006	-0,001	0,001	399,99	0,009	-0,004	-0,004	-0,002	0,30	
500,001	499,99	0,005	-0,011	-0,009	499,99	0,005	-0,010	-0,010	-0,008	0,30	
620,001	620,01	0,007	0,007	0,009	620,01	0,008	-0,014	-0,014	-0,012	0,30	
						0,007	0,007	0,007	0,009	0,30	

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,000063 \text{ g}^2 + 0,0000000096 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00000022 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. 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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 9D1F-2023 GLM**

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-06

1. SOLICITANTE : CICMIC B&P S.R.L**DIRECCIÓN :** JR. SANTA CATALINA KM. SN MZA. 6 LOTE.
11 URB. LOS CHOFERES PUNO - SAN ROMAN - JULIACA**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA****MARCA :** OHAUS**MODELO :** NO PRESENTA**NÚMERO DE SERIE :** 8342412415**ALCANCE DE INDICACIÓN :** 30000 g**DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN :** 1 g**DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) :** 10 g**PROCEDENCIA :** CHINA**IDENTIFICACIÓN :** NO PRESENTA**TIPO :** ELECTRÓNICA**UBICACIÓN :** LABORATORIO**FECHA DE CALIBRACIÓN :** 2023-07-05

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

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

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

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE CICMIC B&P S.R.L
JR. SANTA CATALINA KM. SN MZA. 6 LOTE. 11 URB. LOS CHOFERES PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Gilmer Antonio Huaman Pooaloma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Correos:
laboratoriogylaboratorio@gmail.com
serviciosgylaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Anexo 39: Calibración de equipos.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 9D1F - 2023 GLM

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	14.5 °C	14.4 °C
Humedad Relativa	33 %	33 %

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	1AT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (Exactitud E2)	LM - C - 288 - 2022
Patrones de referencia de TOTAL WEIGHT	Pesas (Exactitud M2)	CM - 1864 - 2022 CM - 1865 - 2022 CM - 1866 - 2022

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 29969 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
	Temp. (°C)	Inicial	Final	Temp. (°C)	Inicial	Final
1	14.5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6
2	14.5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5
3	14.5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5
4	14.5	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5
5	14.5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5
6	14.5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5
7	14.5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6
8	14.5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6
9	14.5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5
10	14.5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5
Diferencia máxima			0.1	0.1		
Error máximo permitido ±			20 g	±		30 g



Correos:

laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:

(01) 622 - 58 - 14

Celular:

992 - 302 - 883
927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Anexo 40: Calibración de equipos.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 9D1F - 2023 GLM

Página 3 de 3.



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C)

Initial	Final
14.4	14.4

Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	W _g	ΔL(g)	E _g (g)	Carga (g)	W _g	ΔL(g)	E _g (g)	E _c (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.5	0.0	0.0
2		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1
3		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
4		10	0.5	0.0		10,001	0.5	1.0	1.0
5		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1
(*) vale entre 0 y 10 g					Error máximo permitido ± 20 g				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)

Initial	Final
14.4	14.4

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				amp(**)
	W _g	ΔL(g)	E _g (g)	E _c (g)	W _g	ΔL(g)	E _g (g)	E _c (g)	
10	10	0.5	0.0						10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	10,000	0.5	0.0	0.0	20
15,000	15,000	0.5	0.0	0.0	15,000	0.5	0.0	0.0	20
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.1	20,000	0.5	0.0	0.0	20
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1	25,000	0.6	-0.1	-0.1	30
30,000	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 315E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 g^2 + 1,246E-12 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL : Carga incrementada E : Error encontrado E_g : Error en cero E_c : Error corregidoNúmero de tipo Científico : E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)

FIN DEL DOCUMENTO

Correos:
laboratoriogylaboratorio@gmail.com
serviciosgylaboratorio@gmail.comAv. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - LimaTeléfono:
(01) 622 - 58 - 14Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



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 CALIBRACION PT - LT - 056 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

1. Expediente 03496-2022
2. Solicitante CORICY E. INGENIEROS
3. Dirección Jr. Santa Catarina N 285 - salida Arequipa - Juliaca - Puno
4. Equipo Horno de Secado
Marca PERUTEST
Modelo PT-H225
N° de serie 0127
Procedencia Perú
Identificación No indica
Ubicación No indica

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

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

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de Indicación	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	Digital	Digital

5. Fecha de calibración 2022-10-07

Jefe de Laboratorio

Fecha de Emisión

2022-10-07


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



Revisión 00

RT03-F01

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

Anexo 42: Calibración de equipos.

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	114.6	0.4
Mínima Temperatura medida	107.1	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.2	0.2
Estabilidad medida	1.2	0.05
Uniformidad medida	7	0.3

- T_{PROM} : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T_{prom} : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T_{MAX} : Temperatura máxima.
T_{MIN} : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

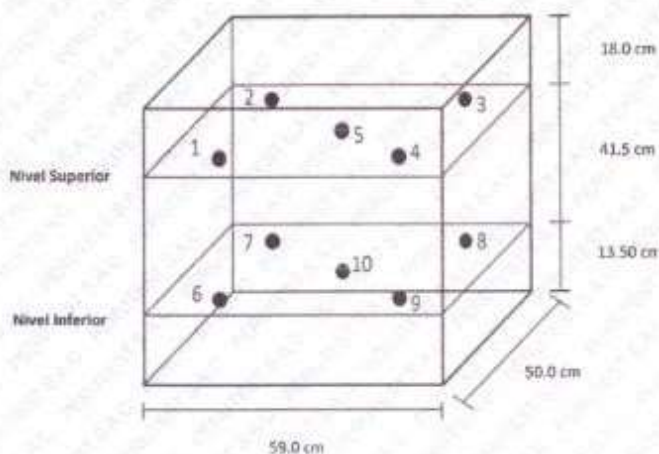
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1.5 cm por encima de carga
Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1.5 cm por debajo de la parrilla inferior
Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 4.5 cm de las paredes laterales y a 4.5 cm del frente y fondo del equipo.

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%.



Revisión 00

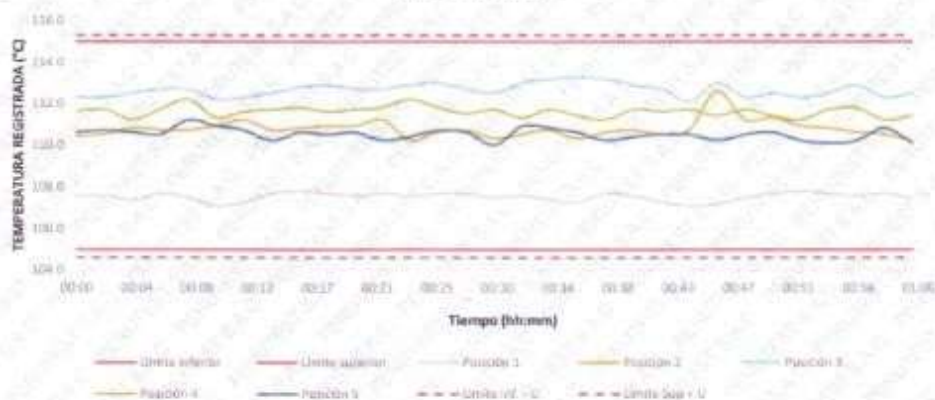
RT03-F01

☎ 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

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



Revisión 00



☎ 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

FOTOGRAFIA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

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

Anexo 46: Calibración de equipos.