



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de la ceniza de cascarilla de café para aumentar la resistencia a la compresión en una losa aligerada, Jaén 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Br. Bravo Sánchez, Juan Carlos (ORCID: 0000-0002-8901-0146)

Br. Saldaña Becerra, Luis Miguel (ORCID: 0000-0002-7784-6456)

**ASESOR:**

Mg. Walter Guevara Bustamante (ORCID: 0000-0002-2150-2785)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**MOYOBAMBA – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A mis padres ***Nery Sanches Oblitas y Eduardo Miguel Bravo Julca***, quienes son mi gran apoyo en cada uno de mis pasos y me enseñan los buenos valores, por la motivación constante que permitieron que hoy en día sea la persona que soy y por su amor incondicional.

***Bravo Sánchez, Juan Carlos***

Primeramente agradezco a Dios, por su infinita bondada para con nosotros y permitirnos hoy lograr este objetivo, a mis padres, ***Luis Alberto Saldaña Vasquez y Luciola Becerra Guevara*** por su amor y comprensión infinita, a mi adorada esposa por darme la felicidad del mundo y mi dulce hija por llenarme de dicha la vida entera.

***Saldaña Becerra, Luis Miguel***

## **Agradecimiento**

Al finalizar este trabajo queremos aprovechar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones.

A nuestros Padres que han sabido brindarnos a través de su ejemplo de trabajo y honradez, que sin su apoyo no hubiera sido posible que hoy tra haber culminado nuestra carrera de Ingeniería Civi, estemos a un paso de lograr la meta de titularnos. También queremos agradecer a nuestro asesor Ing. Walter Guevara Bustamante, que siempre estuvo orientándonos y brindándonos sus pautas para el desarrollo de nuestra tesis.

***Bravo Sánchez, Juan Carlos***  
***Saldaña Becerra, Luis Miguel***

## Contenido

Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	14
II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes del problema: .....	18
Internacional .....	18
Nacionales .....	19
2.2. Marco Teórico .....	23
Cisno de café .....	23
Cisno del café: Propiedades .....	23
Utilización de cenizas en el concreto.....	24
Las cenizas y su composición .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
El empleo de las cenizas en el concreto y sus ventajas ...	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ensayos de compresión y resistencia.....	27
Elaboración de los diseños de mezcla.....	27
Granulometría.....	28
Módulo de finura .....	28
Humedad Contenida.....	28
Peso específico .....	28
Nivel de absorción y porcentaje.....	29
Concreto .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Nivel de asentamiento (Slump).....	30
Compactación.....	31
Trabajabilidad .....	31
2.3. Marco conceptual.....	31
Concreto .....	31
Cemento .....	32
Losa aligerada de concreto.....	32
Propiedades de las cenizas de café .....	33



2.4. Glosario de términos .....	33
III. METODOLOGÍA.....	35
3.1. Diseño y tipo de investigación.....	35
3.2. Operacionalización de variables .....	37
3.3. Técnica de muestreo, población y muestra.....	39
Población.....	39
Muestra.....	40
Unidad de análisis .....	42
3.4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos.....	42
Instrumento de recolección de datos .....	44
3.5. Procedimientos .....	44
3.6. Método de procesamiento de la información .....	45
3.7. Ética profesional.....	45
IV. RESULTADOS.....	47
4.1. Procedimiento .....	47
4.1.1. Materiales: .....	47
4.1.2. Técnica .....	47
4.2. Obtención de agregados y canteras .....	47
4.2.1. Arena Gruesa:.....	47
A. selección de la planta procesadora de los agregados.....	47
B. Ubicación.....	48
4.3. Cenizas de cascarillas de café .....	49
4.3.1. Extracción .....	49
4.3.2. Características .....	51
4.3.3. Selección de las cenizas.....	52
4.3.4. Determinación del nivel de absorción y peso específico de las cenizas de cisco de café .....	53
4.5. Información recopilada de los ensayos aplicados a las cenizas para determinar sus propiedades químicas y físicas .....	54
4.6. Resultados del análisis físico químicos a las cenizas de café. ....	55
4.7. Resultados de las particularidades físicas de los agregados (ensayos normalizados). ....	56
4.7.1. Ensayo de granulometría en base a la NTP 400.012 .....	56

4.7.1.1. Características físicas de los agregados: Granulometría.....	57
4.7.2. Estudio de granulometría en base a la (NTP 400.012 .....	58
4.8. Nivel de humedad contenida.....	59
4.9. Nivel de absorción y peso específico .....	60
4.10. Peso unitario .....	61
4.11. selección del cemento y de agua .....	62
4.11.1. Cemento tipo I – Portland .....	62
4.11.2. Recurso de hidratación de mezcla y curado de elementos para ensayos .....	63
4.12. Diseño de mezclas.....	64
4.12.1. Producción de concreto estándar .....	64
a.) Resistencia permisible o admitida .....	65
b.) Determinación ensayo de asentamiento o slump .....	65
c.) Tamaño nominal máximo de la piedra chancada .....	65
d.) Determinación del volumen de agua para producción de concreto .....	65
e.) Determinar el aire contenido.....	66
f.) Determinación de la proporción agua/cemento .....	66
g.) Estimación de la cantidad de cemento .....	68
h.) Estimación de volúmenes absolutos.....	68
i.) Determinación de la cantidad de materiales a través de la finura de los mismos en combinación.....	69
j.) Corregir materiales por contenido de humedad .....	73
4.12.2. Producción del concreto experimental con adición del % de ceniza de cisco de café.....	74
a.) Estimación resistencia promedio esperada ( $f'_{cr}$ ) o resistencia promedio. 75	
b.) Ensayo Slump – nivel de asentamiento.....	75
c.) Elección del tamaño nominal máximo de la piedra chancada .....	75
d.) Primer cálculo del agua para la producción de concreto estándar .....	76
e.) Estimación del volumen del aire contenido.....	76
f.) Estimación de la relación (a/c) agua/cemento .....	76
g.) Determinación del volumen de cemento a utilizar .....	76
h.) Estimación del volumen de cenizas de cisco de café .....	76
i.) Determinar el nuevo volumen de agua para el diseño (na) .....	76

j.) Estimación del valor absoluto del volumen .....	77
k.) Determinar el nuevo volumen de materiales teniendo en cuenta la finura de los agregados en combinación. ....	77
l.) corregir el volumen de agregados por factor humedad.....	79
4.14. Elaboración del concreto experimental sustituyendo el 15% y 20% de cenizas de cisco de café.....	81
4.15. Estimación de los volúmenes de agregados para el 10%, 15% y 20% de adiciones de cenizas.....	81
Corrección para el 10% .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Corrección para el 15% .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Corrección para el 20% .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.16. Análisis del concreto en estado aun fresco .....	94
4.17. Análisis de la resistencia obtenida en los elementos producidos con sustituciones. ....	97
4.17.1. Análisis de resultados de la resistencia obtenida a través de ensayos de compresión .....	97
4.18. Análisis económico del coste de elaboración de 1 m <sup>3</sup> de concreto en sustituciones porcentuales de agregado fino en 10%, 15% y 20% de cenizas de cisco de café .....	104
V. DISCUSIÓN.....	108
VI. CONCLUSIONES .....	109
VII. RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS.....	111
Anexos .....	114
Anexo N.º 01: Matriz de consistencia.....	114
Anexo N.º 02: Resultado de ensayo químico de la ceniza de cascarilla de café (CCC).....	115
Anexo N.º 03: Diseño de mezclas: método ACI.....	123
Anexo N.º: 04: Certificado de calidad Cemento Pacasmayo TIPO I .....	131
Anexo N.º: 05: Ensayos a compresión de especímenes de concreto .....	132
Anexo N.º: 06: Validación de instrumentos .....	149

## Índice de Tablas

<b>Tabla N°2.1:</b> Beneficios de la incorporación de ceniza en la producción de concreto.....	26
<b>Tabla N°2.2:</b> Ensayo químico a cenizas provenientes de cascarilla de café.....	27
<b>Tabla N°2.3:</b> Máximos y mínimos para el nivel de asentamiento .....	30
<b>Tabla N°2.4:</b> Consistencia .....	31
<b>Tabla N°3.1:</b> Grupo experimental (muestra patrón). .....	35
<b>Tabla N°3.2:</b> Grupo experimental (muestra con adición de ceniza de cascarilla de café). .....	35
<b>Tabla N°3.3:</b> Resumen: testigos para cada grupo de sustitución parcial del agregado fino .....	39
<b>Tabla N°3.4:</b> Resumen: cantidad de testigos según adiciones t edades – resistencia a compresión .....	39
<b>Tabla N°3.5:</b> Total de testigos según adiciones y edades – resistencia a compresión .....	40
<b>Tabla N°3.6:</b> Cantidad de testigos según adiciones t edades – resistencia a compresión .....	41
<b>Tabla N°3.7:</b> etapas de desarrollo de la investigación.....	44
<b>Tabla N.º 4.1:</b> Características físicas de la ceniza de cáscara de café.....	54
<b>Tabla N.º 4.2:</b> Potencial hidrogeno de la ceniza de cáscara de café.....	55
<b>Tabla N.º 4.3:</b> Cantidad de Silicato (%SiO <sub>2</sub> ) y Si en la ceniza de cáscara de café.....	55
<b>Tabla N.º 4.4:</b> contenido de calcio carbonatado.....	55
<b>Tabla N.º 4.5:</b> Resumen de los resultados del ensayo químicos realizado a la ceniza de cascarilla de café.....	55
<b>Tabla N.º 4.6:</b> Granulometría arena gruesa .....	57
<b>Tabla N.º 4.7:</b> Estudio de la granulometría de la piedra chancada.....	58
<b>Tabla N.º 4.8:</b> Humedad contenida en el agregado fino.....	59
<b>Tabla N.º 4.9:</b> Humedad contenida en la piedra chancada .....	59
<b>Tabla N.º 4.10:</b> Peso específico y absorción del agregado fino. ....	60
<b>Tabla N.º 4.11:</b> Nivel de absorción y peso específico del agregado grueso. ....	60
<b>Tabla N.º 4.12:</b> Compactación de arena gruesa y peso unitario sin saturar.....	61
<b>Tabla N.º 4.12:</b> Compactación de piedra chancada y peso unitario sin saturar .....	61
<b>Tabla N.º 4.13:</b> Peso unitario sin compactar de la arena gruesa .....	61
<b>Tabla N.º 4.14:</b> Resultados de Peso Unitario sin compactar de la piedra chancada .....	62
<b>Tabla N.º 4.15:</b> Características químicas del cemento portland tipo I .....	62
<b>Tabla N.º 4.16:</b> Características del cemento tipo I - Portland.....	63
<b>Tabla N.º 4.17:</b> Especificaciones del agua para mezcla y curado.....	63

<b>Tabla N.º4.18:</b> Detalle de los materiales utilizados en la muestra patrón. ....	64
<b>Tabla N.º4.19:</b> Trabajabilidad y nivel de asentamiento (Slump).....	65
<b>Tabla N.º4.20:</b> Volumen de agua en función al nivel de asentamiento y consistencia del concreto. .....	66
<b>Tabla N.º4.21:</b> Ratio a/c en concreto con y sin aire y resistencias máximas .....	67
<b>Tabla N.º4.22:</b> Valores de granulométricos aconsejables .....	70
<b>Tabla N.º4.23:</b> Fineza de composición de materiales combinados .....	71
<b>Tabla N.º4.24:</b> Resumen de cantidad de materiales secos” .....	73
<b>Tabla N.º4.25:</b> Volumen de agregados corregidos por humedad: resumen.....	74
<b>Tabla N.º4.26:</b> Descripción de los materiales empleados para la producción concreto con sustitución del 10% de ceniza de cisco de café.....	75
<b>Tabla N.º4.27:</b> Materiales secos para diseño de 1 m <sup>3</sup> de concreto con 10% de ceniza de cascarilla de café.....	79
<b>Tabla N.º4.25:</b> Volumen de agregados suavizados por humedad contenida .....	80
<b>Tabla N.º4.26:</b> Humedad contenida en arena gruesa y piedra de ½” para el 15% y 20% de sustitución. ( <i>ver tabla N.º 4.8 y 4.9</i> ).....	81
<b>Tabla N.º4.28:</b> resumen de materiales no corregidos por humedad y sustituciones parciales de ceniza de cascarilla de café. ....	84
<b>Tabla N.º4.29:</b> Diseño de materiales corregidos por factor humedad en distintas sustituciones parciales de cenizas de cascarilla de café. ....	89
<b>Tabla N.º4.31:</b> Resultados obtenidos del ensayo Slump (cm) .....	96
<b>Tabla N.º4.33:</b> Resistencia a compresión de los especímenes a tiempo de curado de 7 días.....	97
<b>Tabla N.º4.34:</b> Resistencia a compresión de los especímenes a tiempo de curado de 14 días.....	99
<b>Tabla N.º4.35:</b> Resistencia a compresión de los especímenes a tiempo de curado de 28 días.....	101
<b>Tabla N.º4.35:</b> Módulo de resistencia Kg/cm <sup>2</sup> de concreto endurecido con adiciones a compresión promedio: Tabla resumen .....	103

## Índice de Figuras

Figura N.º 4.1: Recorrido de canteras.....	48
Figura N.º 4.2: Recorrido de canteras.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura N.º 4.3: Ladrillera GREQ.....	50
Figura N.º 4.4: Ladrillera GREQ 2021 .....	51
Figura N.º 4.5: Diagrama de flujo de ensayo del nivel de absorción que poseen las cenizas .....	53
Figura N.º 4.6: Combinación de los agregados.....	72
Figura N.º 4.7: Preparación de agregados y cenizas.....	90
Figura N.º 4.8: Dosificación y preparación de concreto. ....	91
Figura N.º 4.9: Elaboración de testigos. ....	91
Figura N.º 4.10: Elaboración de testigos al 0%, 10%, 15% y 20%. ....	92
Figura N.º 4.11: Elaboración de testigos patrón.....	92
Figura N.º 4.12: Elaboración de testigos al 10% de cenizas de cascarilla de café .....	93
Figura N.º 4.13: Elaboración de testigos al 15% de cenizas de cascarilla de café .....	93
Figura N.º 4.14: Elaboración de testigos al 20% de cenizas de cascarilla de café .....	94
Figura N.º 4.15: Slump de concretos con adiciones .....	95
Figura N.º 4.16: Curva Slump de concretos con adiciones. <b>Ver anexo N.º 05</b> .....	96
Figura N.º 4.17: Curva de resistencia de concreto a 7 días con adiciones al 0%, 10%, 15%, y 20%. .....	99
Figura N.º 4.18: Curva de resistencia de concreto a 14 días con adiciones al 0%, 10%, 15%, y 20%. .....	101
Figura N.º 4.20: Curva de resistencia de concreto a 7, 14 y 28 días con sustituciones al 0%, 10%, 15%, y 20%. ....	103
Figura N.º 4.21: Probetas al 10% 15% y 20% de adiciones de ceniza a 7, 14 y 28 días y calibración del equipo de ensayo .....	105
Figura N.º 4.22: ensayo de resistencia por compresión.....	105
Figura N.º 4.23: ensayo de resistencia por compresión, muestra patrón, 0% de adición de cenizas. .....	106
Figura N.º 4.24: ensayo de resistencia por compresión, muestra patrón, 10% de adición de cenizas a 7 días .....	106
Figura N.º 4.25: ensayo de resistencia por compresión, muestra patrón, 10% de adición de cenizas a 28 días .....	107
Figura N.º 4.26: ensayo de resistencia por compresión, muestra patrón, 15% de adición de cenizas a 7 días .....	107

## Resumen

En el presente estudio tuvo como propósito determinar el comportamiento de las adiciones de cenizas de cascarilla de café en el concreto para una losa aligerada, y como este afecta la resistencia en función a los porcentajes de adiciones que planteamos, para ellos se construyeron cuatro grupos de investigación, grupo control con 0% de adición de cenizas, y el grupo experimental con las adiciones del 20%, 15% y 10% como un sustituto para reemplazar en función al peso del cemento en cada uno de los diseños.

Los grupos control y experimental cada lote fue observado a los 28, 14 y 7 días de edad de curado.

Finalmente se logró determinar la resistencia a cada uno de los testigos elaborados con una resistencia promedio a los 7 días de 145 kg/cm<sup>2</sup>, 223 kg/cm<sup>2</sup> y 278 kg/cm<sup>2</sup> para adiciones del 20%, 15% y 10% de manera respectiva, además la resistencia a compresión de los especímenes a los 14 días con una resistencia promedio de 160290 kg/cm<sup>2</sup>, 241 kg/cm<sup>2</sup> y 290 kg/cm<sup>2</sup> para adiciones del 20%, 15% y 10% de manera respectiva, y al final también se determinó la resistencia de los especímenes a compresión a los 28 días de edad con promedio resistencia de 172 kg/cm<sup>2</sup>, 258 kg/cm<sup>2</sup> y 315 kg/cm<sup>2</sup> para adiciones del 20%, 15% y 10% respectivamente.

**Palabras clave:** ceniza de cascarilla de café, concreto, Slump, resistencia a compresión.

## **Abstract**

In the present study, the purpose of this study was to determine the behavior of the additions of coffee scale ash in concrete for a lightened slab, and how this affects the resistance according to the percentages of additions that we propose, for them four groups of research, control group with 0% ash addition, and the experimental group with additions of 20%, 15% and 10% as a substitute to replace based on the weight of the cement in each of the designs.

The control and experimental groups each batch was observed at 28, 14 and 7 days of age of curing.

Finally, it was possible to determine the resistance to each of the controls made with an average resistance at 7 days of 145 kg / cm<sup>2</sup>, 223 kg / cm<sup>2</sup> and 278 kg / cm<sup>2</sup> for additions of 20%, 15% and 10% respectively. , in addition, the compressive strength of the specimens at 14 days with an average resistance of 160 290 kg/cm<sup>2</sup>, 241 kg/cm<sup>2</sup> and 290 kg/cm<sup>2</sup> for additions of 20%, 15% and 10% respectively, and at the end The compression resistance of the specimens was also determined at 28 days of age with an average resistance of 172 kg/cm<sup>2</sup>, 258 kg/cm<sup>2</sup> and 315 kg/cm<sup>2</sup> for additions of 20%, 15% and 10% respectively.

**Keywords:** coffee ash, concrete, slump, compressive strength.



## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha un notable interés por desarrollar investigaciones sobre los materiales cementantes y que estos posean características funcionales del hormigón con énfasis en la reutilización de materiales reciclados y el costo de producción se vea minimizado, también se persigue que estas investigaciones sobre cementantes constituyan propiedades únicas, ante ello existen diferentes investigaciones donde se realizan adiciones y sustituciones de alguno de los componentes del concreto aprovechando sus propiedades puzolánicas que estos tienen. Mafla, (2012).

El cemento, ha sido hasta la actualidad uno de los recursos mas utilizados para la construcción, y a excepciones de la innovación en los recursos que, empleados en la construcción, este seguirá siendo el de mayor importancia y demanda; un gran segmento de la infraestructura en gran parte de los países está construidas a base de concreto, y es por ello que la tecnología y método son fundamentales para los especialistas responsables de los entregables de los procesos de edificaciones. Este aspecto tiene un conjunto de aspectos implicantes que definen y caracterizan las social y económicamente a una sociedad. Un país como el Reino Unido, siendo una potencia desarrollada, destina de su presupuesto al mantenimiento, construcción y reparación el 40%, lo cual refleja aproximadamente el 4% de su PBI. Neville, (2001).

Puesto que la innovación tecnológica ya dejado de considerada a los aditivos como elementos alternativos al diseño tradicional, y considera a otros elementos como componentes al diseño híbrido. Debido a ello, hoy en día en los países europeos casi el 90% del concreto elaborado dispone en su composición algunos aditivos, de los cuales aproximadamente el 71% son del tipo super plastificante o plastificantes, y estos logran contener el mismo comportamiento durante la vida útil del concreto en su disposición final, según el Instituto de cemento de Europa., (2016).

Otros estudios y ensayos se vienen elaborando en instituciones de investigación científica y tecnológicas en muchos países, como respuesta a

contribuir al desarrollo sostenible, obligando a los expertos a analizar otros campos de acción con propuestas inteligentes a partir del uso de algunos materiales desechados de alguna actividad productiva, Según Chávez & Rodríguez (2016).

Mayor énfasis por el desarrollo de una construcción sostenible reside en la naciones con potencial de desarrollo y enfocados en un crecimiento económico sostenible debido a que en estos países existe la presencia de los recursos y las materias primas y recursos, y además son, los países presentan más inconvenientes para abordar y cubrir la necesidad de residencia que demanda sus comunidades.

Del mismo modo, en nuestro país se venido desarrollando exploraciones equivalentes a través del empleo de las cenizas de la cáscara de arroz, del bagazo de la caña de azucarera, entre otros residuos de la actividad agrícola que hay en abundancia en las regiones del Perú a con el objetivo de reutilizarlos aprovechando sus propiedades cementantes y puzolánicas.

Las evidencias halladas hasta la actualidad nos indican que al utilizar cenizas de algunas actividades agrícolas e industriales, estas proporcionan ventajas en la elaboración de concreto fresco y endurecido. Las principales ventajas que se obtiene al adicionar cenizas provenientes e la actividad agrícola e industrial principalmente se ven reflejado en el costo de producción y su reducción, puesto que, al reemplazar parcialmente un componente del concreto por otro de menor costo, pero con propiedades cementantes, se solucionan problemas de carácter ambiental, mejora la trabajabilidad y disponibilidad de recursos alternativos a los agregados.

Soberón, (2017, pág. 9), en el desarrollo de estudio logro determinar una óptima simetría en la composición de la adición de micro sílice en de las cenizas de la cascarilla del arroz en el concreto recién producido y en la disposición final del mismo (endurecido), pudiendo obtener el aumento de los indicadores de la trabajabilidad y la resistencia promedio del concreto endurecido, por estos parámetros logro indicar la factibilidad de la

incorporación de las cenizas por ser poseer materiales cementantes en su composición, y poder ser utilizado como aditivos en relación al volumen del cemento, ya que muchas de las propiedades químicas y físicas que identifiqué en las cenizas, principalmente elementos calcáreos y silicatos, son los que permiten el desarrollo e incremento significativo de las propiedades mecánicas del concreto fresco y endurecido.

Es por esta razón que se propone analizar la sustitución parcial de un agregado por un porcentaje (Coffea arábica) de cenizas de cascarilla de café en la provincia de Jaén con el propósito de establecer cómo influye en la resistencia una losa aligerada de concreto a fuerza de compresión, ya que este parámetro nos brinda una perspectiva más amplia de la calidad de los componentes del concreto y por tener una relación directa con la distribución estructural del cementante, y aprovechar que la zona y específicamente la Jaén y sus alrededores poseen un gran segmento que produce este material, desperdicio de la actividad agrícola del cultivo de café, y este está en constante expansión territorial para el cultivo, así lo refleja el MINAGRI Ministerio de Agricultura y Riego, (2020).

Existe una gama de variedades de residuos que son separados y no reutilizados el cual se puede recolectar con facilidad del procedimiento del pilado del café; y es en este aspecto en el cual la presente investigación de justifica así misma, ya que en un corto lapso constituirá una alternativa viable, interesante, económica y sostenible en la construcción, su afecta el aspecto ecológico, para ello de realizado un mapeo de la zona de donde se recolectarán las cenizas de café, y este es la ladrillera Greq, que utiliza este insumo para la calcinación de los ladrillos de arcilla que produce, ya que la cascar de café posee poder calorífico muy importante como combustible.

Por tanto, el presente estudio se justifica en la perspectiva de que dicha investigación serviría como una nueva propuesta sostenible para la construcción de hormigón con la mezcla de cenizas provenientes de los desechos de la actividad agrícola (cisco de café), que predominan en el distrito de Jaén, como sustituto del cemento Portland y sería contribuir a la

recopilación de información sobre su uso, aportando a la generación de nuevos recursos cementantes como uso alternativo y solución a los problemas recurrentes en la producción y uso de concreto en los procesos constructivos y afianzado en el uso de las nuevas tecnologías de producción de concreto, ante ello esta investigación se compone de dos grupos para el análisis de los resultados, siendo de tipo aplicada, experimental, cuyo objetivo central radica, en determinar como es que las incorporación de cenizas de cisco de café influyen en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido, para ello se plantea sustituir parcialmente el agregado fino por las cenizas en función al peso del cemento en 0.10, 0.15 y 0.20 porcentualmente en la construcción de una losa con resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, estos grupos serán de utilidad para demostrar la hipótesis planteada para el estudio, y así determinar como afectan significativamente o no las cenizas al concreto.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes del problema:**

#### **A nivel internacional**

Yungan K., (2017), en su tesis denominada como “Análisis de comparación de resistencias entre el hormigón con resistencia de (250 kg/cm<sup>2</sup>), concreto de micro sílice y concreto con adiciones parciales de ceniza de cascarilla de trigo empleando agregados de origen de la planta chancadora “Vaca – Jaime” de la provincia de Napo en la localidad de Cantón”, con el objetivo de encontrar materiales puzolánicos de origen compuesto para reemplazar proporcionalmente el cemento y producción concreto; por ello empleó cenizas provenientes de la cascara de trigo que está constituida en un 96% en promedio aproximadamente, y siendo un desperdicio de la actividad agroindustrial, además de la cascara de trigo en estado natural que posee un 75% de sílice sin calcinar, llegando a concluir que reemplazar parcialmente el concreto por el 15%, 11% y 7% de micro sílice el concreto presenta mejorar en la resistencia, superando el resultado planificado inicialmente de 250 kg/cm<sup>2</sup>.

Coyasamín O., (2016) , en su proyecto de grado titulado “Comparación analítica de resistencias de hormigón con adiciones parciales de cenizas de cascarilla de arroz, y hormigón con adiciones porcentuales de cenizas provenientes del bagazo de la caña de azúcar”

, este estudio lo realizo con el objetivo de emplear como sustituto parcial a estos dos recursos provenientes de desecho de la actividad agroindustrial, con la intención de incrementar la resistencia del concreto y mejorar la trabajabilidad del mismo si alterar las características mecánicas del concreto tradicional, de tal forma de producir un concreto con mayor resistencia a la compresión y los agentes sulfatantes, estas sustituciones parciales los estimo en 30%, 15% y 10% respectivamente, para luego analizar a través de los ensayos como estas adiciones han afectado a la resistencia a las edades de curado de 14 días y 28 días, obteniendo un incremento del 2% a la resistencia del concreto tradicional.

Bastidas & Ortiz, (2016), en su proyecto titulado “Análisis de las propiedades de las ceniza de cáscara de arroz y su comportamiento en las propiedades físicas y mecánicas en la mezcla de concreto estándar”, al analizar las características físicas y químicas de las cenizas de cascara de arroz, en los proyectos constructivos, con el propósito de aporta a la sostenibilidad del medio, es que Bastidas & Ortiz proponen como recurso alternativo la usabilidad de las cenizas de cascara de arroz en la producción de concreto tradicional para minimizar este desecho que en la actualizad no tiene disposición final establecida.

Una vez analizado los componentes químicos de la ceniza de arroz y bagazo, se realizó los diseños de mezcla por cada porcentaje de sustitución parcial para ser analizadas las propiedades del concreto con adiciones del 10% y 5% de cenizas en contraste con el concreto tradicional en condiciones similares y realizar la comparado de las propiedades mecánicas y físicas.

En función a los resultados que obtuvo de su investigación, logró validar la empleabilidad de las cenizas de cáscara de arroz para la construcción, proponiendo como diseño de mezcla optimo en la producción de hormigón con el 10% de cenizas de cascara de arroz como sustitución parcial

### **A nivel nacional**

López A. & Arévalo L., (2020), en su investigación denominada, “Uso de cenizas de cascara de arroz como sustituto parcial para aumenta la resistencia al concreto”, de tipo aplicada con dos grupos de observación uno patrón y otro experimental, con el objetivo fundamental de analizar el comportamiento del concreto tras realizar la adición parcial de las cenizas de cascarilla de arroz y evaluar como estos cambios en el diseño de la mezcla afectan la trabajabilidad y resistencia del concreto, para ello utilizó cemento de tipo I, agregados de calidad, con sus respectivos ensayos de granulometría, agua potable libre de impurezas y finalmente las cenizas de la cascarilla de arroz como un sustituto parcial del agregado.

En este proyecto diseño dos mezclas para resistencias de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 175 kg/cm<sup>2</sup>, elaborando probetas para el análisis y ensayos mecánicos, seis grupos de sustituir parcialmente con el 6%, 4% y 2%, los cuales fueron sometidos a ensayo de compresión. Logrando concluir que con el 2% se obtienen resultados beneficiosos en la resistencia y la flexión, así determino que la resistencia se ve mejorada ligeramente en un 0.63% y 1.64% en ambos diseños, la flexión y resistencia incrementa en un 5.65% y 3.87%, individualmente.

Uriarte M. & Ramírez F., (2020), en su proyecto titulado “Diseño de concreto para mejorar la resistencia a compresión empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar, ciudad de Tarapoto”, cuyo objetivo principal, fue determinar el proceso para elaborar mezclas y sus diseños para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia principalmente con la utilización de las cenizas extradas del bagazo de caña de azúcar, para evaluar si estas aumentan las propiedades mecánicas, tales como la resistencia, su proyecto es de tipo aplicado, puesto que interviene alguna de las variables de la investigación realizando la adición de la ceniza de caña de azúcar al hormigón, y luego realizar el análisis respectivo a cada uno de los elementos sometidos a ensayos de compresión, para ello construye dos grupos de observaciones, experimental y control, así poder recabar los datos necesarios para el proyecto, de tal forma que pudo concluir que las cenizas incorporadas al concreto, proporcionar trabajabilidad al concreto fresco y resistencia al endurecido, principalmente ello se debe a que las cenizas químicamente posee elementos similares al cemento y funciona como componente puzolánico, teniendo una resistencia superior a los 210 kg/cm<sup>2</sup> que se tiene como resistencia base en un curado de 28 días.

Mendoza J. & Quispe, (2018) en su proyecto de estudio denominado “Incorporación de ceniza de cascarilla del arroz para el diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Atalaya, Ucayali – 2018”, con el propósito principal la incorporación de ceniza de cáscara de arroz, para aumentar la resistencia en

diseño de mezcla para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, en la ciudad de Atalaya de la región de Ucayali en el año 2018, de tal modo que logró comprobar que la incorporación de cenizas tiene un impacto positivo, puesto que los resultados obtenidos demuestran que además de reducir el volumen de cemento usado entre un 10% y 15%, y con un 20% ligeramente no se logra la obtener la resistencia esperada incorporando cenizas al concreto, su investigación fue de nivel inferencial, es decir pretendió determinar la correlación que tiene la incorporación de cenizas en la resistencia, y así poder establecer la relación que hay entre las variables analizadas. Para el análisis de las variables constituyó 36 elementos que fueron sometidos a ensayos mecánicos, 12 probetas para cada uno de los 3 grupos ensayos que se conformó.

Villegas V., (2018), en su tesis denominada como “Caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de un hormigón de alta dureza de  $f'c = 500$  kg/cm<sup>2</sup> con incorporación de cenizas volantes”, con el propósito de analizar cómo influye la incorporación de cenizas volantes Tipo “F” (Fly Ash) en las propiedades físicas y mecánicas sobre el concreto de alta resistencia igual o mayor a 500 kg/cm<sup>2</sup>.

Para ello constituyó grupos de análisis (cuatro) que estuvieron conformados por los tratamientos patrón con 0% y el experimental con incorporaciones de cenizas volantes con el 15%, 12% y 10% cada uno, se reemplazó parcialmente el peso del cemento por el porcentaje de incorporación de cenizas antes mencionados.

De cada uno de estos grupos de estudio se analizó cada indicador físico y mecánico, tales como, tracción, resistencia, absorción, porosidad y la elasticidad de cada elemento sometido a ensayo, a las edades de 28, 14 y 7 días.



Finalmente logro determinar cómo influye las adiciones de cenizas Tipo “F” (Fly Ash) en doce por ciento a la edad de 28 días el comportamiento en la resistencia tiene un incremento significativo del 1803%, en 14 días presenta un incremento en la resistencia del 12,21% y para los 7 días de curado con la adición del 12% a 7 días de curado aumenta la resistencia del concreto en un 8,35%, logrando contrastar la hipótesis que se planteó para su estudio.

## **2.2. Marco Teórico**

### **Cisco de café**

El cisco o cáscara de café además denominada cisco es una capa ternillosa que envuelve al café (el color de esta envoltura está en función a la familia y variedad del cultivo) puede ser de fruto rojizo o de color amarillo intenso de alrededor de unos 102 micrómetros de espesor y que pertenece al pergamino (endo-carpio) de los frutos, el grano de café se halla alojado suspendido dentro de esta envoltura, es decir esta suelto. La extracción de este se obtiene a través del despulpado industrial o mecánico donde se realiza la separación de la cobertura envolvente del grano de café. Betancurt & Palacios, (2005).

### **Cisco del café: Propiedades**

Para lograr el aprovechamiento de modo efectivo del residuo de la industrialización del café y a la vez realizar al mismo un conjunto de procedimientos físicos y químicos con el propósito de generar un producto de carácter orgánico es necesario tener conocimiento de cada uno de las propiedades tanto físicas y químicas del cisco de café, puesto que esas particularidades fijan las características del subproducto o combustible que se logre obtener.

En relación a algunos estudios aplicados por Carbajal I. & Torrerros L: (2016, pág. 83), la cobertura envolvente del café tiene algunas de las características que se detallan a continuación:

- Un nivel de poder calorífico de aproximadamente 7462 Kcal/Kg
- Un porcentaje de alrededor de 0.06 de cenizas.
- Un promedio de humedad relativa del 5.42%.
- Una volatilidad ligera del 87.72%.
- 331 Kg / m<sup>3</sup> de densidad promedio
- 0,425 mm<sup>2</sup> de superficie aproximadamente
- 0,0361 cm oscila el diámetro promedio de los micro elementos.

## **Empleabilidad y aplicación de las cenizas en la producción de concreto.**

Estas son producto de la ignición de materia orgánica o inorgánica, y son desechados. Estas están constituidas principalmente de pequeñas partículas de forma esférica y macroscópicas pues son diminutas, como son fundamentalmente sílice, son cristalinas y son de naturaleza puzolánica.

Estos constituyen elementos aligerantes como las puzolanas, sin embargo, poseen más reacción que lo de alta concentración de elementos calcáreos.

Son homogéneamente al cemento de uso general (Portland) y se pueden usar como componentes de una mezcla en dosificaciones o como un aditivo en el concreto combinado.

La empleabilidad de las cenizas ha tenido un crecimiento importante puesto que ayudan a optimizar muchas de las propiedades mecánicas y trabajabilidad del concreto y ayudan a reducir el costo de producción del mismo.

La ceniza ha mostrado ser de gran utilidad por sus agentes reguladores del alcalosis y su reacción con los agregados, además logran preservar muchas de las propiedades similares a los elementos puzolánicos volcánicos o naturales, se hallan sedimentarias en gran parte del mundo. La incorporación de ceniza adecuada se le realiza apropiadamente el proceso de curado, el producto de la fuerza de adhesión de la ceniza ocupa gran parte de los vacíos intersticiales entre los componentes del concreto debidamente hidratado, minimiza ligeramente al elemento permeable del concreto ante la hidratación y los elementos erosionantes.

La tardía reacción de la mayoría de las cenizas, si estas son comparadas con el cemento de uso general (Portland Tipo I), esta suele ser restringida inicialmente y minimiza el poder calorífico e incremento de la temperatura de las infraestructuras pesadas. La combinación de ceniza apropiadamente

equilibrada ofrece propiedades al concreto que podrían no encapsularse específicamente a través del empleo cemento portland.

Actualmente se emplean las cenizas en la producción de concreto por razones diversas, desde incrementar la resistencia hasta minimizar el costo de producción de concreto.

- Mejora el concreto fresco y su trabajabilidad a ser recién elaborado,
- Controla en la hidratación inicial el incremento de la temperatura.
- Desarrolle significativamente la resistencia a los agentes surfactantes, disminución en la esparcimiento de vida durante la renuencia sílice-álcali y aporte a la estabilidad y firmeza del concreto en su disposición final. según Barriga P., (2008).

### **Principales componentes de las cenizas**

Los principales componentes de las cenizas de cisco de café y su estructura serán determinadas a través de la Norma ASTM-618, logrando determinar la clasificación de las cenizas F y C, en función a su estructura y composición química.

Existe una amplia categoría para catalogar las cenizas por sus estructura y composición, sin embargo, dicha clasificación aborda la presencia cuantificable de cuatro componentes dentro de las cenizas, óxido de aluminio en un 61% aproximadamente, oxido de sílice en al menos el 36%; oxido de aluminio en un intervalo del 9% al 31%; óxido de hierro en un intervalo del 5% al 19%; calcio (CaO) entre 2 % al 34%. Se intenta los componentes mencionados en la primera fase tengan una mayor constitución de hasta 75% al permisible mínimo de los de clase Barriga F., (2008).

### **Empleabilidad de las cenizas y ventajas en el concreto**

La utilización de la ceniza en la producción de concreto posee una extensa variabilidad de usos determinados que se enumeran en la tabla descrita a continuación:

## Beneficios de la incorporación de ceniza en la producción de concreto

<p><b>1. Efecto en las propiedades mecánicas y físicas</b></p> <p>1.1. Prolongamiento de la vida útil del concreto endurecido</p> <p>1.1.1 a esfuerzo de arrastre y tensión</p> <p>1.1.2 A esfuerzo de aplastamiento</p> <p>1.1.3 Mejora en el indicador Tensión – presión</p>	<p><b>5. Efecto plastificante</b></p> <p>5.1 reducir el volumen de agua en la mezcla</p> <p>5.2 Minimizar la separación</p> <p>5.3 Impidiendo la extravasación y el fluido</p>
<p><b>2. Efecto en su duración</b></p> <p>2.1 Sin cal, por ende, mayor resistencia a elementos expansivos</p> <p>2.1 mayor resistencia a elementos sulfatantes expansivos</p> <p>2.3 mayor resistencia a elementos expansivos por reacciones oxidantes de los agregados de la mezcla.</p> <p>2.4 mejora a la retracción plástica por menor hidratación en la relación agua/cemento</p> <p>2.5 mejora a la expansión por calentamiento o retracción por baja de temperaturas.</p> <p>2.6 Mejora ante la formación de grietas superficiales</p>	<p><b>6. Efecto en a impermeabilización</b></p> <p>6.1 Minimizar la rugosidad</p> <p>6.2 Controlar que no se formen eflorescentes</p> <p>6.3 Generando más volumen de Teberoritantes.</p>
<p><b>3. En la estabilidad</b></p> <p>3.1 Mejora ante elementos como los fluoruros presentes en agua o los niveles de acides.</p> <p>3.2 Mejora ante los agentes sulfatantes del suelo y agua.</p> <p>3.3 Mejora de propiedades ante aguas marinas</p> <p>3.4 mejora de la estabilidad ante la descomposición de gases por efervescencia de elementos orgánicos.</p> <p>3.5 mejora ante agentes desintegración por reacción oxidante de los materiales de la mezcla</p>	<p><b>7. Efecto adherente</b></p> <p>7.1 De los materiales de la mezcla</p> <p>7.2 De la mezcla para la fragua del mortero</p>
<p><b>4. Impacto sobre el costo de producción</b></p> <p>4.1 Al poseer características puzolánicas y ser de tipo cementante, hace posible su sustitución o remplazo por algún componente en el diseño de mezcla en iguales o mayores cantidades.</p> <p>4.2 por ser ligero y tener elementos calcáreos y silice igual que el ecemnto, hace posible que dicho reemplazo resulte mejorando la economía de la producción de concteto.</p>	<p><b>8. Conducta térmica del material</b></p> <p>8.1 Producción de mínimo calor durante la incorporación de agua</p> <p>8.2 Controlando el incremento de la temperatura en la producción de la mezcla</p>

Fuente: Rivva E. (2000).

Tabla N°2.2: Análisis de las propiedades químicas a las cenizas de cisco de café

Ensayo químico	Unidades	Expresión	muestra	Norma técnica
Conductividad eléctrica	nS/cm	nS/cm	84.4	ISO – 11265 – ASTMD 1125
Potencial de iones de hidrogeno	unidades	Unidades de Ph	13.3	ASTMD 1293
Porcentaje de oxido férrico	%	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.76	fotocolorímetro
Porcentaje de óxido de calcio	%	%CaO	24.42	MTCE-602
Porcentaje de carbonato de calcio	%	%CaCO <sub>3</sub>	43.2	Neutralización acida
Porcentaje de óxido de silicio	%	%SiO <sub>2</sub>	9.80	MTCE-602
Porcentaje de silicio	%	%Si	4.58	MTCE-602

### Ensayos de presión y resistencia

Según Abanto F. (2009, pág. 112) este parámetro e indicador de la resistencia del concreto endurecido se determina a través de la ruptura de testigos de forma cilíndrica, que son sometidos a cargas en laboratorio, y este es determinado como la relación que existe en la fuerza aplicada perpendicularmente a la sección del área, hasta el límite que soporta la probeta el esfuerzo, es que se obtiene la resistencia del elemento.

### Elaboración de los diseños de mezcla

Para Torre B. (2013), en la publicación titulada “Tecnología de concreto”

, este proceso consiste en equilibrar proporcionalmente los volúmenes de los agregados empleados en la producción de un metro cubico de concreto, estableciendo las proporciones de los materiales en función a las propiedades que estos poseen y que so determinados a través de ensayos de granulometría, donde se determinar además su peso específico, módulo de fineza, absorción, entre otros.

### **Granulometría**

Balta S., (2013, pág. 33), en su investigación indica, que este ensayo aplicado a los agregados es sumamente importante para la elaboración de los diseños de mezcla, y que estos determinan la manejabilidad, calidad, costo y resistencia del concreto endurecido, debido a que los materiales particulados y estas deben ocupar la mayoría de los espacios generando adherencia entre sí y es importante el tamaño que estas tienen para lograr una mejor trabajabilidad aprovechable en la elaboración de las mezclas y su disposición final.

### **Módulo de finura**

Balta S., (2014, pág. 37) en el desarrollo de su estudio indica que este parámetro está determinado por la sumatoria de los adjuntos porcentuales en los diámetros de las mallas normalizadas inversamente a 100 que es el total global y que deben oscilar estas partículas entre el módulo 2.2 pero no superar el 3.2, en este intervalo de los retenidos, también aquellos que están entre 2.3 y 2.9, son los que proporcionan las condiciones necesarias para obtener un concreto con mayor y mejor trabajabilidad, y aquellos que superan el módulo de 2.9 hasta 3.2 propician las condiciones óptimas para tener mayores resistencias y durabilidad en el concreto.

### **Humedad Contenida**

Balta S., (2014, pág. 43) dentro del desarrollo de su estudio indica que el nivel volumétrico del agua contenida en los agregados en su forma nativa, esta acotación es relevante y muy notable debido a que gracias ello se logra establece un indicador que determina la relación (A/C) agua - cemento.

### **Peso específico**

Balta S., (2014, pág. 34) indica y denota a esa medida como la proporcionalidad que se determina entre el componente y su volumetría que este ocupa, este indicador es sumamente revelador debido a que este proporciona y determina la resistencia, calidad del concreto y su estabilidad.

En el escenario más optimo disponer de materiales de calidad con un elevado valor de contribución a mejorar las propiedad del concreto y su comportamiento, y en el escenario más crítico no optimicen las propiedades, quizá por los contenidos de elementos químicos en su estructura.

### **Nivel de absorción y porcentaje**

Para Zapata J., (2018, pág. 38), el porcentaje de absorción está determinado por el aumento del peso en alguno de los materiales (grueso o fino) que se utilizan para la producción de concreto, principalmente ello se debe a las características y estructura físico-química y su ligereza, permeabilidad, y otros, este indicador (nivel de absorción) es la máxima capacidad de absorción y retención de agua al momento de la hidratación del agregado naturalmente o por factores inducidos, esta peculiaridad de los materiales que logran saturar su estructura con agua, y es sumamente importante al momento de elaborar los diseños, puesto que esto permite racionalizar y recalcular el agua a utilizar en la producción de concreto, optimizando la mezcál sin afectar las propiedades esperadas tanto en el concreto fresco como en estado endurecido y ante esto se deben realizar algunas correcciones a los cálculos de agua inicial de la mezcla.

$$\% \text{ Nivel de permeabilidad } \left( \frac{X-Y}{Y} \right) \times 100 \dots\dots\dots (I)$$

#### **Para lo cual**

X = masa saturada

Y = masa seca

### **Hormigón**

En la base al reglamento nacional de edificaciones y la NTP E060 describe que este componente es el resultado de la combinación de agregados, piedra chancada, arena, agua y cemento (Tipo I, II, II, IV o V, dependiendo de la disposición final del concreto y sus propiedades esperadas, condiciones, etc.), y puede contener aditivos o no, este último para mejorar la trabajabilidad o alguna propiedad mecánica.



Según Ortega, (2015, pág. 13), en una de sus publicaciones sobre el concreto armado y el diseño de estructuras, donde pormenoriza que el cemento Portland (nombre adquirido por la roca de la isla de Portland) tiene características similares a la piedra caliza (ya que el cemento está a base de elementos calcáreos y silicios), que al ser combinado en proporciones optimizadas de arena gruesa, piedra chancada, agua y el aire atrapado, puede resultar en un concreto de alta resistencia y en función a la dimensión de la disposición final este tendrá una funcionalidad estructural mejorada después de un adecuado encofrado.

### **Nivel de asentamiento a través del cono de Abrams**

Según Gorrise F., (2015) este procedimiento está determinado por el uso de un cono troncocónico, (cono de Abrams), posee ambos lados aperturando donde la base es relativamente mayor a la superior en relación de 2:1 (20cm inferior, 10 cm superior). Para realizar este ensayo se vierte en concreto dentro del cono, previamente estabilizado sobre una superficie uniforme en tres tiempos, en cada capa agregada por cada tiempo se realizar golpes con una varilla 5/8" lisa, luego de haber dejado por 5 minutos de reposo el cono es retirado diligentemente y posteriormente se mide desde la parte superior hasta la parte superior del concreto las diferencias longitudinales, la cual es denominado como SLUMP y este debe estar entre los 8cm hasta 12cm para una trabajabilidad adecuada.

**Tabla N°2.3:** Máximos y mínimos para el nivel de asentamiento

<b>Tipo de elemento</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>
	<b>Centímetros</b>	<b>Centímetros</b>
Zapatas y muros	7.62	2.54
Zapatas encajonadas sub estructurales	7.62	2.54
Vigas y muros de refuerzo	10.16	2.54
Vigas y columnas de edificaciones de mayor altitud	10.16	2.54
<b>Losas y pavimentos</b>	<b>7.62</b>	<b>2.54</b>
Hormigón ciclópeo	5.08	2.54

**Fuente:** Concrete technology (2017)

**Tabla N°2.4:** Consistencia

<b>Firmeza</b>	<b>Nivel de asentamiento Centímetros</b>
Mezcla estado Seco	0 - 5.08
Mezcla estado Plástico	7.62 - 10.16
Mezcla estado Fluido	Superior a 12.70

**Fuente:** Concrete technology (2017)

### **Compactación**

Par los autores Quenta R. & Valdivia F., (2019, pág. 21). Detallan que este procedimiento de debe realizar este procedimiento es una de las etapas significativas puesto que permite la densificación de la materia minimizando los espacios vacíos en los materiales, y este proceso constituye una vinculación con la densidad de los materiales y su estabilidad estructural.

### **Trabajabilidad**

Para Yupanqui &, Iglesias R. (2016), este indicador de concreto fresco tiene una estrecha relación con la manipulación del concreto y su estabilidad. El equilibrio de los materiales que componen el concreto, arena gruesa y piedra chancada debe ser optimizada para obtener una mejor y mayor consistencia trabajable.

## **2.3. Marco conceptual**

### **Concreto**

Este es un producto de la composición

, de materiales aglutinativos (en su mayoría cementos hidráulicos tipo Portland), además de la adición de componentes grueso y finos (agregados), agua proporcionalmente y estimada en función a las propiedades esperadas del concreto, en algunos casos hasta la incorporación de elementos aditivantes. Esta combinación logra endurecer formando un elemento sólido y macizo que luego de una etapa de curado a ciertos días, ofrecer resistencias a esfuerzos mayores, superando la resistencia establecida en algunas situaciones. Sánchez, (2010).

## **Cemento**

El Cemento tipo I Portland es una composición de muchos elementos químicos, entre los más resaltantes aproximadamente las tres cuartas partes de él está conformado por silicatos tri cálcicos, además de silicatos di cálcicos tipo beta, siendo estos los que generan una reacción con un volumen de agua pre establecido, formando hidratos de silicato tricálcicos, y se vuelve una mezcla trabajable de consistencia pastosa que luego de un proceso de curado de entre siete a veintiún días este logra endurecer, y esta al ser combinada con materiales agregados y puzolánicos de calidad generan un producto de alta durabilidad y resistencia a esfuerzos, agentes abrasivos y condiciones climáticas y fenomenológicas extremas.

En ocasiones denominado como hormigón, este depende del tipo de agregados que son combinados con el cemento y otros aglutinantes para conformar el concreto. Cabe resaltar el que agua no es el único compuesto para hidratar el concreto, por ejemplo, los morteros geopoliméricos normalmente son hidratados con hidróxido y peróxido de calcio, aunque este no es un cementante y en ocasiones no suele aportar durabilidad, trabajabilidad y resistencia al concreto, en tanto que el proceso de lixiviación y carbonatación si podría generar complicaciones de anulación de propiedades físicas y mecánicas. Brunauer, (1962).

## **Losa aligerada de concreto**

En base a las normativas especificadas en el RNE y las caracterizaciones de las edificaciones, estas deben constituir la importancia de tener materia prima de calidad, procesos de construcción y actividades control en la elaboración de losas aligeradas de concreto. El proceso debe considerar dentro las actividades específicas, lo que se establece en la NTP 060 del reglamento nacional de edificaciones para concreto armado, también lo fijado en el acápite de pavimento de hormigón y sus especificaciones técnicas. En cuanto a la incorporación de aditivos, puzolanas, fibras de vidrio o carbono, entre otros elementos aligerantes para la distribución de los esfuerzos si considerar

las condiciones iniciales, el proceso además de ser específico en cuanto a la particularidad de los esfuerzos mecánicos y su resistencia deseada.

### **Las cenizas de café y sus propiedades**

El desarrollo de la actividad puzolánica en la producción de elementos cementos cementantes está sometida principalmente a algunas de las propiedades de cristalización que estos poseen, además de la estructura de los elementos químicamente, debido a que las cenizas son consideradas como puzolanas aligerantes, y esto incrementa la acción puzolánica por sus altos contenidos de silicatos.

En algunas composiciones de elevadas concentraciones de calcio, estos componentes tienen un comportamiento más sustancial y reactivo, gracias a esta característica es que son elementos que constituyen una adecuada propuesta en su uso y aplicación dentro de las nuevas tecnologías de la producción de concreto y la construcción.

## **2.4. Glosario de términos**

### **Losa aligerada de concreto**

Principal elemento estructural en los asfaltos rígidos y superficie de rodadura.

### **Agente estabilizante**

Es un material distinto a los suelos que es incorporado con el objetivo de resaltar las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

### **Metodologías de ensayo para la valoración de materiales**

Ensayos regulados y estandarizados, usados para valorar los materiales empleados en el proyecto.

### **Resiliencia (Mr)**

Esta magnitud es una de las características de la elasticidad de los suelos, y se le atribuye algunas características que no poseen linealidad. Este módulo suele ser aplicado de forma directa al momento de diseñar un pavimento con flexibilidad, sin embargo, este módulo debe ser suavizado a través de la reacción (k Valor) de la sub rasante, tanto en el pavimento de estructura flexible, rígido o en combinación.

**Módulo de rotura (MR)**

Esta magnitud representa la resistencia a la compresión de elementos de concreto sometido ensayo de flexión, compresión o tracción y esta estandarizado por la NT-ASTM C78.

**Muestra**

Es una representación seleccionada aleatoriamente o por conveniencia de una proporción de una población y por poseer las mismas o similares características de la población en estudio, esta es una representación simbólica de dicha población.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño y tipo de investigación

Nuestra investigación es de tipo aplicada, puesto que estimularemos la variable independiente a través de un grupo experimental que será contrastando con uno de observación en el cual no se desarrollara estimulación alguna, con el propósito de evaluar la influencia que tiene el proceso de sustituir parcialmente un porcentaje de la arena gruesa en función del peso del cemento en un metro cubico de concreto, por el peso de cenizas de cisco de café, en concentraciones de 0.10, 0.15 y 0.20 en la elaboración de una losa, a través de varias pruebas de presión para determinar la resistencia esperada.

**Par lo cual:**

**GC:** Sin intervenir el diseño de mezcla

**GE:** Con intervenciones del 0.10, 0.15 y 0.20

**y1:** Incorporación parcial de ceniza de cisco de café, reemplazando el volumen de arena gruesa en función del cemento

**m1, m2, m3:** Grupos de observación

**Tabla N°3.1:** Sin intervenir el diseño de mezcla

Control	y1: sustitución parcial de agregado fino por ceniza					
	Sin sustituciones parciales					
Experimental	Grupo	N. días		N. días		N. días
	m1	7	m1	7	m1	7
	m2	14	m2	14	m2	14
	m3	28	m3	28	m3	28

**Para lo cual:**

**SI:** Sin intervenir el diseño de mezcla

**CI:** Con intervenciones del 0.10, 0.15 y 0.20

**y1:** Incorporación parcial de ceniza de cisco de café, reemplazando el volumen de arena gruesa en función del cemento

**m1, m2, m3:** Grupos de observación

**Tabla N°3.2:** Interviniendo la variable independiente con las adiciones

<b>Control</b>	<b>y1:</b> sustitución parcial de agregado fino por ceniza					
	<b>Sin sustituciones parciales</b>					
<b>Sin intervenir</b>	<b>Grupo</b>	<b>N. días</b>		<b>N. días</b>		<b>N. días</b>
	m1	7	m1	7	m1	7
	m2	14	m2	14	m2	14
	m3	28	m3	28	m3	28

<b>Control</b>	<b>y1:</b> sustitución parcial de agregado fino por ceniza					
	<b>0.10</b>		<b>0.15</b>		<b>0.20</b>	
<b>Interviniendo</b>	<b>Grupo</b>	<b>N. días</b>		<b>N. días</b>		<b>N. días</b>
	m1	7	m1	7	m1	7
	m2	14	m2	14	m2	14
	m3	28	m3	28	m3	28

**Para lo cual:**

**SI:** Sin intervenir el diseño de mezcla

**CI:** Con intervenciones del 0.10, 0.15 y 0.20

**y1:** Incorporación parcial de ceniza de cisco de café, reemplazando el volumen de arena gruesa en función del cemento

**m1, m2, m3:** Grupos de observación

### 3.2. Operacionalización de variables

Variables	Conceptualización	Operacionalización	Dimensión	Definición	Métricas	Instrumentación	Magnitud escalar			
<b>Dependiente</b> Resistencia a esfuerzo de compresión.	Es la relación entre la carga de rotura a compresión del concreto y su sección ruta. NTP 399.601, (2017, pág. 5).	Los testigos elaborados, tras un tratamiento de curado por saturación será simetido a esfuerzos de compresión a 28, 14 y 7 días, según corresponda	Ensayo de Slump.	Este proceso consiste en establecer la trabajabilidad del concreto y su relación agua/cemento	Consistencia del concreto		Cono de Abrams Cinta métrica	De razón		
					Resistencia a la compresión en días	7			Prensa Hidráulica, laboratorio	De razón
						14				
28										
<b>Independiente</b> Las sustituciones parciales de ceniza de cisco de café	La ceniza de la cascarilla de café viene a ser el producto	Es el aditivo puzolánico que contiene aluminosilicatos	Diseño de mezcla.	Este procedimiento está determinado por los volúmenes que contienen 1 m <sup>3</sup> de concreto Torre, (2013, pág. 5).	Granulometría de los agregados		Tamiz	Nominal		
					Finura				Tamiz	De razón
					Humedad contenida				Tamiz	De razón



por la sustitución de arena gruesa	del tostado y pulverización de la cascarilla de café.	cual contribuirá en una mayor resistencia al concreto.			Relación A/C	Tabla	De razón
			Dosificación de la ceniza de café.	Volumen de arena gruesa que será reemplazo por el peso de cenizas en función a la cantidad de cemento que posee la mezcla en elaboración 0.10; 0.15; o 0.20	10%, 15% y 20% de sustitución parcial del agregado fino	Balanza	De razón

### 3.3. Técnica de muestreo, población y muestra

#### Población

Para Pita Fernández, S.; Pértiga Díaz, S., (2017), dentro de las investigaciones que realizaron indican que este parámetro está determinado por el conjunto total de objetos magnitudes que posee características y propiedades que pueden ser observados en un periodo determinado y espacio. Por ello tener en cuenta la consideración la uniformidad, cantidad lugar y tiempo.

El conjunto total de los elementos para la producción de una mezcla con resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> con sustituciones parciales de agregado fino por ceniza de cisco de café, está considerado para tres tiempos de ensayos en tres bloques para el 20%, 15% y 10% de sustitución parcial del agregado.

**Tabla N°3.3:** Resumen: testigos para cada grupo de sustitución parcial del agregado fino

CURADO	GRUPOS DE ESPECÍMENES			
	PATRÓN	NIVEL DE % DE CISCO DE CAFÉ EN CENIZAS CAFÉ		
		0.10	0.15	0.20
7	1	1	1	1
14	1	1	1	1
28	1	1	1	1

Fuente: Propio

**Tabla N°3.4:** Número de elementos totales por cada lote a días de curado

CANTIDAD	GRUPOS DE ESPECÍMENES			
	PATRÓN	NIVEL DE % DE CISCO DE CAFÉ EN CENIZAS		
		0.10	0.15	0.20
36	3	3	3	3

Fuente: Propio

## Muestra

Para Pita Fernández, S.; Pértiga Díaz, S., (2017), dentro de las investigaciones realizadas determinan a este parámetro como con un grupo de la población, y que es una representación de las características principales y más notorias de la población en estudio, y que tiene las mismas probabilidades de ser seleccionado como objeto de análisis en el estudio pues puede ser cuantificado y esquematizado.

En base a lo acotado por la normativa C-31 ASTM, esta refiere que se deben diseñar y acondicionar hasta 02 muestreos por cada una de las pruebas realizadas en los distintos días de curado, ya que usualmente esto se ejecuta a los 28, 14 y 7 días, y al tener dos ensayos de cada lote este minimiza el error y mejora los parámetros de control del ensayo.

- Producción del lote sin intervenir el diseño de mezcla estándar del concreto.
- Producción de concreto para el lote con el 0.10 de sustitución parcial del volumen del agregado fino por peso de cenizas de cisco de café.
- Producción de concreto para el lote con el 0.15 de sustitución parcial del volumen del agregado fino por peso de cenizas de cisco de café.
- Producción de concreto para el lote con el 0.20 de sustitución parcial del volumen del agregado fino por peso de cenizas de cisco de café.

**Tabla N°3.5:** Elementos producidos para ensayos de resistencia  
**GRUPOS DE ESPECÍMENES**

CURADO	PATRÓN	NIVEL DE % DE CISCO DE CAFÉ EN CENIZAS CAFÉ		
		0.10	0.15	0.20
7	1	1	1	1
14	1	1	1	1
28	1	1	1	1

Fuente: Propio

**Tabla N°3.6:** Elementos producidos para ensayos de resistencia – total por cada grupo

CANTIDAD	GRUPOS DE ESPECÍMENES			
	PATRÓN	NIVEL DE % DE CISCO DE CAFÉ EN CENIZAS		
		0.10	0.15	0.20
36	3	3	3	3

**Fuente:** Propio

El presente estudio está comprendido por tres tipos de concreto a tres diferentes edades de curado, representado por un total de 12 especímenes para ser analizados y sometidos a rotura.

### Unidad de análisis

Máxima resistencia esperada de los testigos producidos con intervenciones de la variables independiente con el 0.10; 0.15 y 0.20 sustituido parcialmente por cenizas.

### 3.4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Nivel	Recolección		Herramienta	Procesamiento de los resultados	Resultados esperados
	Origen	Herramientas			
Recopilación de la bibliografía para el análisis de la información de las variables que intervinieren en el estudio	Granulometría de los materiales empleados para la producción del concreto sin adiciones y del material adicinante	Verificación bibliográfica Análisis de los repositorios consultados	Reporte de los ensayos de granulometría de los materiales empleados para la producción del concreto, y del adicinante (cenizas)	Se analizará la bibliografía y la información que se extraiga de ella, para ser utilizada como parámetro.	Recopilar la información básica para el desarrollo de la investigación.
Aplicar analisis muestral	Descripción de la etapa previa y material bibliográfico – investigadores	Analisis de los resultados de los ensayos granulometricos de los materiales	Verificación bibliográfica Análisis de los repositorios consultados	Se analizará la bibliografía y la información que se extraiga de ella, para ser utilizada como parámetro.	Trabajabilidad y propiedades mecánicas del concreto con y sin adiciones

Elaborar los diseños al 0.10, 0.15 y 0.20 del volumen sustituido	Información del paso antecedente	Verificación bibliográfica Análisis de los repositorios consultados	Testigos  Ensayo en concreto fresco	Verificación bibliográfica Análisis de los repositorios consultados	Estandarizas un diseño de mezcla con las adiciones incorporadas
Determinar propiedades mecánicas a los 28, 14 y 7 días de saturación	Nivel previo	Pruebas de compresión de los testigos	Laboratorio de compresión y ensayos mecánicos	Estudio de los resultados a traves de tablas estadísticas de control y hojas de cálculo con Excel.	Superar la resistencia esperada en al losa aligera para los diseños con adiciones $R > 210$

### Herramientas para recolectar datos

Este estudio que consiste en analizar cómo influyen las cenizas en las propiedades del concreto fresco y sólido, ha tenido como base un conjunto de herramientas técnicas y procedimientos estandarizados y normados.

- Teniendo como base a las normas STM C/33 y la norma técnica peruana 400-011 se realizó el análisis de la granulometría de los materiales.
- Considerando la norma ASTM C3-9 y la norma técnica peruana 339.034 se realizaron ensayos para determinar la resistencia máxima del concreto.
- Considerando la norma técnica ASTM C-293 se realizan ensayos de flexión

### 3.5. Operaciones

En esta investigación se han considerado 03 etapas fundamentales para estructurar su desarrollo, contemplando a detalle algunas de las actividades centrales, detalladas a continuación:

**Tabla N°3.7:** detalle de las etapas del estudio

<b>Nivel</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
<b>Trabajo de escritorio</b>	Esta actividad está centrada principalmente en la recolección y análisis de la información teórica, técnica y metodológica en la cual se afianzarán los resultados que sean hallados en nuestra investigación. De tal forma de cumplir los requisitos normados por las normas de construcción que rigen vigentemente en el país.
<b>Análisis de muestras y ensayos</b>	En esta actividad nos centraremos en las propiedades que poseen las cenizas obtenidas de cerámicos Pakamuros para luego separar las partículas más gruesas que esta tiene, con la finalidad de tener una homogeneidad en el volumen que será sustituido por el volumen de arena gruesa en el diseño de mezcla con 0.10; 0.15 y 0.20 del volumen del material reemplazado en función al peso de cemento que tiene la mezcla. Para ellos nos afianzaremos en la NTP ASTM C-136 – 400.012 para la granulometría de los componentes de la mezcla.

<b>Desarrollo y análisis de la información para el informe final</b>	Una vez obtenidos los resultados de granulometría de los elementos para los diseños del mezcla al 0.10; 0.15 y 0.20. se priorizarán, tabularan y estructuran a traves del Excel y una hoja de cálculo.
--	--

**Fuente:** Propio

### **3.6. Técnica de procesamiento de la información**

Con el propósito de obtener información real, precisa y certera, se confeccionan tablas analíticas con la data, gráficos de control, para exponer objetivamente los datos procesados.

**Propiedades químicas y físicas** del compuesto de la ceniza de cascarilla de café, este compuesto será analizado a través de la NTP E060, con la finalidad de determinar la estructura química y las propiedades de las mismas.

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la NTP de edificaciones es que se es que se ha conformado el proceso técnico y reglamentaria para elaborar el ***diseño de mezcla***.

**NTP 339.167**, para lograr determinar la máxima resistencia que soportan los elementos producidos para los ensayos en laboratorio también ha tenido en consideración la NTP de edificaciones y sus criterios reglamentarios.

### **3.7. Ética profesional**

La información recopilada de los destintos ensayos aplicados en laboratorio ha sido tratada adecuadamente si alterar su contenido y estructura, también se ha realizado la validación de los mismos a través de instrumentos de calidad de análisis y certificación de los laboratorios, conservando íntegramente esos resultados para su tratamiento.

- Dimensión social
- Recato

La investigación desarrollada se realiza con el propósito de generar nuevos conocimientos alternativos y la reutilización de un desecho de la actividad



industrial del café, contribuyendo a la conciencia y educación ambiental, los resultados obtenidos a través de los ensayos realizados, la confiabilidad de los mismos es validados a través de las constancias de certificación de calibración de los equipos e instrumentos por INDECOPI.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Metodología**

#### **4.1.1. Recursos:**

Los recursos principales para la producción del concreto lo son el cemento, la piedra y arena de calidad además del recurso hidratador de la mezcla, y como material sustituto de uno de los agregados parcialmente (ceniza).

#### **4.1.2. Técnica**

Se realizó un análisis para determinar los componentes químicos y algunas de las principales propiedades a las cenizas de cisco de café determinando las características físico químicas a través del análisis aplicado en laboratorio a una muestra de este material, luego de ser analizados los componentes de las cenizas, se procede a la elaboración del concreto patrón, se corrigen esas mezclas por la humedad contenida y se constituyen los lotes del grupo control con el 20%, 15% y 10% de sustitución parcial de agregado fino por cenizas en relación a la masa de cemento que se utiliza en la producción de 1m<sup>3</sup>, luego se realizan los ensayos al concreto fresco para determinar la trabajabilidad, se le proporciona un adecuado tratamiento de hidratación por saturación a los testigos para el análisis de las propiedades mecánicas a través de ensayos de rotura para determinar la resistencia máxima a esfuerzos compresivos de 28, 14 y 7 días, para cada uno de los procesos se evidencia la calidad de los materiales y funcionalidad de los equipos a través de sus certificaciones de calibración y errores máximos permisibles, de tal forma de que los resultados obtenidos en la investigación tengan mayor certeza para el análisis y discusión.

### **4.2. Selección de la cantera para la obtención de agregados**

#### **4.2.1. Arena Gruesa:**

##### **A. Elección de la planta procesadora de los agregados**

Para ello se ha tenido en cuenta los parámetros de algunas de las NTP, para los agregados a ser utilizados en la producción de los elementos de análisis, tales como la probetas a las cuales se les determinará la resistencia y su

trabajabilidad cuando el concreto un esté en estado fresco, principalmente los agregados de la zona son extraídos de las canteras ubicadas en los ríos de la provincia, Chamaya, Marañón, Amojú, donde se recolectan tanto la arena gruesa como las piedras que son llevadas a trituración para uniformizar su diámetro, principalmente de  $\frac{3}{4}$ " y  $\frac{1}{2}$ " hasta confitillos. Estos recursos finos y grueso, del grupo **JOSECITO**.

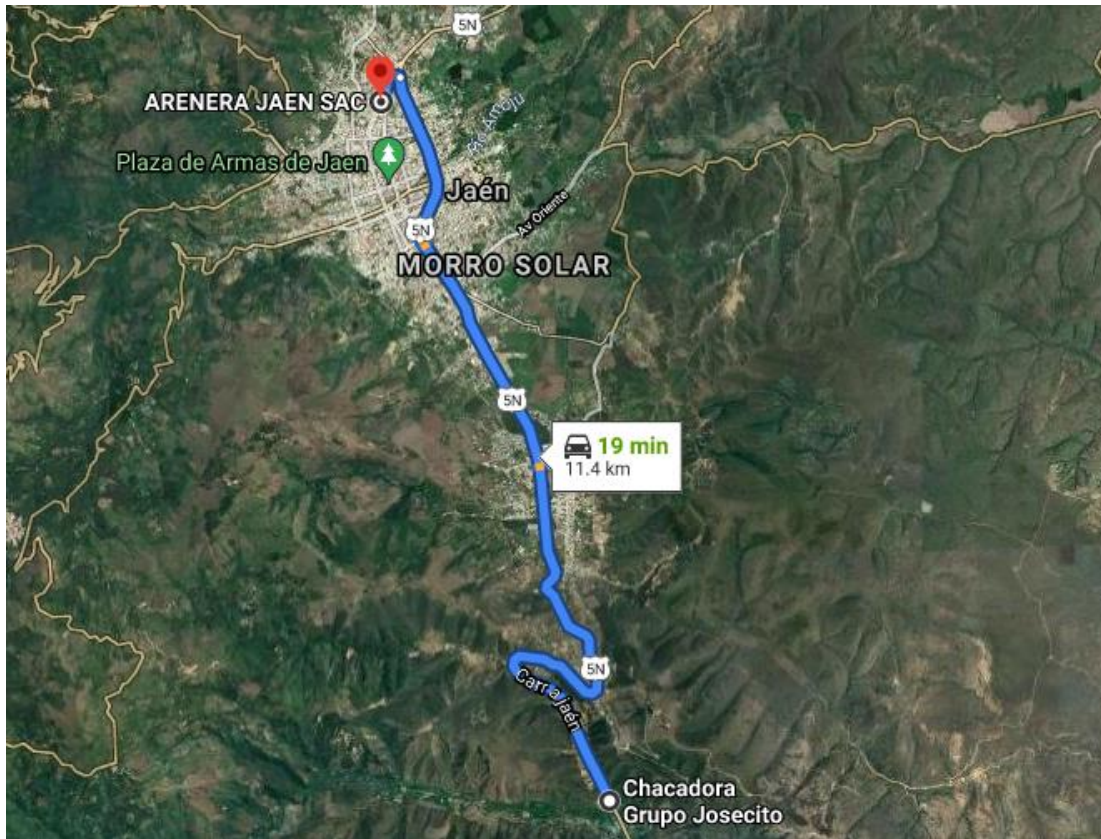
## B. Localización

Esta cantera se encuentra localizado en la entrada de la ciudad de Jaén, en la región cajamarquina, arenera del Grupo Josecito con georreferencia - 5.77204; -78.78472, a 43 msnm metros sobre el nivel del mar con una distancia de 11.47 Km desde aproximadamente desde Chamaya a la centro de la ciudad, cuyo recorrido tarda medianamente unos 20 minutos.



**Figura 4.1:** Trayectoria hacia la cantera

**Fuente:** Maps de Google



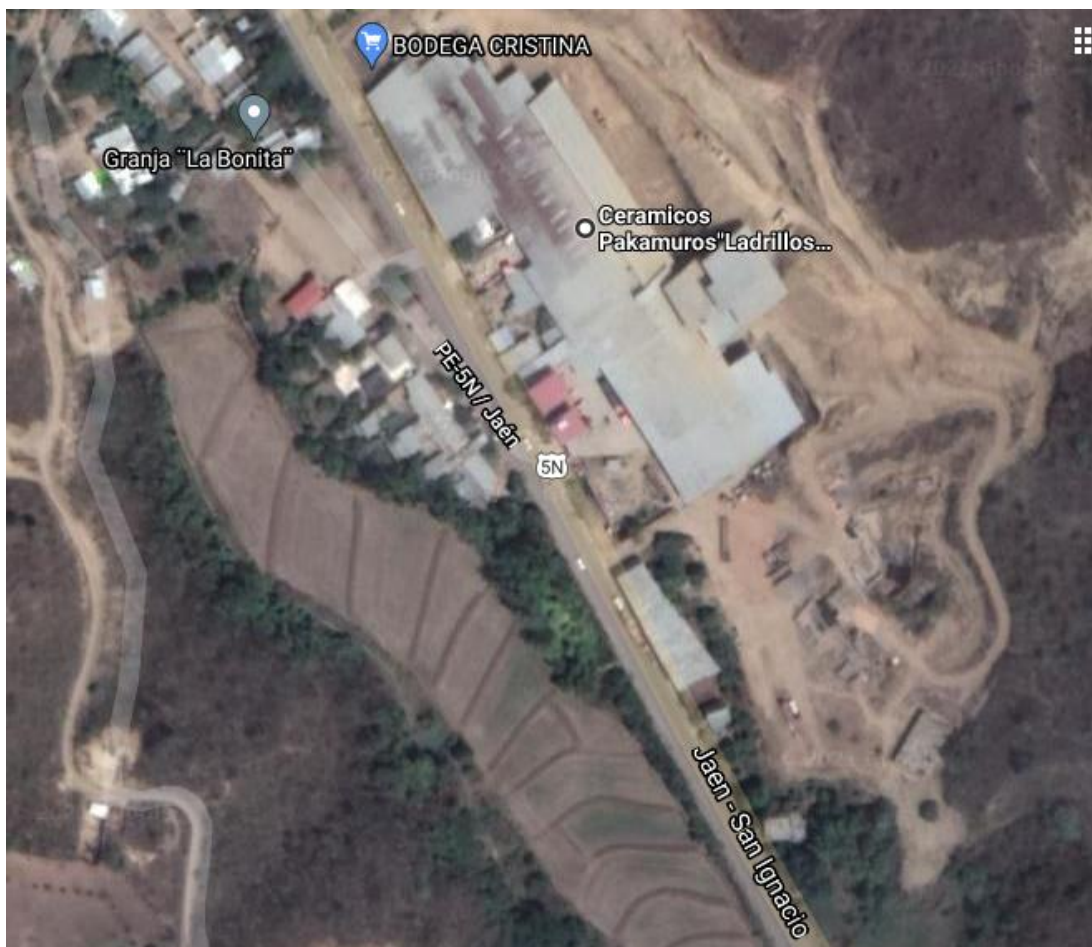
**Figura 4.2:** Trayectoria hacia la cantera

**Fuente:** Maps de Google

### **4.3. Proceso de obtención de las cenizas**

#### **4.3.1. Recolección**

Las cenizas fueron recolectadas de principal planta ladrillera de la provincia de Jaén, ladrillera Pakamuros que hallan en la región de Jaén en Cajamarca, específicamente en las coordenadas  $-5.64672$ ;  $-78.74484$ , una elevación estimada de 581 m.s.n.m y próximamente cercano a la ciudad de Jaén con un trayecto de unos 10.8 Km aproximadamente de separación entre la ciudad y el punto de extracción de las cenizas.



**Figura N.º 4.3:** Cerámicos pakamuros

**Fuente:** Maps de Google 2021

La planta productora de distintos tipos de ladrillos se encuentra localizado a la salida de la ciudad de Jaén, desvío al centro poblado de Santa cruz y Bellavista de la provincia de Jaén, esta planta está construida en el centro de sus principales canteras de materiales arcillosos para la producción de los bloques cerámicos, con amplia experiencia y de trayectoria en la producción y comercialización de todo tipo de ladrillos, Cerámicos Pakamuros tiene un proceso de calcinación de las arcillas que guarda relación y respeto al medio ambiente, pues cuenta con filtros de CO<sub>2</sub> en la mangas que atrapan los gases emitidos, además reutiliza materiales desechados de la actividad agroindustrial de la zona, tales como del pilado de arroz y café, virutas, entre otros, haciéndose de un reconocimiento por la diferenciación y ganando el liderazgo del sector ladrillero de la región cajamarquina.



#### 4.3.2. Principales características

Cerámicos Pakamuros utiliza los materiales sobrantes de procesos productivos de arroz y café, que es el cisco de café como elemento comburente en la calcinación del ladrillo controlando la temperatura aplicada para una adecuada cocción.

Estos desperdicios de la actividad agrícola poseer alto poder calorífico para lograr altas temperaturas en la incineración de las mismas, lo cual hace posible la cocción de las unidades cerámicas significando un ahorro energético significativo, pues brinda temperaturas mayores a 890 °C en promedio dentro del tambor cerámico controlado de otros factores externos que afecten el comportamiento de la autorregulación térmica.



Figura N.º 4.4: Cerámicos Pakamuros 2021

### **4.3.3. Selección de las cenizas**

Luego de ser obtenidas y recolectadas las cenizas producto de la combustión a través de la calcinación de las unidades cerámicas de la planta productora, estas se depositan temporalmente en un recipiente para la autorregulación térmica, permitiendo su manipulación y trabajabilidad en los siguientes pasos del proceso, siendo la tamización de las mismas el primero de ellos, es realizado considerando los tamices “N.º 50, N.º 80, N.º 100 y N.º 200” con la intención de no agrupar el agregado grueso y restos de carbón.

Considerando los tamices finos más para la granulometría de las cenizas específicamente la malla número cien, puesto que poseen mejores características además de que dicha finura se aprovecharía mejor, ya que evita la presencia de materiales que no han logrado calcinarse uniformemente.

Para una mejor referencia se señala revisar el Anexo N.º 02 del proceso de recolección y tratamiento de las cenizas durante los ensayos a los que se somete para determinar sus propiedades químicas y físicas.

#### 4.3.4. Determinación del nivel de absorción y peso específico de las cenizas de cisco de café

Proceso analítico:

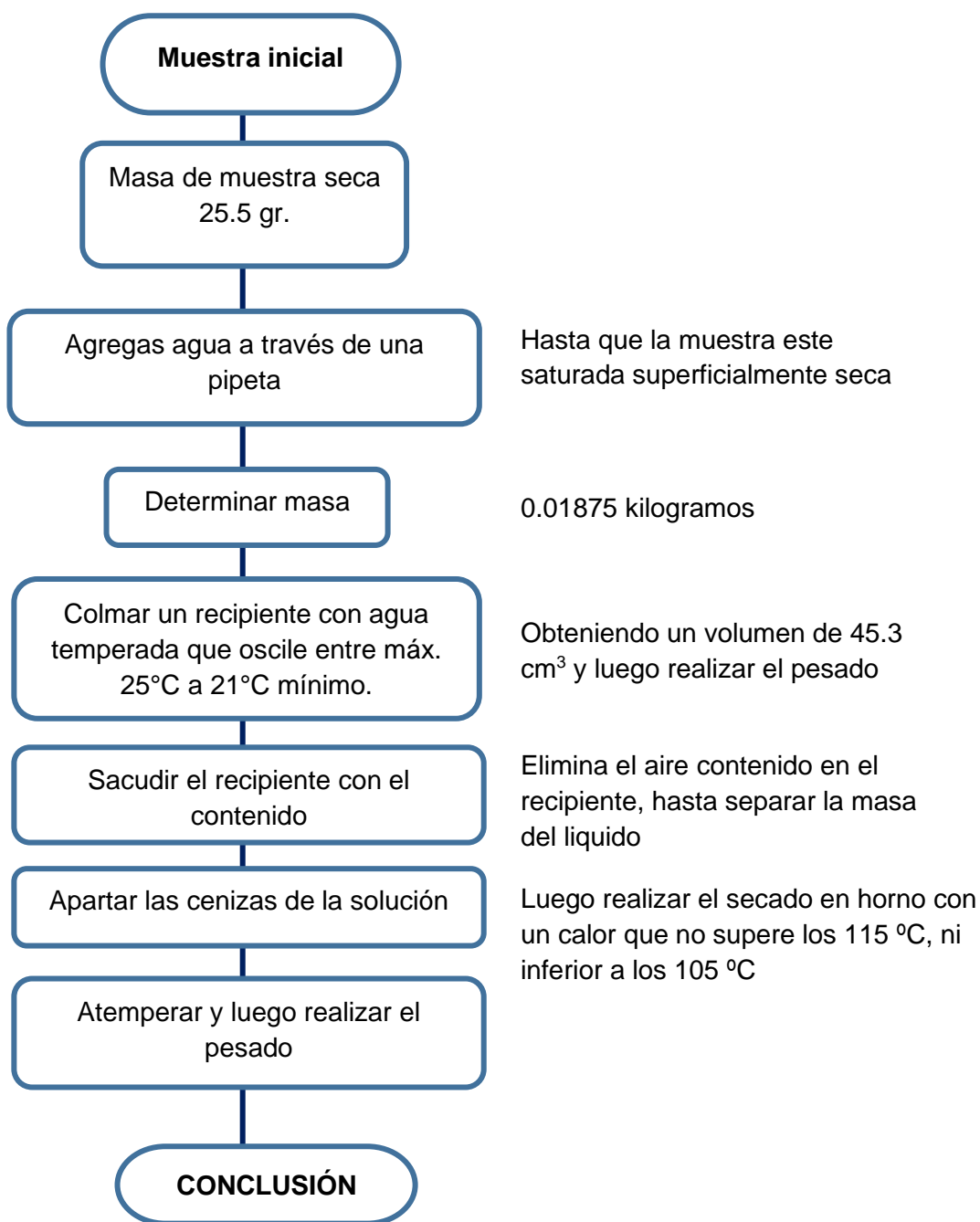


Figura N.º 4.5: Flujograma del proceso para determinar el nivel de absorción



Se determina a través de las siguientes ecuaciones, cuyas variables están comprendidas por la muestra y los elementos para el ensayo:

$$\text{Peso de la muestra secada en horno} = \frac{X}{(Y + Z - W)} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Nivel de permeabilidad} = \frac{R - Y''}{Y'} \dots\dots\dots (2)$$

**Para lo cual**

*Y'' = muestra tratada*

*Y' = muestra inicial*

*X = Muestra secada en el horno*

*Y = Volumen de agua utilizada para saturar la muestra inicial*

*Z = Pesos parciales de X e Y para la regulación*

*W = Peso de la muestra seca posterior al saturamiento*

**4.5. Información recopilada de los ensayos aplicados a las cenizas para determinar sus propiedades químicas y físicas**

**Tabla N.º 4.1:** Rasgos de las muestras de cenizas

<b>Descripción</b>	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m3</b>	<b>Promedio</b>
Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)	13,92	13,96	12,04	<b>13,31</b>
Peso de la probeta lleno de agua (gr)	72,19	72,170	72,07	<b>72,14</b>
Peso total de la probeta aforado con muestra y lleno de agua (gr)	78,27	78,75	77,79	<b>78,27</b>
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)	18,64	18,70	16,12	<b>17,82</b>
Peso específico de masa (gr/cm3)	1,11	1,15	1,16	<b>1,14</b>
Absorción (%)	33,91	33,95	33,89	<b>33,92</b>

**Fuente:** Resultados laboratorio – Anexo N.º 02.

#### 4.6. Resultados del análisis físico químicos a las cenizas de café.

Estos resultados fueron obtenidos del análisis aplicados en laboratorio, para demostrar sus componentes físicos y químicos

**Tabla N.º4.2:** Potencial hidrogeno

Muestra	Ph
Ceniza de cascarilla de café	13,03

**Fuente:** Ensayos aplicados – ver adjunto N.º 02.

**Tabla N.º4.3:** Determinación del volumen contenido en %SiO<sub>2</sub>

Peso de la muestra	Peso del crisol	Peso del crisol * peso del residuo (SiO <sub>2</sub> )	Peso del SiO <sub>2</sub>	% SiO <sub>2</sub>	% Si
0,500	41,820	41,869	0,049	9,80	4,58
0,500	42,827	42,876	0,049	9,80	4,58
Resultado		9,80		4,58	

**Fuente:** Ensayos aplicados – ver resultados en adjunto N.º 02.

**Tabla N.º4.4:** contenido de carbonato de calcio

Muestra inicial	Hidróxido de sodio	Mililitros	Hidróxido de sodio	mililitros	% de carbonato de calcio
1.00	0,445	1,97	23,66	21,72	43,42
1.00	0,445	2,17	23,65	21,53	43,02
<b>Media</b>			<b>43,22</b>		

**Fuente:** Ensayos aplicados – ver resultados en adjunto N.º 02.

**Tabla N.º4.5:** Sinopsis de la unidad de cenizas muestreado en base a la NT ISO11265

<b>Ensayo Químico</b>	<b>Und.</b>	<b>Expresión</b>	<b>Muestra</b>	<b>Norma Técnica</b>
Conductividad Eléctrica	ms/cm	ms/cm	84,4	ISO-11265-ASTMD 1125
Potencial de iones hidrógeno	Und.	pH	13,03	ASTMD-1293
Porcentaje de óxido férrico	%	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,76	Fotocolorimetría
Porcentaje de óxido de calcio	%	%CaO	24,42	MTCE-602
Porcentaje de carbonato de calcio	%	%CaCO <sub>3</sub>	43,2	Neutralización ácida
Porcentaje de óxido de silicio	%	%SiO <sub>2</sub>	9,80	MTCE-602
Porcentaje de silicio	%	%Si	4,58	MTCE-602

**Fuente:** Ensayos aplicados – ver resultados en adjunto N.º 02.

#### **4.7. Determinación de las propiedades de arena gruesa y piedra chancada utilizada en la producción de concreto**

##### **4.7.1. NTP 400.012 – análisis granulométrico**

Los materiales para la producción del concreto son componentes principalmente extraídos de los ríos de Jaén, la cual se consiguió de la “panta procesadora de agregados Josecito” situado camino a Jaén – en la localidad de Chamaya, de esta provincia de Jaén de la región de Cajamarca. Se extrajo una muestra de este material para ser analizado consiguiendo los tamices de granulometría de la NTP 4001.036 cuyos resultados se detallan a continuación:

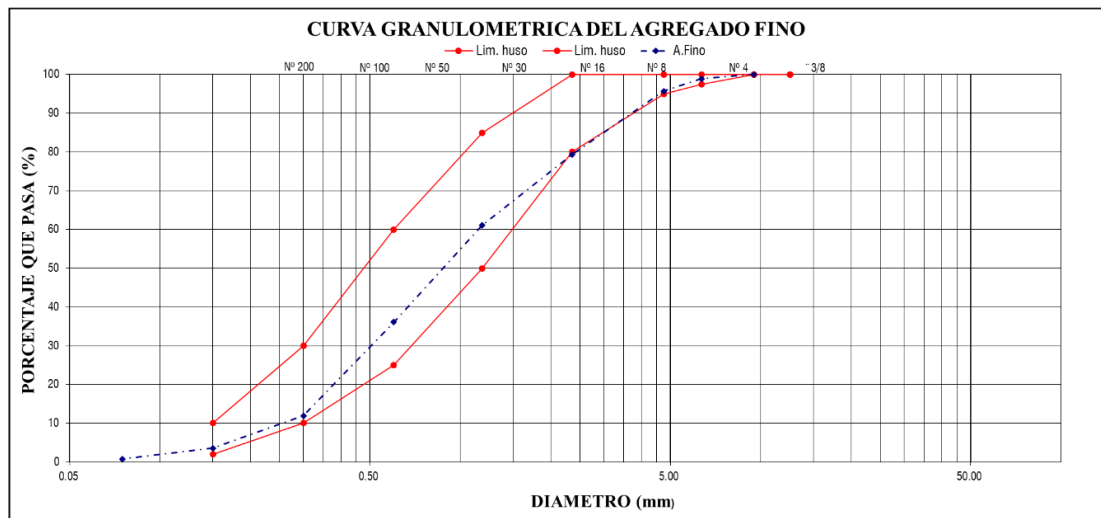
#### 4.7.1.1. Determinación de la granulometría

**Tabla N.º4.6:** Granulometría arena gruesa

**Resultado granulométrico de arena gruesa (NTP 401.012: 2001)**

Fracción gruesa	Tamiz		“(gr)	“% Ret.	% Ret.	% logra pasar	Limite NTP. 401.036
	N.º	Calibre (mm)					
Fracción gruesa	3/4"	19,2	-	-	-	1.00	-
	1/2"	12,54	-	-	-	1.00	-
	3/8"	9,54	-	-	-	1.00	1.00
	1/4"	6,36	10,07	1,05	1,11	98,93	-
Fracción gruesa	N.º 4	4,72	31,04	3,24	4,29	95,69	95-100
	N.º 8	2,37	155,89	16,42	20,59	79,37	80-100
	N.º 16	1,19	174,85	18,33	39,01	61,05	50-85
	N.º 30	0,62	238,42	24,87	63,89	36,07	25-60
	N.º 50	0,31	230,87	24,17	88,09	11,88	10-30
	N.º 100	0,18	79,83	8,41	96,49	3,52	2-10
	N.º 200	0,09	26,7	2,79	99,29	0,72	-
	Cazoleta	-.-	6,89	0,80	99,99	0,00	-
<b>Total</b>					<b>954,50</b>		
<b>Módulo de fineza (mf)</b>			<b>3,12</b>				

**Fuente:** Ensayos aplicados – ver resultados en Adjunto N.º 02.



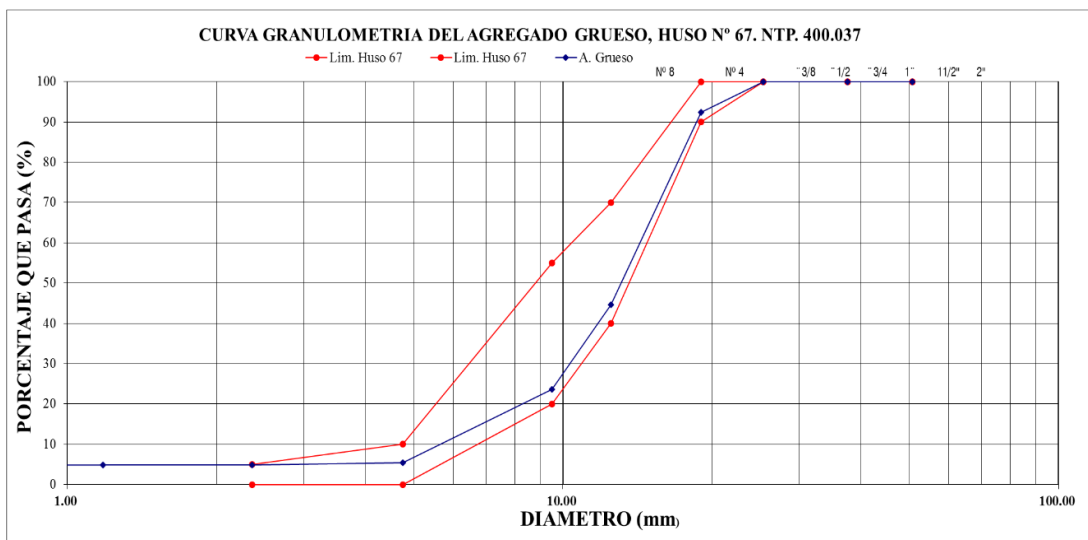
#### 4.7.2. Estudio de granulometría en base a la (NTP 400.012)

La piedra chancada procedente de la descomposición nativa o mecánica de las piedras del río Chamaya que se encuentra localizado a treinta minutos de la ciudad de Jaén, y se une con el río Marañón, esta cantera se encuentra situada en la localidad de Mochenta “Planta procesadora de agregados Jaén”, en la misma provincia y dichos agregados se encuentran estandarizados bajo la norma TINTEC 401.036 y que se detallan a continuación:

**Tabla N.º4.7:** Ensayo granulométrico al agregado grueso

<b>Ensayo de granulometría de agregados gruesos NTP 400.012</b>							
Fracción gruesa	Tamiz		Peso Ret.	% Parcial	% no	% logra	Especificación.
	N.º	Calibre (mm)	Parcial (gr)	retenid0	pasa	pasar	Huso 67 % que pasa
Fracción gruesa	1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	100
	3/4"	19,00	378,00	7,67	7,70	92,33	90 - 100
	1/2"	12,50	2351,20	47,70	55,40	44,63	-
	3/8"	9,50	1033,80	20,98	76,30	23,65	20 - 55
Fracción gruesa	N.º 4	4,75	900,80	18,28	94,60	5,37	0 - 10
	N.º 8	2,36	25,60	0,52	95,10	4,86	0 - 5
	N.º 16	1,18	2,70	0,05	95,20	4,80	-
	N.º 30	0,60	1,60	0,03	95,20	4,77	-
	N.º 50	0,30	0,00	0,00	95,20	4,77	-
	N.º 100	0,15	0,00	0,00	95,20	4,77	-
	N.º 200	0,075	0,00	0,00	95,20	4,77	-
	Cazoleta	-.-	236,00	4.75	1.00	1.00	
<b>Total</b>				<b>4929.60</b>			
<b>Finura (mf)</b>				<b>6,553</b>			

**Fuente:** Ensayos aplicados – ver resultados en adjunto N.º 02.



#### 4.8. Determinación de la humedad de los agregados

La humedad contenida en cada uno de los agregados antes de la producción de los lotes tanto del grupo control como experimental se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla N.º4.8:** Porcentaje de humedad en la arena gruesa

Descripción	Tipo de mezcla			
	0%	10%	15%	20%
Peso muestra húmeda (Pw)	3 000"	3 000	3 000	3 000
Peso muestra seca (Ps)	2 937	2 913	2 884	2 878
Contenido de humedad (C.H.)	2.10%	2.90%	3.87%	4.07%

**Fuente:** propio

**Tabla N.º4.9:** Porcentaje de humedad contenida en la piedra chancada

Descripción	Tipo de mezcla			
	0%	10%	15%	20%
Peso muestra húmeda (Pw)	5 000	5 000	5 020	5 000
Peso muestra seca (Ps)	4 980	4 919	4 946	4 925
Contenido de humedad (C.H.)	0.40%	1.62%	1.47%	1.50%

**Fuente:** Propio

#### 4.9. Peso específico y Nivel de absorción

De los hallazgos en el análisis luego de haber realizado este procedimiento bajo la NTP 401.022 empleado para la arena gruesa y la NTP 4001.023 para la piedra chancada se construye las tablas que se muestran a continuación:

**Tabla N.º4.10:** Nivel de absorción de la arena gruesa y peso específico

<b>Gravedad específica y absorción del agregado fino NTP 400.022</b>				
Ensayo N.º	1	2	3	Promedio
Peso en el aire de la Muestra secada al horno (gr) a	490,00	490,00	490,00	
Peso del frasco lleno de agua (gr)	702,91	707,54	704,42	
Peso total del frasco aforado con muestra y lleno de agua (gr)	1010,7	1 022,00	1018,30	
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr) s	500,00	500,00	500,00	
Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2,55	2,64	2,63	2,61
Absorción (%)	2,04	2,04	2,04	2,04

**Fuente:** Propio

**Tabla N.º4.11:** Nivel de absorción y peso específico del agregado grueso.

<b>Gravedad específica y absorción de agregado grueso NTP 400.021</b>				
Ensayo N.º	1	2	3	Promedio
Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr) a	4445,00	4448,00	4445,00	
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)	4500,70	4500,60	4500,50	
Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr) c	2833,70	2836,40	2831,10	
Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2,67	2,67	2,66	2,67
Absorción (%)	1,25	1,18	1,25	1,23

**Fuente:** elaboración propia

#### 4.10. Peso unitario

Los resultados obtenidos tras realizar los diferentes ensayos de acuerdo a la NTP 401.018, se confecciona una tabla demostrada a continuación

**Tabla N.º4.12:** Compactación de arena gruesa y peso unitario sin saturar

<b>Peso unitario compactado del agregado fino (NTP 400.017)</b>			
Ensayo N.º	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4 190,00	4 190,00	4 190,00
Peso del recipiente + material (gr.)	9 064,00	9 088,00	9 075,00
Peso del material (gr.)	4 874,00	4 898,00	4 885,00
Factor (f)	0,353	0,353	0,353
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1 722	1 731	1 726
Peso unitario seco compactado promedio	1 726 kg/m <sup>3</sup>		

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla N.º4.12:** Compactación de piedra chancada y peso unitario sin saturar

<b>Peso unitario compactado del agregado grueso (NTP 400.017)</b>			
Ensayo N.º	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	6 681,00	6 681,00	6 681,00
Peso del recipiente + material (gr.)	27526,00	27627,00	27567,00
Peso del material (gr.)	20845,00	20946,00	20886,00
Factor (f)	0,0741	0,0741	0,0741
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1 545	1 552	1 548
Peso unitario seco compactado promedio	1 548 kg/m <sup>3</sup>		

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla N.º4.13:** determinación del peso unitario sin compactar de la arena gruesa

<b>Peso unitario suelto del agregado fino (NTP 400.017)</b>			
Ensayo N.º	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4 190,00	4 190,00	4 190,00
Peso del recipiente + material (gr.)	8 693,00	8 707,00	8 720,00
Peso del material (gr.)	4 503,00	4 517,00	4 530,00
Factor (f)	0,353	0,353	0,353
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1 591	1 596	1 600
Peso unitario seco suelto promedio	1 596 kg/m <sup>3</sup>		

**Fuente:** Propio



**Tabla N.º4.14:** análisis de los hallazgos del Peso Unitario sin compactar de la piedra chancada

<b>Peso unitario suelto del agregado grueso (NTP 400.017)</b>			
Ensayo N.º	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	6 681,00	6 681,00	6 681,00
Peso del recipiente + material (gr.)	25 408,00	25 666,00	25 543,00
Peso del material (gr.)	18 727,00	18 985,00	18 862,00
Factor (f)	0,0741	0,0741	0,0741
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1 388	1 407	1 398
Peso unitario seco suelto promedio	1 398 kg/m <sup>3</sup>		

**Fuente:** Propio (2019)

#### **4.11. Criterios para la elección del agua y cemento para el concreto**

##### **4.11.1. Uso del cemento Portland – tipo I**

Este material utilizado para la producción de concreto fue seleccionado por tener certificados de calidad a nivel nacional y reconocimiento en la industria cementera a nivel mundial puesto que tiene muchas propiedades químicas y físicas adecuadas para lograr resistencias máximas y durabilidad en el concreto.

**Tabla N.º4.15:** Composición del cemento Pacasmayo tipo I - portland

<b>Composición química</b>		<b>CPSA A</b>	<b>NTP 334.009 / ASTM C150</b>
MgO	%	2,3	máximo 1,5
SO <sub>3</sub>	%	2,7	máximo 3,0
Pérdida por Ignición	%	3,0	máximo 3,5
Resido insoluble	%	0,92	máximo 6,0

**Fuente:** Pacasmayo,2021 – Ver **Adjunto N.º 04**

**Tabla N.º4.16:** Características del cemento tipo I - Portland

Propiedades físicas		CPSAA	NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión en autoclave	%	0,09	Máximo 0,80
Superficie específica	cm <sup>2</sup> /g	3 750	Mínimo 2 800
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	3,10	No especifica
Resistencia a compresión			
Resistencia Compresión a 3 días	MPa	26,1	Mínimo 12
	Kg/cm <sup>2</sup>	266	(Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa	33,9	Mínimo 19
	Kg/cm <sup>2</sup>	346	(Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días	MPa	42,3	Mínimo 28
	Kg/cm <sup>2</sup>	431	(Mínimo 286)
Tiempo de fraguado Vicat			
Fraguado inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado final	min	267	Máximo 375

**Fuente:** Pacasmayo, 2021 – **Adjunto N.º 04**

#### 4.11.2. Recurso de hidratación de mezcla y curado de elementos para ensayos

Es muy importante que este recurso sea de calidad y cumpla parámetros de potabilidad, puesto que tienen estrecha relación con la calidad de concreto elaborado, su trabajabilidad y muchas de sus propiedades. Aunado a ello la hidratación de los elementos fabricados para ser ensayados a compresión deben ser curado con agua de calidad.

El recurso hídrico empleado tanto para el curado como para la elaboración del concreto ha sido contemplado bajo norma técnica y respetando los parámetros mínimos que este debe disponer, se utilizara agua potable.

**Tabla N.º4.17:** NTP Parámetros del agua para el curado y producción de concreto.

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sales Solubles	150 ppm
PH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1 500 ppm
Materia Orgánica	10 ppm

**Fuente:** Norma técnica peruana 338-089

Este proyecto ha utilizado recursos hídricos potabilizados tanto para el procedimiento de curado del concreto y su producción de las probetas elaboradas sustituidas parcialmente con cenizas y sin sustitución del agregado fino por el peso de cenizas.

#### 4.12. Elaboración del diseño de mezcla

##### 4.12.1. Elaboración de concreto sin intervenir con sustituciones

Luego de la realización de los diversos ensayo previos, a las cenizas del cisco de café, materiales gruesos y finos, y determinar las propiedades y analizar los parámetros físicos y químicos de estos componentes para la producción de conceto, se ha procedido a la conformación de las mezclas, considerando la propiedades detalladas a continuación.

**Tabla N.º4.18:** Características de los recursos empleados en la producción de concreto

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso	Cemento	Ceniza de cascarilla de café
Tamaño máximo nominal		1/2"		
Peso específico de masa	2,610 gr/cm <sup>3</sup>	2,670 gr/cm <sup>3</sup>	3,100 gr/cm <sup>3</sup>	1,140 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco suelto	1 596 kg/m <sup>3</sup>	1 398 kg/m <sup>3</sup>		
Peso unitario seco compactado	1 726 kg/m <sup>3</sup>	1 548 kg/m <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (%)	2,14	0,40		
Absorción (%)	2,04	1,23		
Módulo de finura	3,12	6,55		

**Fuente:** Propio

Nuestro estudio que tiene como propósito determinar cómo influye la sustitución de agregado fino por el volumen de cenizas en las propiedades mecánicas y trabajabilidad del concreto para la construcción de una losa aligerada, estas propiedades serán determinadas a través de los ensayos al concreto en estado fresco y en su disposición final para ello se ha considerado diseñar la mezcla considerando la finura de los materiales en combinación, ya

que este admite la diversificación similar tanto en arena gruesa como en piedra chancada durante la producción del concreto y la sustitución parcial de alguno de ellos.

#### **a.) Resistencia permisible o admitida**

Considerando que el propósito de la investigación desarrollada con la sustitución parcial de agregado fino por cenizas es que el concreto obtenido sea igual o superior a los 210 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.

#### **b.) Determinación ensayo de asentamiento o Slump**

Igualmente, este parámetro se ha obtenido a través de ensayos estandarizados para niveles de trabajabilidad y resistencia esperada del concreto, la naturaleza de este proyecto por adiciones parciales de cenizas y la sustitución de arena gruesa por las mismas inclinan al proyecto a optar por una mezcla plástica y estos rangos de asentamiento se detallan a continuación.

**Tabla N.º4.19:** Trabajabilidad determinada a través del asentamiento

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	>= 5"

**Fuente:** Abanto, (2009)

#### **c.) Tamaño nominal máximo de la piedra chancada**

De acuerdo a la tabla N.º4.18: donde se brindan los detalles de los recursos necesarios para la producción de concreto estándar, se obtiene que el máximo tamaño nominal de la piedra chancada es de ½"

#### **d.) Determinación del volumen de agua para producción de concreto**

Este volumen ha sido determinado a través del nivel de asentamiento del concreto fresco, el máximo tamaño nominal de los materiales para la producción de concreto con y sin aire contenido, el volumen estimado es de

205 litros por metro cubico, en función al aire contenido en la mezcla y se detalla en la tabla a continuación.

**Tabla N.º4.20:** Volumen de agua en función al nivel de asentamiento y consistencia del concreto.

Asentamiento	Agua, en L/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales del agregado grueso y consistencia indicados							
	(3/8")	(1/2")	(3/4")	(1")	(1 1/2")	(2")	(3")	(6")
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	205	200	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

**Fuente:** Abanto, (2009)

#### e.) Determinar el aire contenido

Este volumen ha sido determinado a través de ensayos estandarizados en función al máximo tamaño nominal de los materiales, que se detalla en la tabla, siendo para nuestro proyecto la piedra chancada 1/2" por ende le corresponde el 2% de aire atrapado en la mezcla.

Tamaño máximo Nominal	Contenido de aire
1/4"	3,0%
3/8"	2,5%
1/2"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

**Fuente:** Abanto, (2009)

#### f.) Determinación de la proporción agua/cemento

La relación del volumen de agua entre el peso del cemento necesario se ha determinado en función a la resistencia esperada, considerando las

propiedades del concreto fresco y endurecido, para conservar su trabajabilidad y resistencia mecánica a esfuerzos externos de compresión.

En este estudio se ha considerado una resistencia esperada de 210 kg/cm<sup>2</sup> con el 2% de aire incorporado en la mezcla en tal sentido se ha procedido a estimar el peso del cemento para la producción del concreto en base a los parámetros definidos.

**Tabla N.º4.21:** Ratio a/c en concreto con y sin aire y resistencias máximas

Resistencia máxima a 28 días	Ratio a/c	
	Sin aire contenido	Con aire contenido
160	0,81	0,72
210	0,71	0,63
260	0,63	0,54
310	0,56	0,47
360	0,49	0,41
410	0,42	0,36
460	0,39	0,32

**Fuente:** Abanto, (2009)

Como se evidencia en la table arriba detallara, que para llegar a la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> este ratio se encuentra en el intervalo de 260 y 310, se determina a continuación, interpolando estos rangos con sus respectivos ratios.

$$\alpha_0 = 200 \quad \text{-----} \quad \beta_0 = 0,70$$

$$\alpha = 210 \quad \text{-----} \quad \beta = ?$$

$$\alpha_1 = 250 \quad \text{-----} \quad \beta_1 = 0,62$$

$$\beta = \beta_0 + \frac{\beta_1 - \beta_0}{\alpha_1 - \alpha_0} (\alpha - \alpha_0)$$

$$\beta = 0,70 + \frac{0,62 - 0,70}{250 - 200} (210 - 200)$$

$$\beta = 0,6839$$

luego de haber interpolado se logró determinar el ratio de  $\beta = 0,6839$

### g.) Determinación del volumen del cemento en el concreto

Luego de determina la relación de a/c (agua/cemento) una vez determinado el volumen de agua necesaria se procede a determinar el peso ce cemento que se requiere en la producción de 1m<sup>3</sup> de concreto desarrollando la ecuación siguiente:

$$\frac{\text{volumen de agua}}{\text{columen de cemento}} = 0,6841$$

$$\frac{205}{\text{volumen cemento}} = 0,6841$$

$$\frac{205}{0,6841} = \text{volumen de cemento}$$

$$\text{volumen de cemento} = 316,361$$

Entonces, el peso de este recurso para la producción de 1m<sup>3</sup> de hormigón está determinado por el peso de 316,359 Kg/m<sup>3</sup>.

### h.) Estimación de volúmenes absolutos

Este está determinado por la relación inversamente proporcional del peso calculado y el peso de la masa específica, considerando las magnitudes escales.

$$\text{Cantidad de cemento tipo I} = 316.365 * 3.1^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.102050988$$

$$\text{Cantidad de agua utilizada} = 225.53 * 0.01 = 0.22553$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.0.2$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.0.2$$

$$\text{Cantidad adición} = 637.81 * 1.141^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.0278$$

$$\begin{aligned} \text{Sumatoria de volúmenes} &= 0.102050795 + 0.225 + 0.02 + 0.0278 \\ &= 0.375301853 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de arena gruesa y piedra} &= 1 - 0.3298184174 \\ &= 0.679948185 \text{kg} * \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

**i.) Determinación de la cantidad de materiales a través de la finura de los mismos en combinación**

Según Rivera, (2010) aconseja determinados tamices indicados para la granulometría normados e indicados en la tabla anteriormente descrita.

En base a la granulometría de la piedra chancada, concierne el tamiz de una pulgada 2.54 cm. De tal forma de determinar el proceso a través de Excel en una hoja de cálculo y evaluar a través de distintas simulaciones porcentuales de los materiales hasta comprobar el volumen de materiales optimo permanezca en los parámetros establecidos del tamiz.

En la presente investigación desarrollada se ha tenido en cuenta los parámetros granulométricos normados para los distintos diseños de mezcla para la elaboración de concreto para construir una losa, en combinación de arena gruesa y piedra chancada e ½", 44.80% y 50.20% respectivamente.



**Tabla N.º4.22:** Valores de granulométricos aconsejables

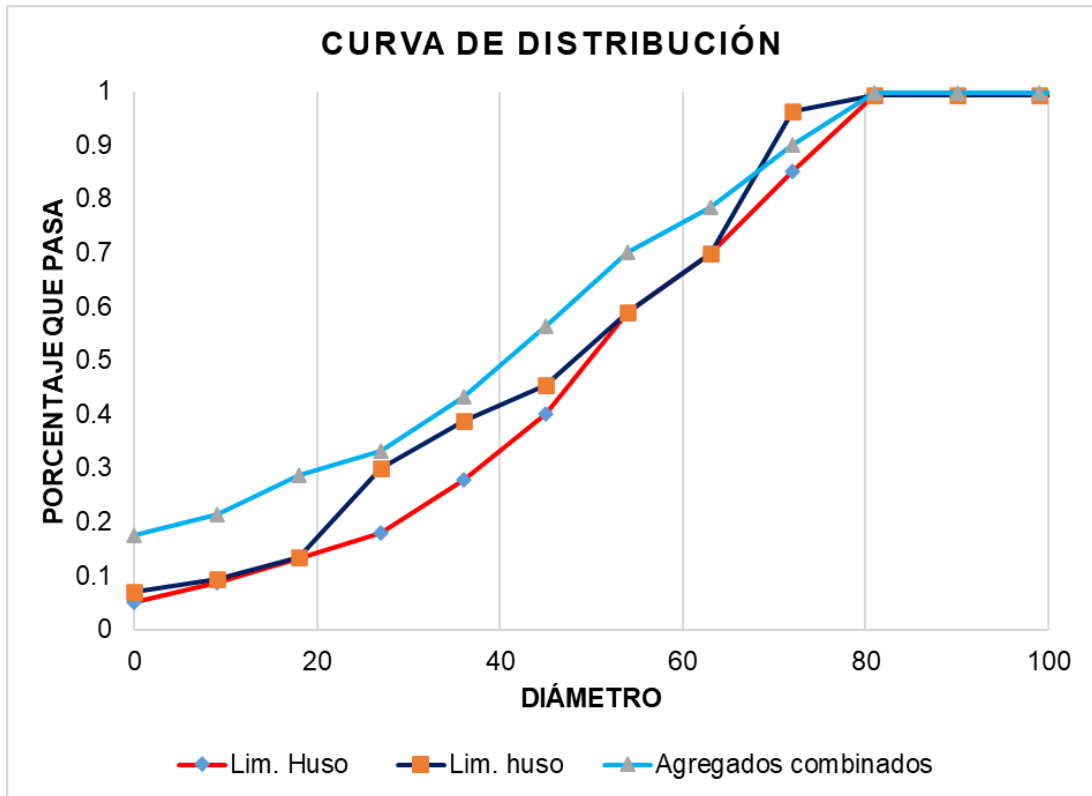
MALLA	Porcentaje de material que pasa por las diferentes mallas									
	milímetr os	88,90 (3 ½")	76,20 (3")	63,50 (2 ½")	50,80 (2")	38,10 (1 ½")	25, (1")	19,00 (¾")	12,7 (½")	9,552 (⅜")
3 ½	90,6	100								
3	76,1	94 91	100							
2 ½	64,0	89 83	94 91	100						
2	50,8	82 73	87 80	92 88	100					
1 ½	38,1	74 62	78 68	83 75	90 85	100				
1	25,4	64 50	68 55	72 60	78 68	87 80	100			
¾	19,0	58 42	62 47	65 51	71 58	78 68	90 85	100		
½	12,7	50 34	53 37	57 41	62 47	68 55	78 68	87 80	100	
⅜	9,51	45 29	48 32	51 35	56 40	62 47	71 58	78 68	90 85	100
N.º 4	4,75	36 20	38 22	40 24	44 27	48 33	56 40	62 47	71 58	78 68
N.º 8	2,35	28 13	30 15	32 16	34 18	38 23	44 27	48 32	55 40	61 46
N.º 16	1,17	22 9	23 10	25 11	27 13	30 16	34 18	38 22	44 27	48 32
N.º 40	590µ	16 7	17 8	21 7	22 11	24 12	28 14	31 16	33 18	39 23
N.º 60	298µ	15 5	13 5	16 4	19 9	19 8	22 10	24 11	28 14	31 16
N.º 200	148µ	12 4	10 4	13 5	15 5	15 6	18 7	19 8	22 10	24 11

**Fuente:** Córdoba (2010)

**Tabla N.º4.23:** Fineza de composición de materiales combinados

Descripción		Agregado Fino		Agregado Grueso		Porcentaje De Combinación		Módulo De Combinación
Muestra sin saturar		954,50 gr.		4 928,70 gr.		44,80%		
Muestra saturada		920,92 gr.		4 693,70 gr.		Agregado Fino 55,20%		
Pesa inferior N.º 200		33,58 gr.		235,00 gr.		Agregado Grueso		
N.º	Tamiz Abertura (mm)	Retención Parcial	% Retenido	Retención Parcial	% Retenido	% retención mezcla	Porcentaje% Ret. total	% Que lograr filtrarse
1"	25,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,01	0,00	0,00	378,00	7,67	4,23	4,23	95,77
½"	12,50	0,00	0,00	2 351,20	47,70	26,29	30,51	69,49
3/8"	9,50	0,00	0,00	1 033,80	20,98	11,56	42,07	57,93
Nº4	4,75	41,13	4,31	900,80	18,28	12,01	54,07	45,93
N 8	2,36	155,81	16,32	25,60	0,52	7,62	61,69	38,31
N 16	1,18	174,87	18,32	2,70	0,05	8,26	69,95	30,05
N 30	0,60	238,43	24,98	1,60	0,03	11,23	81,18	18,82
N 50	0,30	230,86	24,19	0,00	0,00	10,86	92,04	7,96
N 100	0,15	79,82	8,36	0,00	0,00	3,75	95,79	4,21
Cazoleta	-.-	33,58	3,52	235,00	4,77	4,21	100,00	0,00
<b>Total</b>		<b>954,49</b>	<b>100,00</b>	<b>4 928,69</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>5,02</b>	

*Fuente:* Rivera, (2010)



**Figura N.º 4.6:** Materiales del concreto combinados

Este proceso nos señala que la combinación de los volúmenes de arena gruesa y piedra chancada es de  $0.672949024 m^3$  el 44.20 es de agregado fino y el 55.80% es de agregado grueso

Por lo tanto, los volúmenes de los materiales producir un  $1m^3$  concreto es de:

**Volumen de arena fina sin humedad  $kg/m^3$**

$$= 0.4490 * 0.624649134 * 2610 \frac{kg}{m^3} * 0.001 * 1000000 = 733.1257$$

**Volumen de piedra chancada sin humedad  $kg/m^3$**

$$= 0.5510 * 0.624779134 * 2670 \frac{kg}{m^3} * 0.001 * 1000000 = 918.889$$

**Tabla N.º4.24:** Volúmenes de agregados sin humedad

<b>Suavización del volumen de materiales por humedad contenida para 1 m<sup>3</sup></b>	
Cemento	316.359 kilogramos
Agua potable	205.00 litros
Arena gruesa húmeda	788.629 kilogramos
Piedra chancada húmeda	990.019 kilogramos

**Fuente:** Propio

**j.) Corrección de agregados por contenido de humedad**

previamente los agregados secos serán corregidos previo a empezar la elaboración del concreto, estos cálculos serán realizados teóricamente en función a los datos de las tablas que muestran las propiedades de los mismos y que intervienen en la trabajabilidad y propiedades mecánicas.

$$\text{Cantidad de cemento tipo I} = 316.365 * 3.1^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.102050988$$

$$\text{Cantidad de agua utilizada} = 225.53 * 0.01 = 0.22553$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.02$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.02$$

$$\text{Cantidad adición} = 316.365 * 1.141^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.0278$$

$$\begin{aligned} \text{Sumatoria de volúmenes} &= 0.102050795 + 0.225 + 0.02 + 0.0278 \\ &= 0.375301853 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de arena gruesa y piedra} &= 1 - 0.375301853 \\ &= 0.624698147 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Luego de determinar los volúmenes efectivos de cada uno de los componentes en la producción de un metro cubico de concreto, cemento, agua y agregado se

Tabla N.º4.25: Volumen de agregados por corrección de la humedad contenida en los agregados

<b>Suavización del volumen de materiales por humedad contenida para 1 m<sup>3</sup></b>	
Cemento	316.361 kilogramos
Agua potable	212.52 litros
Arena gruesa húmeda	805.4578 kilogramos
Piedra chancada húmeda	993.576 kilogramos

**Fuente:** Propio

#### **4.12.2. Producción del concreto con adiciones porcentuales de ceniza y sustitución parcial del agregado fino**

En la producción de este concreto se emplea la información detallada en la tabla N.º donde se muestra la variabilidad en la humedad contenida en relación a los datos del conceto estándar, la diferenciación persiste debido a que la estimación de la humedad contenida debe realizarse antes de la elaboración del concreto.

**Tabla N.º4.26:** detalle de los componentes para la elaboración de concreto con adición parcial de ceniza al 0.10.

<b>Descripción</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Cemento</b>	<b>Ceniza de cascarilla de café</b>
Tamaño máximo nominal		1/2"		
Peso específico de masa	2,610 gr/cm <sup>3</sup>	2,670 gr/cm <sup>3</sup>	3,100 gr/cm <sup>3</sup>	1,140 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco suelto	1 596 kg/m <sup>3</sup>	1 398 kg/m <sup>3</sup>		
Peso unitario seco compactado	1 726 kg/m <sup>3</sup>	1 548 kg/m <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (%)	2,14	0,40		
Absorción (%)	2,04	1,23		
Módulo de finura	3,12	6,55		

**Fuente:** Propio

**a.) Determinar al resistencia promedio esperada ( $f'_{cr}$ )**

Este parámetro se determina en función a la resistencia del concreto sin adición parcial por sustitución del agregado fino.

**b.) Ensayo del nivel de asentamiento**

Este tiene mejor y mayor trabajabilidad se considera un promedio en el asentamiento que oscila entre los 7.62 a 10.16 centímetros de asentamiento.

**c.) Elección de la dimensión nominal máximo de la piedra chancada**

El tamaño del agregado determinado es de 1/2", en base a lo detallado en tabla N.º4.26.

**d.) Primer cálculo del agua para la producción de concreto estándar**

a través de las tablas se determina que el volumen inicial de agua es de 205 Litros por metro cubico de concreto considerando parámetros similares que para el concreto estándar.

**e.) Evaluación del volumen del aire atrapado en la mezcla**

El porcentaje de aire contenido está determinado en función a las características deseadas en el concreto, tanto en estado fresco como endurecido, siendo una mezcla plástica 5.08 cm de asentamiento para la trabajabilidad cuando se realice la disposición final del concreto. Por lo tanto, es el 2% el aire atrapado en el volumen del concreto que se va a producir.

**f.) Evaluación de la correlación (a/c) cemento / agua**

continuando con los pasos aplicados para la producción del concreto estándar se obtuvo una relación a/c de 0,683.

**g.) Determinación del volumen de cemento a utilizar**

Se establecen los parámetros del diseño patrón (sin adiciones), entonces la cantidad de cemento para 1m<sup>3</sup> de concreto estándar de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, son 316,361 Kg/m<sup>3</sup>.

**h.) Determinación de la cantidad de cenizas de cisco de café**

En la producción de este concreto, incorporando con el 0.10 de ceniza de cisco de café, sustituyendo al agregado fino, está relacionado al volumen de la masa del cemento a utilizar, entonces las cenizas a emplear en este diseño del 10% es de 31.36 kg/m<sup>3</sup>.

**i.) Determinar el nuevo volumen de agua para el diseño (na)**

Tener en consideración que la ceniza de cascarilla de café actúa tal cual un componente cementante, por ende, se realiza la modificación del volumen de agua conservando la relación agua/materiales cementantes. Como se detalla a continuación en el cálculo del nuevo volumen de agua para la mezcla adicionando las cenizas como cementantes más el peso del cemento y se estima de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Nuevo volumen de agua}}{\text{Volumen de cemento} + \text{volumen de ceniza}} = 0.6841$$

$$= \frac{\text{Nuevo volumen de agua}}{316.3598 + * 0.10 * 316.3598} = 225.499$$

Por lo tanto, el nuevo volumen de agua necesario para la producción del concreto es de 225.499 litros

#### **j.) Determinación del valor absoluto del volumen**

Una vez que se haya determinado las cantidades de los materiales, agregados, cemento, agua y aire, se prosigue a calcular los volúmenes que estos representan en 1 m<sup>3</sup> de concreto, se logra estimar estos volúmenes de materiales dividiendo la masa entre la densidad de cada uno de estos materiales, siempre teniendo en cuenta las magnitudes escalares que se emplea.

$$MGH = MGS * (1 + p * 0.01)$$

$$MFH = MFS * (1 + p * 0.01)$$

$$\text{Volumen de agua neto} = \text{volumen de agua real para el diseño} - (a + b)$$

$$a = MGS * (p - w * 0.01)$$

$$b = MFS * (p - w * 0.01)$$

*MGcH = Material grueso con humedad*

*MGS = Material grueso sin humedad*

*MFcH = Material fino con humedad*

*MFS = Material fino sin humedad*

*p \* 0.01 = Nivel de humedad contenida en piedra chancada o arena gruesa*

*w \* 0.01 = Nivel de permeabilidad de arena gruesa o piedra chancada*



Revisar dichos valores para p y w en la datos indicados en la tabla 4.18

$$MFcH = 788.6189 * (1 + 2.140 * 0.01) = 804.987$$

$$MGcH = 990.0198 * (1 + 0.400 * 0.01) = 993.9789$$

*Volumen de agua neto = volumen de agua real para el diseño – (a + b)*

$$a = 993.9789 * (0.400 - 1.230) * 0.01 = -8.2279$$

$$b = 804.987 * (2.140 - 2.040) * 0.01 = 0.787988$$

*Volumen de agua neto = volumen de agua real para el diseño – (a + b)*

$$Volumen de agua neto = 205 - (-8.2279 + 0.78798) = 211.987$$

**k.) Determinar las nuevas cantidades de materiales teniendo en cuenta la finura de los agregados en combinación.**

Este paso es semejante al de la elaboración del concreto patrón, en el cual el volumen determinado de los agregados es de  $0.624649024 \text{ m}^3$ , el 44.89% de este volumen es de agregado fino y con el 55.11% del volumen es de piedra chancada: entonces los volúmenes finales de agregado fino y volumen de agregado grueso para la elaboración de  $1 \text{ m}^3$  de concreto se estima a continuación:

***Volumen de arena fina sin humedad  $\text{kg/m}^3$***

$$= 0.4490 * 0.624649134 * 2610 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.001 * 1000000 = 733.1257$$

***Volumen de piedra chancada sin humedad  $\text{kg/m}^3$***

$$= 0.5510 * 0.624779134 * 2670 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.001 * 1000000 = 918.889$$

**Tabla N.º4.27:** Componentes sin humedad para el diseño de mezcla con adición parcial sustituyendo el 0.10 de agregado fino.

<b>Suavización del volumen de materiales por humedad contenida para 1 m<sup>3</sup></b>	
Cemento	316,361 kilogramos
Agua potable	225,52 litros
Arena gruesa húmeda	732,0778 kilogramos
Piedra chancada húmeda	919,0370 kilogramos
Volumen de Cenizas	73,207 kilogramos

**Fuente:** Propio

### **I.) corregir el volumen de agregados por elemento humedad**

Para ello se tiene que considerar parámetros semejantes al diseño patrón, consiguiendo corregir los nuevos volúmenes a través de los subsiguientes ajustes:

Aplicaremos las siguientes ecuaciones para corregir dichos volúmenes:

$$MGH = MGS * (1 + p * 0.01)$$

$$MFH = MFS * (1 + p * 0.01)$$

$$\text{Volumen de agua neto} = \text{volumen de agua real para el diseño} - (a + b)$$

$$a = MGS * (p - w * 0.01)$$

$$b = MFS * (p - w * 0.01)$$

*MGcH = Material grueso con humedad*

*MGS = Material grueso sin humedad*

*MFcH = Material fino con humedad*

*MFS = Material fino sin humedad*

$p * 0.01 = \text{Nivel de humedad contenida en piedra chancada o arena gruesa}$

$w * 0.01 = \text{Nivel de permeabilidad de arena gruesa o piedra chancada}$

Revisar dichos valores para p y w en la datos indicados en la tabla 4.18

$$MFcH = 732.078 * (1 + 2.140 * 0.01) = 747.743$$

$$MGcH = 919.0372 * (1 + 0.400 * 0.01) = 922.702$$

*Volumen de agua neto = volumen de agua real para el diseño - (a + b)*

$$a = 922.702 * (0.400 - 1.230) * 0.01 = -7.6279$$

$$b = 747.743 * (2.140 - 2.040) * 0.01 = 0.73207779$$

*Volumen de agua neto = volumen de agua real para el diseño - (a + b)*

$$\text{Volumen de agua neto} = 205 - (-7.6279 + 0.73207779) = 211.859$$

Realizando las estimaciones proporcionados se logran obtener los nuevos volúmenes y se detalla a continuación:

**Tabla N.º4.25: Volumen de agregados suavizados por humedad contenida  
Suavización del volumen de materiales por humedad contenida para  
1 m<sup>3</sup>**

Cemento	316,362 kilogramos
Agua potable	211,8963 litros
Arena gruesa húmeda	658,870 kilogramos
Piedra chancada húmeda	922,71 kilogramos
Cenizas de cisco de café	73,208 kilogramos

**Fuente:** Propio

#### 4.14. Producción del concreto adicionado sustituyendo el 0.15 y 0.20 del volumen del del agregado fino en relación al peso del cemento

Para realizar la producción de este concreto se empleará las mismas particularices de los materiales necesarios para producir la mezcla sustituyendo el 10% con ceniza de cisco de café, las correcciones que se apliquen a los materiales secos serán en función a la humedad contenida en cada uno de ellos, luego se realizaron ensayos preliminares de humedad contenida, antes de la elaboración del concreto, y estos se manifiesta en la tabla siguiente para los diseños del 15% y 20%

**Tabla N.º 4.26:** Humedad contenida en arena gruesa y piedra de ½" para el 15% y 20% de sustitución. (ver tabla N.º 4.8 y 4.9)

Porcentaje de humedad contenida	Arena gruesa	Piedra chancada ½"
Sustitución de agregado fino por el 15% de ceniza	3.78%	1.74%
Sustitución de agregado fino por el 20% de ceniza	4.70%	1.05%

**Fuente:** Tabla N.º 4.8 y 4.9.

#### 4.15. Estimación de los volúmenes de agregados para el 10%, 15% y 20% de adiciones de cenizas.

Una vez realizado los pasos detallados en el punto 4.12, de diseño de mezclas, se presenta la información obtenida, los volúmenes de arena gruesa y piedra chancada necesarios para la elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto, estos volúmenes secos se determinan a continuación para luego corregirlos por la humedad contenida, y obtener un diseño óptimo de los agregados húmedos en las sustituciones parciales del 20%, 15% y 10%.

##### Para el 10%

$$\text{Cantidad de cemento tipo I} = 316.365 * 3.1^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.102050988$$

$$\text{Cantidad de agua utilizada} = 225.53 * 0.01 = 0.22553$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.02$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.02$$

$$\text{Cantidad adición} = 316.365 * 1.141^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.0278$$

$$\begin{aligned} \text{Sumatoria de volúmenes} &= 0.102050795 + 0.225 + 0.02 + 0.0278 \\ &= 0.375301853 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de arena gruesa y piedra} &= 1 - 0.375301853 \\ &= 0.624698147 \end{aligned}$$

### **Evaluación de la cantidad de arena gruesa y piedra chancada de 1/2" en relación a la composición de los materiales.**

Este paso es semejante al de la elaboración del concreto patrón, en el cual el volumen determinado de los agregados es de  $0.624649024 \text{ m}^3$ , el 44.89% de este volumen es de agregado fino y con el 55.11% del volumen es de piedra chancada: entonces los volúmenes finales de agregado fino y grueso necesarios para la elaboración de  $1\text{m}^3$  de concreto se estima a continuación:

#### ***Volumen de arena fina sin humedad $\text{kg}/\text{m}^3$***

$$\begin{aligned} &= 0.4490 * 0.624649134 * 2.610 \text{gr} * \text{cm}^{-3} * 0.001 \text{kg} * \text{gr}^{-1} * 1000000 \text{cm}^3 \\ &* \text{m}^{-3} = 733.1257 \text{kg} * \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

#### ***Volumen de piedra chancada sin humedad $\text{kg}/\text{m}^3$***

$$\begin{aligned} &= 0.5510 * 0.624649134 * 2.670 \text{gr} * \text{cm}^{-3} * 0.001 \text{kg} * \text{gr}^{-1} * 1000000 \text{cm}^3 \\ &* \text{m}^{-3} = 918.889 \text{kg} * \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

### **Con el 0.15**

$$\text{Cantidad de cemento tipo I} = 316.365 * 3.1^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.102050988$$

$$\text{Cantidad de agua utilizada} = 225.53 * 0.01 = 0.22553$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.02$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.02$$

$$\text{Cantidad adición} = 477.54 * 1.141^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.0278$$

$$\begin{aligned}\text{Sumatoria de volúmenes} &= 0.102050795 + 0.225 + 0.02 + 0.0278 \\ &= 0.375301853\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cantidad de arena gruesa y piedra} &= 1 - 0.375301853 \\ &= 0.58757485 \text{ kg} * \text{m}^{-3}\end{aligned}$$

### **Determinación de la cantidad de arena gruesa y piedra chancada de 1/2" en relación a la composición de los materiales.**

Este paso es semejante al de la elaboración del concreto patrón, en el cual el volumen determinado de los agregados es de  $0.5874727082 \text{ m}^3$ , el 44.89% de este volumen es de agregado fino y con el 55.11% del volumen agregado grueso: entonces los volúmenes finales de agregado fino y grueso necesarios para la elaboración de  $1 \text{ m}^3$  de concreto se estima a continuación:

#### **Volumen de arena fina sin humedad $\text{kg}/\text{m}^3$**

$$\begin{aligned}&= 0.4490 * 0.58181515 * 2.610 \text{ gr} * \text{cm}^{-3} * 0.001 \text{ kg} * \text{gr}^{-1} * 1000000 \text{ cm}^3 * \text{m}^{-3} \\ &= 689.151515 \text{ kg} * \text{m}^{-3}\end{aligned}$$

#### **Volumen de piedra chancada sin humedad $\text{kg}/\text{m}^3$**

$$\begin{aligned}&= 0.5510 * 0.5825151510 * 2.670 \text{ gr} * \text{cm}^{-3} * 0.001 \text{ kg} * \text{gr}^{-1} * 1000000 \text{ cm}^3 \\ & * \text{m}^{-3} = 864.518151 \text{ kg} * \text{m}^{-3}\end{aligned}$$

### **Con el 0.20**

$$\text{Cantidad de cemento tipo I} = 316.365 * 3.1^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.102050988$$

$$\text{Cantidad de agua utilizada} = 225.53 * 0.01 = 0.22553$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.02$$

$$\text{Cantidad de aire atrapado} = 2 * 0.01 = 0.02$$

$$\text{Cantidad adición} = 637.81 * 1.141^{-1} * 0.01 + 0.000001 = 0.0278$$

$$\begin{aligned} \text{Sumatoria de volúmenes} &= 0.102050795 + 0.225 + 0.02 + 0.0278 \\ &= 0.375301853 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de arena gruesa y piedra} &= 1 - 0.4298184174 \\ &= 0.559948185 \text{ kg} * \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

**Determinación de la cantidad de arena gruesa y piedra chancada de 1/2" en relación a la composición de los materiales.**

Este paso es semejante al de la elaboración del concreto patrón, en el cual el volumen determinado de los agregados es de  $0.5874727082 \text{ m}^3$ , el 44.89% de este volumen es de arena gruesa y con el 55.11% del volumen es de piedra chancada: entonces los volúmenes finales de agregado fino y grueso necesarios para la elaboración de  $1 \text{ m}^3$  de concreto se estima a continuación:

**Volumen de arena fina sin humedad  $\text{kg}/\text{m}^3$**

$$\begin{aligned} &= 0.4490 * 0.624649134 * 2.610 \text{ gr} * \text{cm}^{-3} * 0.001 \text{ kg} * \text{gr}^{-1} * 1000000 \text{ cm}^3 \\ &* \text{m}^{-3} = 733.1257 \text{ kg} * \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

**Volumen de piedra chancada sin humedad  $\text{kg}/\text{m}^3$**

$$\begin{aligned} &= 0.5510 * 0.624649134 * 2.670 \text{ gr} * \text{cm}^{-3} * 0.001 \text{ kg} * \text{gr}^{-1} * 1000000 \text{ cm}^3 \\ &* \text{m}^{-3} = 918.889 \text{ kg} * \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

**Tabla N.º4.28:** resumen de materiales no corregidos por humedad y sustituciones parciales de ceniza de cascarilla de café.

<b>Nuevos volúmenes de materiales secos con y sin adiciones para producir un metro cubico de concreto</b>				
Porcentaje de sustitución	0	0.10	0.15	0.20

Cemento	316.37	316.37	316.37	316.37
Recurso hidrico	250	250	250	250
Arena gruesa seca	788,621	709,761	670,331	630,901
Piedra chancada seca	990,021	990,021	990,021	990,021
Volumen de cenizas	0,00	78,861	118,292	157,721

**Fuente:** Propio

### Corregido con el 0.0

Aplicaremos las siguientes ecuaciones para corregir dichos volúmenes:

$$MGH = MGS * (1 + p * 0.01)$$

$$MFH = MFS * (1 + p * 0.01)$$

$$\text{Volumen de agua neto} = \text{volumen de agua real para el diseño} - (a + b)$$

$$a = MGS * (p - w * 0.01)$$

$$b = MFS * (p - w * 0.01)$$

*MGcH = Material grueso con humedad*

*MGS = Material grueso sin humedad*

*MFcH = Material fino con humedad*

*MFS = Material fino sin humedad*

*p \* 0.01 = Nivel de humedad contenida en piedra chancada o arena gruesa*

*w \* 0.01 = Nivel de permeabilidad de arena gruesa o piedra chancada*

Revisar dichos valores para p y w en la datos indicados en la tabla 4.18

$$MFcH = 788.078 * (1 + 2.140 * 0.01) = 805.743$$



$$MGcH = 990.0372 * (1 + 0.400 * 0.01) = 993.702$$

$$\text{Volumen de agua neto} = \text{volumen de agua real para el diseño} - (a + b)$$

$$a = 922.702 * (0.400 - 1.230) * 0.01 = -7.6279$$

$$b = 747.743 * (2.140 - 2.040) * 0.01 = 0.73207779$$

$$\text{Volumen de agua neto} = \text{volumen de agua real para el diseño} - (a + b)$$

$$\text{Volumen de agua neto} = 205 - (-7.6279 + 0.73207779) = 212.859$$

### **Corregido con el 0.10**

Aplicaremos las siguientes ecuaciones para corregir dichos volúmenes:

$$MGH = MGS * (1 + p * 0.01)$$

$$MFH = MFS * (1 + p * 0.01)$$

$$\text{Volumen de agua neto} = \text{volumen de agua real para el diseño} - (a + b)$$

$$a = MGS * (p - w * 0.01)$$

$$b = MFS * (p - w * 0.01)$$

*MGcH = Material grueso con humedad*

*MGS = Material grueso sin humedad*

*MFcH = Material fino con humedad*

*MFS = Material fino sin humedad*

*p \* 0.01 = Nivel de humedad contenida en piedra chancada o arena gruesa*

$w * 0.01 = \text{Nivel de permeabilidad de arena gruesa o piedra chancada}$

Revisar dichos valores para p y w en la datos indicados en la tabla 4.18

$$MFcH = 732.078 * (1 + 2.140 * 0.01) = 747.743$$

$$MGcH = 919.0372 * (1 + 0.400 * 0.01) = 922.702$$

$\text{Volumen de agua neto} = \text{volumen de agua real para el diseño} - (a + b)$

$$a = 922.702 * (0.400 - 1.230) * 0.01 = -7.6279$$

$$b = 747.743 * (2.140 - 2.040) * 0.01 = 0.73207779$$

$\text{Volumen de agua neto} = \text{volumen de agua real para el diseño} - (a + b)$

$$\text{Volumen de agua neto} = 205 - (-7.6279 + 0.73207779) = 211.859$$

### **Corregido con el 0.15**

Aplicaremos las siguientes ecuaciones para corregir dichos volúmenes:

$$MGH = MGS * (1 + p * 0.01)$$

$$MFH = MFS * (1 + p * 0.01)$$

$\text{Volumen de agua neto} = \text{volumen de agua real para el diseño} - (a + b)$

$$a = MGS * (p - w * 0.01)$$

$$b = MFS * (p - w * 0.01)$$

$MGcH = \text{Material grueso con humedad}$

$MGS = \text{Material grueso sin humedad}$

*MFcH = Material fino con humedad*

*MFS = Material fino sin humedad*

*p \* 0.01 = Nivel de humedad contenida en piedra chancada o arena gruesa*

*w \* 0.01 = Nivel de permeabilidad de arena gruesa o piedra chancada*

Revisar dichos valores para p y w en la datos indicados en la tabla 4.18

$$MFcH = 688.0505 * (1 + 2.140 * 0.01) = 703.743$$

$$MGcH = 864.5151 * (1 + 0.400 * 0.01) = 867.702$$

*Volumen de agua neto = volumen de agua real para el diseño - (a + b)*

$$a = 922.702 * (0.400 - 1.230) * 0.01 = -7.6279$$

$$b = 747.743 * (2.140 - 2.040) * 0.01 = 0.73207779$$

*Volumen de agua neto = volumen de agua real para el diseño - (a + b)*

$$Volumen de agua neto = 205 - (-7.6279 + 0.73207779) = 197.955$$

### **Corregido con el 0.20**

Aplicaremos las siguientes ecuaciones para corregir dichos volúmenes:

$$MGH = MGS * (1 + p * 0.01)$$

$$MFH = MFS * (1 + p * 0.01)$$

*Volumen de agua neto = volumen de agua real para el diseño - (a + b)*

$$a = MGS * (p - w * 0.01)$$

$$b = MFS * (p - w * 0.01)$$

*MGcH = Material grueso con humedad*

*MGS = Material grueso sin humedad*

*MFcH = Material fino con humedad*

*MFS = Material fino sin humedad*

*p \* 0.01 = Nivel de humedad contenida en piedra chancada o arena gruesa*

*w \* 0.01 = Nivel de permeabilidad de arena gruesa o piedra chancada*

Revisar dichos valores para p y w en la datos indicados en la tabla 4.18

$$MFcH = 659.515 * (1 + 2.140 * 0.01) = 637.515$$

$$MGcH = 827.540 * (1 + 0.400 * 0.01) = 831.138$$

*Volumen de agua neto = volumen de agua real para el diseño - (a + b)*

$$a = 922.702 * (0.400 - 1.230) * 0.01 = -7.6279$$

$$b = 747.743 * (2.140 - 2.040) * 0.01 = 0.73207779$$

*Volumen de agua neto = volumen de agua real para el diseño - (a + b)*

$$Volumen de agua neto = 205 - (-7.6279 + 0.73207779) = 213.818$$

**Tabla N.º4.29:** Elaboración el diseño de mezcla por corrección de humedad contenida al 0.10, 0.15 y 0.20 de cenizas por agregado fino.

<b>Nuevos volúmenes de materiales secos con y sin adiciones para producir un metro cubico de concreto</b>				
Porcentaje de sustitución	0	0.10	0.15	0.20

Cemento	317,25	317,25	317,25	317,25
Recurso hidrico	211,5	211,5	211,5	211,5
Arena gruesa seca	993,99	993,99	993,99	993,99
Piedra chancada seca	0	80,56	120,84	161,11
Volumen de cenizas	993,98	993,97	993,97	993,97

**Fuente:** Propio



**Figura N.º 4.7:** Dosificación de los componentes del concreto



Figura N.º 4.8: Preparación de la mezcla



Figura N.º 4.9: Producción de probetas





Figura N.º 4.10: Producción de probetas con el 0.0, 0.10, 0.15 y 0.20 de cenizas

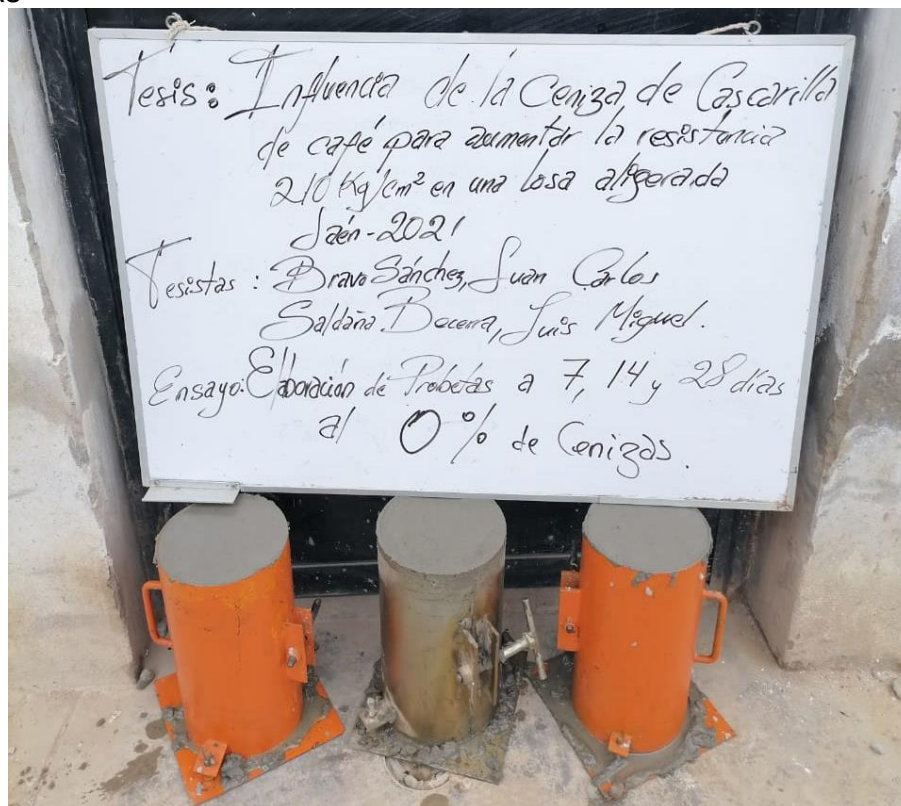


Figura N.º 4.11: Producción de probetas sin adiciones de cenizas



Figura N.º 4.12: Producción de probetas con el 0.10 reemplazando al agregado fino pro cenizas.

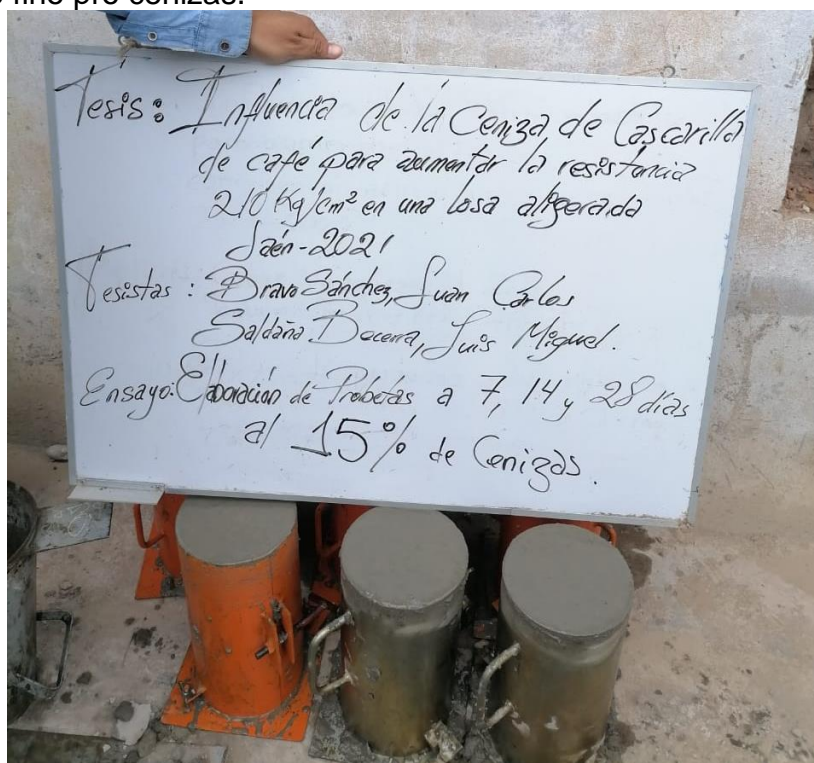
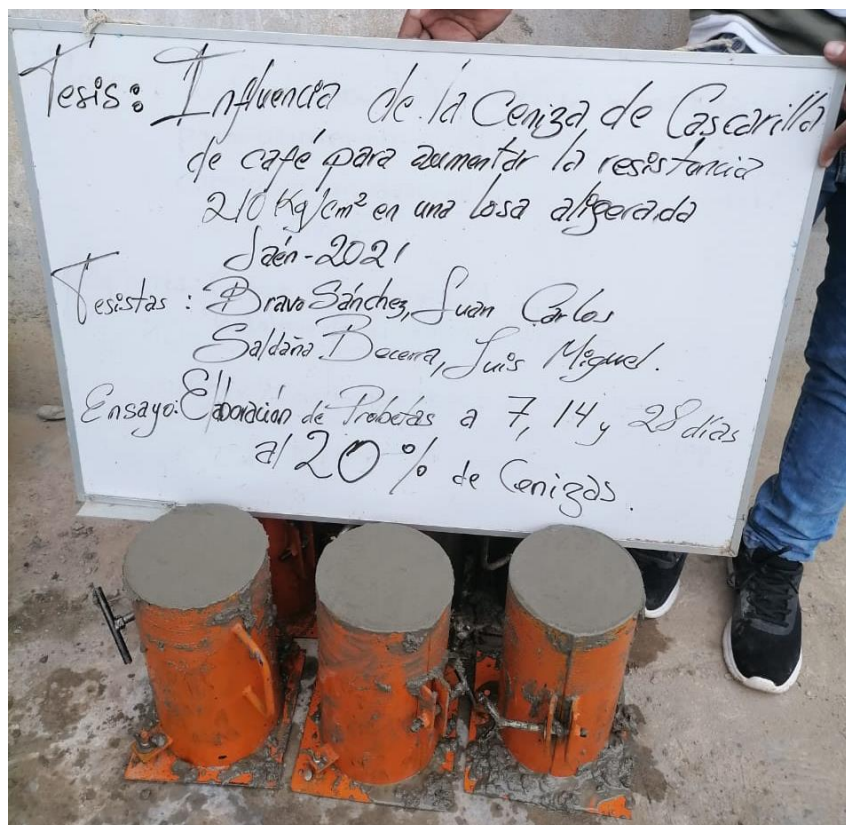


Figura N.º 4.13: Producción de probetas con el 0.15 reemplazando al agregado fino pro cenizas.





**Figura N.º 4.14:** Producción de probetas con el 0.20 reemplazando al agregado fino por cenizas.

#### **4.16. Observación del concreto en estado aun fresco**

En las tablas posteriores a la evidencia fotográfica se detalla los resultados del ensayo que se realizó al concreto en estado recién elaborado, de los datos recolectados de este ensayo se elabora una gráfica para detallar el comportamiento del asentamiento, con el propósito de reflejar la trabajabilidad de las diferentes mezclas elaboradas con las sustituciones parciales del agregado fino por el porcentual del 20%, 15% y 10% de ceniza de cisco de café.



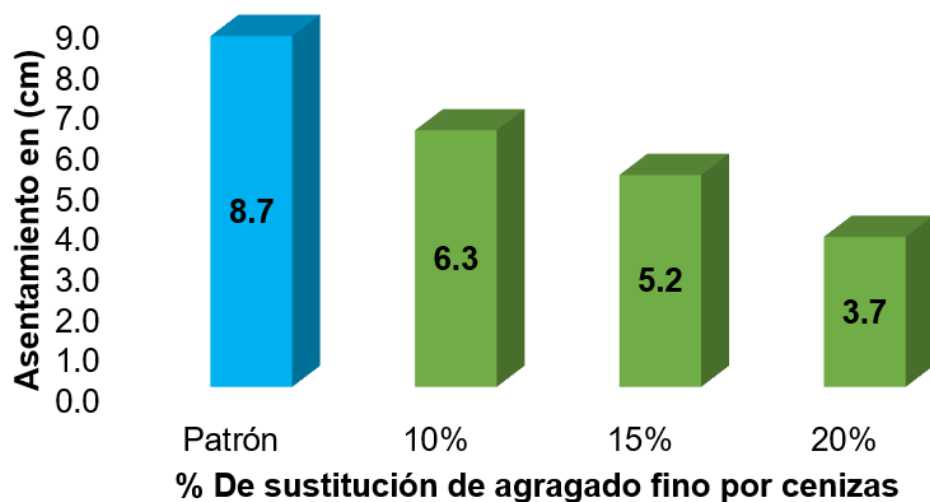
**Figura N.º 4.15:** Nivel de asentamiento de los distintos diseños de mezcla

**Tabla N.º4.31:** Nivel de asentamiento de los distintos diseños de mezcla

Ensayo	Reemplazando el volumen de arena gruesa por el de ceniza			
	0.00	0.10	0.15	0.20
Asentamiento promedio de la mezcla				
E01	8,5	6,0	5,2	3,7
E02	8,6	6,4	5,1	3,8
E03	8,7	6,5	5,0	3,9
E04	8,8	6,4	5,6	3,4
<b>Media</b>	<b>8,7</b>	<b>6,3</b>	<b>5,2</b>	<b>3,7</b>

*Fuente:* Propio

**SLUMP ensayo a concreto con sustitucion por cenizas**



**Figura N.º 4.16:** Nivel de asentamiento de los distintos diseños de mezcla.

**Visualizar adjunto N.º 05**

En los distintos diseños de mezcla con y sin adiciones parciales de cenizas sustituyendo el volumen de agregado fino en función al peso de cemento se logró obtener como resultado que la mezcla que contiene un 20% de cenizas. Este ligero cambio en relación a la mezcla patrón logró alcanzar una discrepancia de aproximadamente un - 56.87%, como se logra apreciar en la ilustración de los niveles de asentamiento

#### 4.17. Observación de la resistencia obtenida en los elementos producidos con sustituciones.

##### 4.17.1. Análisis de resultados de la resistencia obtenida a través de ensayos de compresión

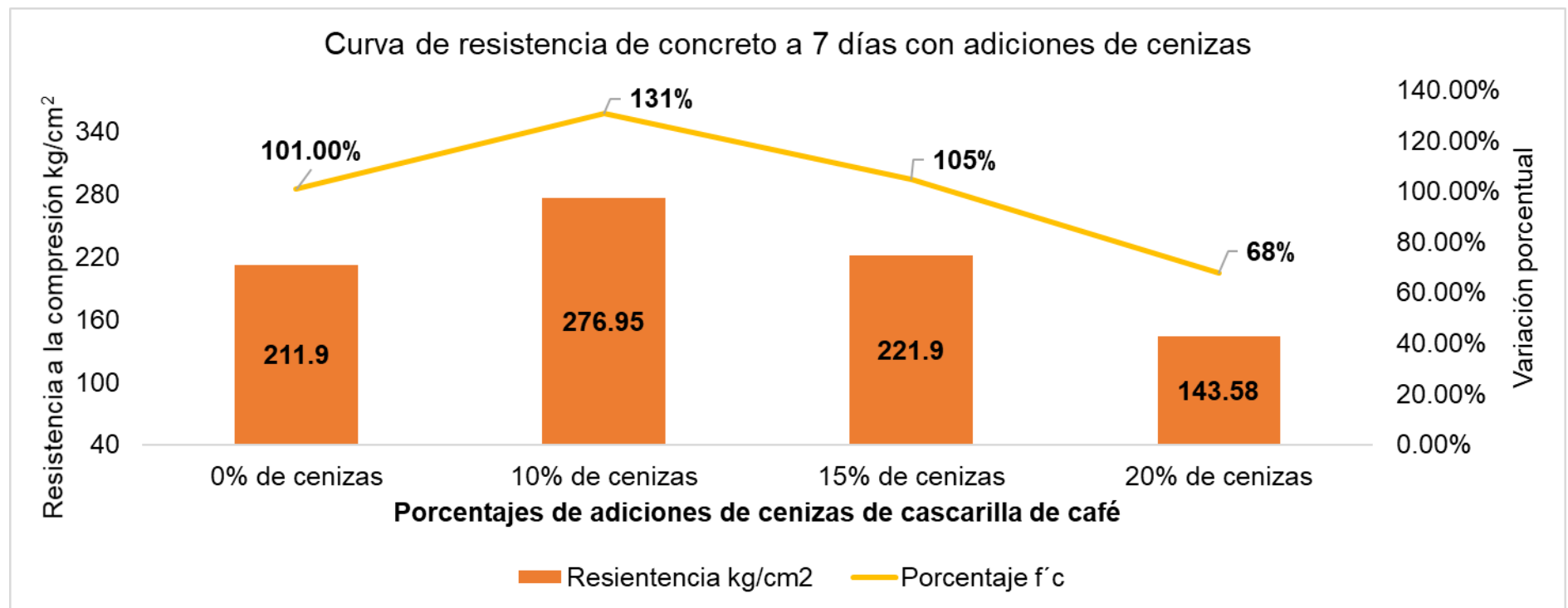
Un total de 36 especímenes fueron sometidos a ensayos de cargas de compresión de estos ensayos 9 se realizaron con la mezcla patrón es decir sin adicionar cenizas y 27 probetas con adiciones de ceniza de cisco de café, respectivamente fueron nueve elementos por cada lote de adición por sustitución de agregado fino por de cenizas cascarilla de café a 7, 14 y 28 días hidratación de los elementos producidos para ensayo.

**Tabla N.º4.33:** Ensayo de resistencia a la compresión de testigos con un curado por saturación de 07 días.

Probeta	Producción	Rotura	Madurez	Identificación % de cenizas	Peso aplicado kg	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	Calibre de probeta D=cm	Límite de esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Promedio de la resistencia a kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia
L1	09/06/2021	16/06/2021	7	Sin	38471	210	16,60	211,90	212	100
L2				Con el 0.10 de cenizas	44282		14,30	276,95	277	132
L3				Con el 0.15 de cenizas	37252		16,60	221,90	222	102
L4				Con el 0.20 de cenizas	23812		14,50	143,58	144	68

**Fuente:** Propio, *Ver documentación adjuntado en el anexo 05*

En la curva de la resistencia a 07 días de curado por saturación de los testigos con y sin las adiciones parciales de cenizas, reemplazando el agregado fino en función al peso del cemento del volumen del diseño de mezcla para el concreto, donde se puede apreciar que con el 0.10 y 0.15 de sustitución este diseño satisface la resistencia esperada para la losa aligerada, sin embargo el único lote con el 0.20 es el que no supera es a la resistencia establecida como base para la comparación de la influencia de las cenizas en las propiedades mecánicas del concreto.



**Figura N.º 4.17:** Comportamiento de la resistencia a 07 de curado por saturación con el 0.0, 0.10, 0.15 y 0.20 cenizas.

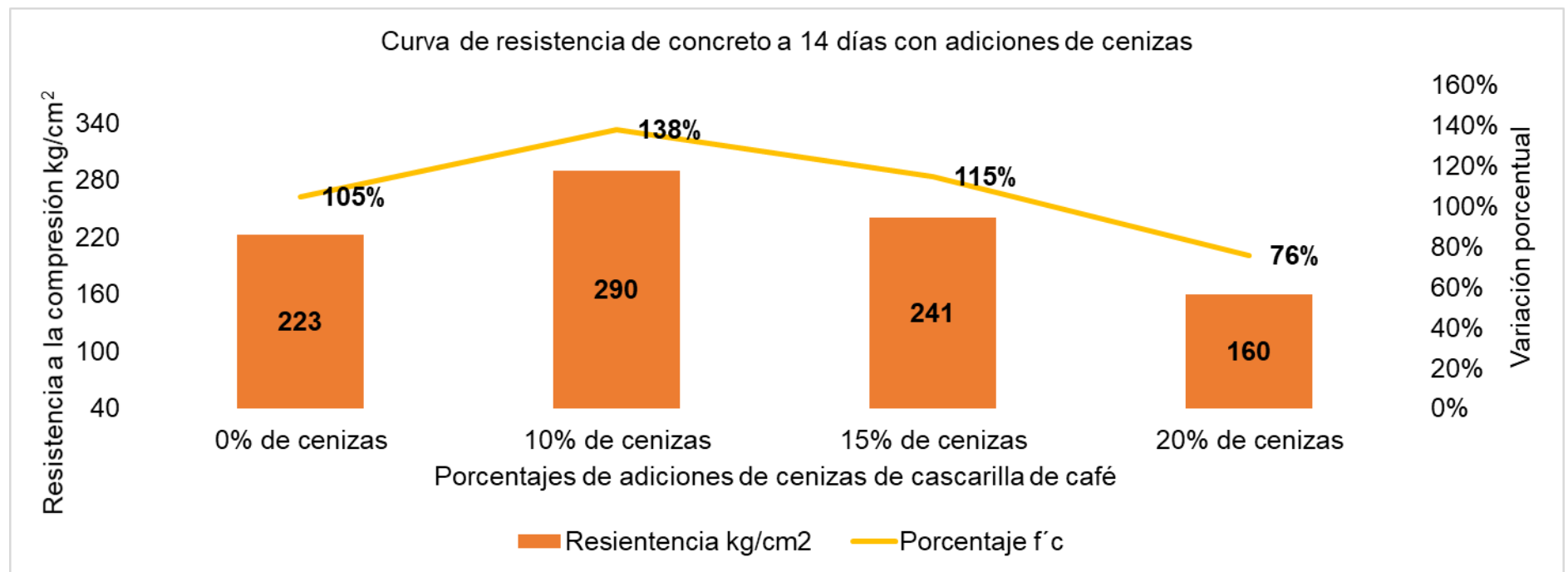
**Tabla N.º 4.34:** Ensayo de resistencia a la compresión de testigos con un curado por saturación de 14 días.

Probeta	Producción	Rotura	Madurez	Identificación	Peso aplicado kg	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	Calibre de probeta D=cm	Límite de esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Promedio de la resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia
L1	09/06/2021	23/06/2021	14	Sin	41930	210	16,60	223,20	223	105
L2				Con el 0.10 de cenizas	49150		14,30	289,60	290	138
L3				Con el 0.15 de cenizas	39220		16,60	240,82	241	115
L4				Con el 0.20 de cenizas	26350		14,50	159,57	160	76

**Fuente:** Propio, *Ver documentación adjuntado en el anexo 05*



En la curva de la resistencia a 14 días de curado por saturación de los testigos con y sin las adiciones parciales de cenizas, reemplazando el agregado fino en función al peso del cemento del volumen del diseño de mezcla para el concreto, donde se puede apreciar que con el 0.15 y 0.20 de sustitución este diseño no satisface la resistencia esperada para la losa aligerada, sin embargo el único lote con el 0.10 es el que supera es a la resistencia establecida como base para la comparación de la influencia de las cenizas en las propiedades mecánicas del concreto.



**Figura N.º 4.18:** Comportamiento de la resistencia a 14 días de curado por saturación con el 0.0, 0.10, 0.15 y 0.20 cenizas.

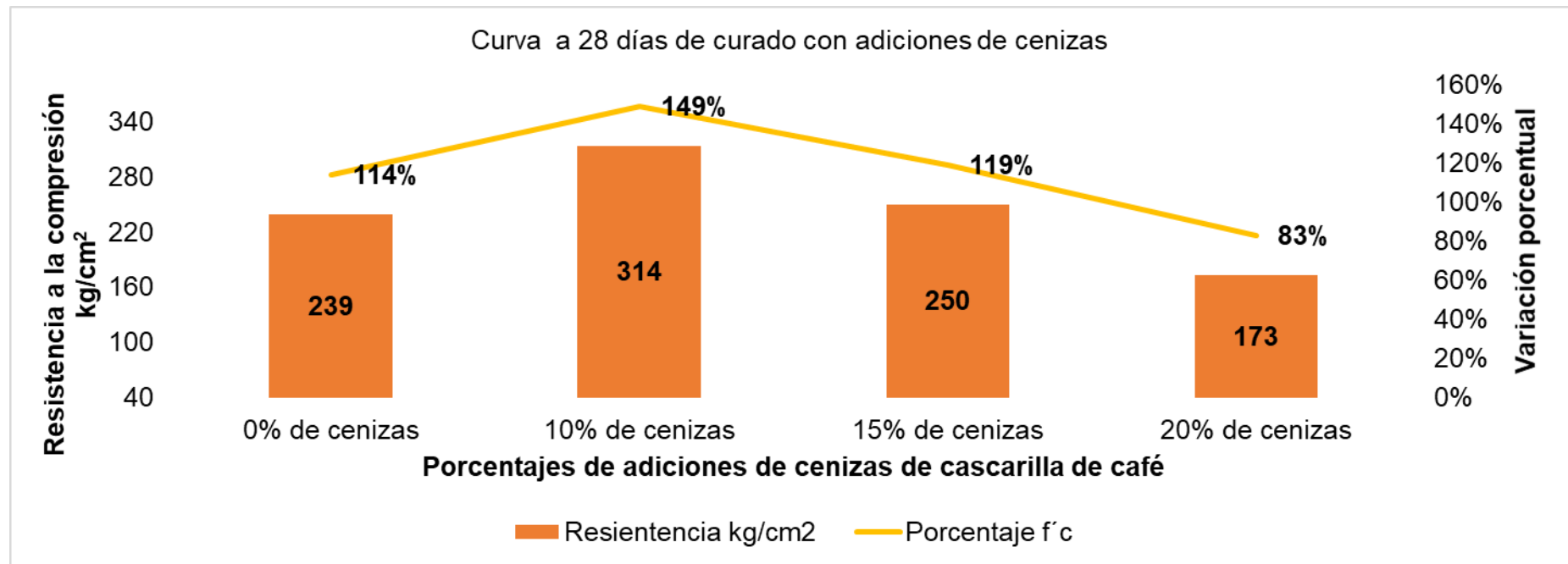
**Tabla N.º4.35:** Ensayo de resistencia a la compresión de testigos con un curado por saturación de 28 días.

Probeta	Producción	Rotura	Madurez	Identificación	Peso aplicado kg	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	Calibre de probeta D=cm	Límite de esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Promedio de la resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia
L1	09/06/2021	08/07/2021	28	Sin	43360	210	16,60	238,95	239	114
L2				Con el 0.10 de cenizas	53210		14,30	313,52	314	149
L3				Con el 0.15 de cenizas	42420		16,60	249,95	250	119
L4				Con el 0.20 de cenizas	28230		14,50	173,34	173	83

**Fuente:** Propio, *Ver documentación adjuntado en el anexo 05*



En la curva de la resistencia a 28 días de curado por saturación de los testigos con y sin las adiciones parciales de cenizas, reemplazando el agregado fino en función al peso del cemento del volumen del diseño de mezcla para el concreto, donde se puede apreciar que con el 0.20 de sustitución este diseño no satisface la resistencia esperada para la losa aligerada, sin embargo los lotes con el 0.10 y 0.15 respectivamente superan a la resistencia establecida como base para la comparación de la influencia de las cenizas en las propiedades mecánicas del concreto.



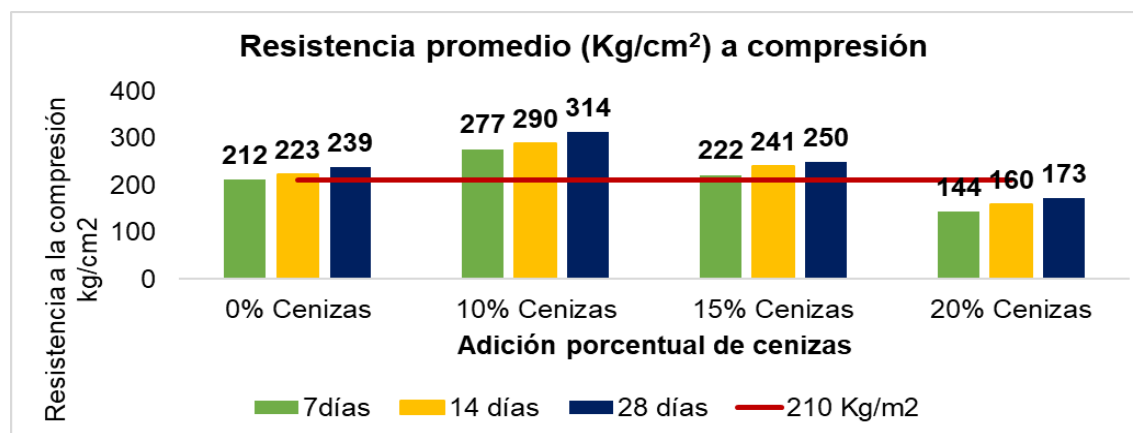
**Figura N.º 4.19:** Comportamiento de la resistencia a 28 días de curado por saturación con el 0.0, 0.10, 0.15 y 0.20 cenizas.

**Tabla N.º4.35:** Módulo de resistencia Kg/cm<sup>2</sup> de concreto endurecido con adiciones a compresión promedio

Curación	Volumen remplazado de agregado fino			
	Sin adicionar	0.10	0.15	0.20
7	212	277	222	144
14	223	290	241	160
28	239	314	250	173

**Fuente:** Propio, *Ver documentación adjuntado en el anexo 05*

Como se puede apreciar en promedio la resistencia para los diseños de mezcla con el 0.10, 0.15 y 0.20 a 28, 14 y 07 días de curado por saturación los lotes con el 0.0 y 0.15 logran superar la resistencia, sin embargo, el lote con el 0.20 de sustitución parcial del agregado fino por cenizas no logra superar la resistencia estimada para producción de una losa aligerada.



**Figura N.º 4.20:** Comportamiento de la resistencia a la compresión a 28, 14 y 07 días de curado por saturación con el 0.00, 0.10, 0.15 y .20 de cenizas

**4.18. Evaluación del impacto en el costo de producción de concreto reemplazando agregado fino por el 0.10, 0.15 y 0.20 de cenizas del volumen total del diseño de 1 m<sup>3</sup>**

A continuación se describen los costos unitarios por cada uno de los materiales utilizados para producir concreto con y sin adiciones parciales de cenizas por el volumen del 0.10, 0.15 y 0.20 de agregado fino, en la cual se puede apreciar que la sustitución de agregado fino por el volumen de cenizas tiene una relación directamente proporcional con el costo de producción, y que a mayor volumen reemplazado, el costo de producción es menor, sin adicionar con un costo de S/ 236.481, con el 0.10 del volumen S./ 234.212, con el 0.15 del volumen S./ 232.732 y finalmente reemplazando el 0.20 del volumen se tiene un costo total de S./ 231.578

<b>Tabla de influencia de la sustitución de arena gruesa por cenizas en 0.10; 0.15 y 0.20 del volumen del concreto elaborado</b>									
<b>Recurso</b>	<b>C<sup>to</sup> Unit.</b>	<b>0.00</b>		<b>0.10</b>		<b>0.15</b>		<b>0.20</b>	
		<b>Vol.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Vol.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Vol.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Vol.</b>	<b>Parcial</b>
Cemento	0.5765	316.36	182.37	316.36	182.37	316.36	182.37	316.36	182.37
Agua potable	0.0024	212	0.50	212	0.50	211.90	0.50	212	0.50
Arena gruesa húmeda	0.0387	805.5	31.18	724.95	28.06	684.68	26.50	644.40	24.94
Piedra chancada húmeda	0.0237	993.98	23.54	993.98	23.54	993.98	23.54	993.98	23.54
Cenizas de cisco de café	0.0080	0	0	80.55	0.64	120.83	0.97	161.10	1.29
<b>Totalidad del costo</b>		<b>236.481</b>		<b>234.212</b>		<b>232.732</b>		<b>231.578</b>	

**Fuente:** Propio, *Ver documentación adjuntado en el anexo 05*



**Figura N.º 4.21:** Ensayo a compresión de testigos con sustituciones parciales del 0.10, 0.15 y 0.20 a 28, 14 y 07 días de curado por saturación.



**Figura N.º 4.22:** Rotura de probetas por sometimiento a cargas



**Figura N.º 4.23:** Rotura de probetas del concreto sin adiciones por sustitución del agregado fino por la ceniza



**Figura N.º 4.24:** Rotura de probetas del concreto con el 0.10 de adiciones por sustitución del agregado fino por la ceniza a 07 días de curado por saturación





**Figura N.º 4.25:** Rotura de probetas del concreto con el 0.10 de adiciones por sustitución del agregado fino por la ceniza a 28 días de curado por saturación



**Figura N.º 4.26:** Rotura de probetas del concreto con el 0.15 de adiciones por sustitución del agregado fino por la ceniza a 07 días de curado por saturación

## V. DISCUSIÓN

Las cenizas obtenidas durante la combustión del cisco de café empleadas dentro de los diseños de mezcla y elaboración de mezclas contienen sustancias químicas cuyas características estructurales son principalmente cementantes:

Con un contenido del carbonatos de calco aproximadamente en 42.3%, 4.75% oxido de calcio, oxido de silicato en un 9.9%, en un 4.61% elementos silicios y de oxido férrico, con un 24.41%; y son estos elementos que levemente reducen la trabajabilidad del concreto, sin embargo, mejoran las propiedades mecánicas del mimos ante esfuerzos de compresión a los que son sometidos por cargas estructurares tanto verticales como horizontales. La densidad de la ceniza del cisco de café tiene aproximadamente  $1150 \text{ kg/m}^3$ , la finura de las partículas tiene la ventaja de que no requieren ser llevadas a trituración luego de ser obtenidas, lo cual permite su trabajabilidad y un ahorro de tiempo y costo de producción del concreto, gracias a la condición de las partículas en estado natural tras la combustión, a lo cual solo se realizara el proceso de eliminación de las partículas más gruesas.

Maldonado O. (2016), elaboró un análisis comparativo y analítico en base a los resultados del ensayo a esfuerzos de compresión a un concreto tradicional, ante uno con adiciones de las cenizas de la cascara de arroz y del bagazo de la caña de azúcar que se obtiene de la actividad agroindustrial en las principales azucareras de la región, y dichas cenizas con empleadas para la cocción de unidades cerámicas, empleando estas cenizas al 30 por ciento y 15 por ciento en la mezcla para la producción del concreto, a 28, 14 y 07 días del tratamiento de curado, logrando constatar que con el volumen reemplazado del 0.10 y 0.15 logra cumplir con la resistencia requerida, sin embargo para el 0.15 y 0.30 no logra cumplir con este parámetro de resistencia.

## VI. CONCLUSIONES

- Se ha logrado determinar la trabajabilidad del concreto a través de los ensayos del nivel de asentamiento de los distintos diseños de mezcla al 0.10; 0.15 y 0.20 para contrastar con el concreto sin adicionar.
- Se logró determinar la resistencia del concreto a los 07 días a curado por saturación de los testigos, sin adiciones y con la sustitución parcial del 0.10; 0.15 y 0.20 del volumen parcial del agregado fino por el volumen de cenizas, obteniendo una resistencia superior a los 210 kg/cm<sup>2</sup> con adiciones del .10 y 0.15, y no cumpliendo la resistencia esperada para la losa con el 0.20
- Se logró determinar la resistencia del concreto a los 14 días a curado por saturación de los testigos, sin adiciones y con la sustitución parcial del 0.10; 0.15 y 0.20 del volumen parcial del agregado fino por el volumen de cenizas, obteniendo una resistencia superior a los 210 kg/cm<sup>2</sup> con adiciones del .10 y 0.15, y no cumpliendo la resistencia esperada para la losa con el 0.20
- Se logró determinar la resistencia del concreto a los 28 días a curado por saturación de los testigos, sin adiciones y con la sustitución parcial del 0.10; 0.15 y 0.20 del volumen parcial del agregado fino por el volumen de cenizas, obteniendo una resistencia superior a los 210 kg/cm<sup>2</sup> con adiciones del .10 y 0.15, y no cumpliendo la resistencia esperada para la losa con el 0.20.
- Por lo tanto, podemos inferir que a mayor volumen reemplazado del agregado fino la resistencia se vea afectada de forma negativa, estableciendo n diseño óptimo entre el 0.10 y 0.15 de sustitución del volumen.



## VII. RECOMENDACIONES

- Se considera implementar un registro para el control de temperaturas en el horno de cocción.
- Se sugiere elaborar ensayos de diferentes tipos de cemento para poder contrastar con los resultados de esta investigación.
- Se considera utilizar otros productos desechos de alguna actividad industrial en la ciudad de Jaén que sería de suma importancia en el sector de la construcción.
- Se propone hacer análisis con el sustituto parcial por ceniza de cáscara de café en porcentajes por el agregado grueso.
- Se propone realizar análisis en el comportamiento, reemplazando el agregado por cenizas de cáscarilla de café en pavimentos.

## REFERENCIAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología Del Concreto* (Vol. Segunda Edición). Lima - Perú: San Marcos E.I.R.L.
- Aliaga Mendoza, J. C., & Badajos Quispe, B. D. (2018). *Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, Atalaya, Ucayali – 2018*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Arévalo Torres, A. F., & López del Aguila, L. (2020). *Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Balladares Uriarte, J. J., & Ramírez Villacorta, Y. K. (2020). *Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020*. Tapapoto: Universidad César Vallejo.
- Bastidas Gutiérrez, P. X., & Ortiz Vizúete, G. G. (2016). *Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en mezclas de hormigón estándar*. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Brunauer, S. (1962). *Tobermorite gel-the heart of concrete*. American Scientist.
- Caiza Yungán, K. J. (2017). *Estudio comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón ( $f'c = 240$  kg/cm<sup>2</sup>), hormigón con adición de microsílíce y hormigón con adición de ceniza de cáscara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración "Jaime Vaca"*. Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Chávez Porras, Á., & Rodríguez González, A. (2016). *Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica*. Granada: Revista Academia & Virtualidad. doi:<https://doi.org/10.18359/ravi.2004>
- Coyasamin Maldonado, O. V. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de arroz (CCA) y hormigón adicionado con*

*cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC)*. Ambato – Ecuador:  
Universidad Técnica de Ambato.

Díaz Vargas, M., & Fernández Pérez, J. H. (2019). *Influencia de la Adición de Ceniza de Cascarilla de Café en la Trabajabilidad y Resistencia a Compresión del Concreto*. Jaén: Universidad Nacional de Jaén.

Gorrise, F. (2015). *Ensayos y control de los hormigones, España*. España: Editores técnicos asociados.

Hidalgo, J. (2013). *Guía De Investigación Para Optar El Grado Académico Y Título*. Lima: FACET.

Instituto Europeo del Cemento. (2015). *Materiales de construcción*. España.

Mafla Botina, A. W. (2012). *Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción*. Colombia: Revistas Académicas INVENTUM.  
doi:<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.4.6.2009.74-78>

Mego Zapata, J. C. (2018). *Absorción y peso específico de agregados*. Perú: Universidad nacional de Trujillo.

MINAGRI. (2020). *Análisis Económico de la Producción Nacional de la Café*. Perú: Ministerio de Agricultura y Riego. Obtenido de <https://agraria.pe>

NTP. (2017). *Concreto: Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco*. Perú: INACAL.

Ortega Garcia, J. (2015). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima - Perú: Macro EIRL.

Pita Fernández, S., & Pérttega Díaz, S. (2017). *Estadística descriptiva de los datos*. España: Jarpyo Editores, S.A. Obtenido de <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/10descriptiva/10descriptiva2.pdf>

Portugal Barriga, P. (2008). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Bogotá - Colombia: UNSA.

Rivera López, G. A. (2010). *Concreto simple*. Cauca: Universidad de Cauca.

Rivva López, E. (2000). *La Naturaleza del Concreto y Materiales*. Lima - Perú: Capítulo Peruano ACI.

RNE. (2020). *Norma técnica de edificación E.060 concreto armado*. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones SENCICO.

- Rodríguez Soberón, N. C. (2017). *Diseño de concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén*. Jaén - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sánchez DeGuzmán, D. (2010). *Tecnología del concreto y del mortero*. (Q. edición, Ed.) Bogotá: Bhandar Editores.
- Sánchez Villegas, V. (2018). *Determinación de las características físico mecánicas de un concreto de alta resistencia de  $f'c = 500 \text{ kg/cm}^2$  con adición de ceniza volante*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sánchez Villegas, V. (2018). *Determinación de las características físico mecánicas de un concreto de alta resistencia de  $f'c = 500 \text{ kg/cm}^2$  con adición de ceniza volante*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Santa Cruz Balta, N. M. (2013). *Influencia de la cantidad de agregado más fino que pasa la malla n°100 en la resistencia mecánica del concreto de baja y mediana resistencia fabricado con cemento tipo I andino*. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Terreros Rojas, L. E., & Carvajal Corredor, I. L. (2016). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando cascarilla de arroz y cascarilla de café*. Colombia.
- Torre, A. (2013). *Curso básico de concreto*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Venille, A. (2001). *Maintenance and Durability of Concrete Structures*. United Kingdom: Concrete International.
- Yupanqui Quenta, R. E., & Iglesias Valdivia, F. A. (2018). *Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias  $140 \text{ kg/cm}^2$ ,  $175 \text{ kg/cm}^2$ ,  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  y  $350 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

## Anexos

### Anexo N.º 01: Matriz de consistencia

Problema General	Objetivos	Hipótesis.	Variables e Indicadores	Metodología
<p><b>Principal</b> ¿En qué medida influye la sustitución parcial de agregado fino en porcentaje de cenizas de cascarilla de café en Resistencia a la Compresión de una losa aligerada, Jaén 2021?</p>	<p><b>Principal</b> Determinar la influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café como agregado parcial del concreto en la resistencia a la compresión en una losa aligerada</p>	<p><b>H<sub>A</sub>:</b> La sustitución parcial del agregado fino en porcentajes de cenizas de cascarilla de café influye significativamente para mejorar la resistencia a la compresión del concreto en una losa aligerada en Jaén – 2021.</p>	<p><b>Variables Dependiente</b> Resistencia a la compresión de concreto. <b>Independiente</b> Las adiciones de ceniza de cascarilla de café.</p>	<p>La investigación es de tipo aplicada y tiene un diseño experimental, cuenta con una muestra padrón de 0% de adición, se trabajará con 3 grupos que realizaran adiciones de cenizas de cascarilla de café en concentraciones del 10%,15% y 20% para ser evaluados a 7, 14 y 28 días de curado.</p>
<p><b>Problemas Secundarios</b> ¿Cuál será la resistencia de compresión del concreto de la losa aligerar con la sustitución del 10%, 15% y 20% a 7, 14 y 28 días?  ¿Cuál diseño de mezcla será el óptimo para mejorar la resistencia a la compresión del concreto de la losa aligerar con la sustitución del 10%, 15% y 20% a 7, 14 y 28 días?  ¿Cuál será el porcentaje óptimo de sustitución de cenizas y a que día de curado se obtendrá la mayor resistencia?</p>	<p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar ensayo de propiedades físico – químicas de cenizas</li> <li>- Realizar ensayos a concreto fresco</li> <li>- Realiza ensayo de resistencia a compresión del 10%, 15% y 20% respectivamente</li> </ul>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b> La sustitución parcial del agregado fino en porcentajes de cenizas de cascarilla de café no influye significativamente para mejorar la resistencia a la compresión del concreto en una losa aligerada en Jaén – 2021.</p>	<p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis granulométrico</li> <li>- Contenido de humedad</li> <li>- 10%,15% y 20% de adición de ceniza de cascarilla de café</li> </ul>	

**Anexo N.º 02: Resultado de ensayo químico de la ceniza de cascarilla de café (CCC)**



**ENSAYO QUÍMICO EN CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ – JAÉN 2021**

Solicitantes: Br. Bravo Sánchez, Juan Carlos  
Br. Saldaña Becerra, Luis Miguel

Fecha de recepción: 14 – 05 – 2021

Muestra proporcionada por el solicitante

**I. Proyecto de investigación de tesis:**

*“Influencia de la ceniza de cascarilla de café para aumentar la resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> en una losa aligerada, Jaén 2021”*

**II. Institución**

Universidad Cesar Vallejo

**III. Carrera profesional**

Ingeniería Civil

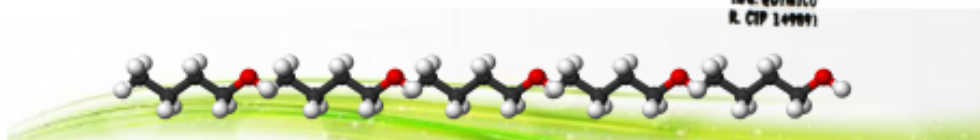
**IV. Descripción de la muestra**

Tipo de muestra: Ceniza proveniente de la cascarilla de café.

**V. Resultados:**

ENSAYO QUÍMICO	UNIDADES	EXPRESIÓN	MUESTRA	NORMA TÉCNICA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	nS/cm	nS/cm	84.4	ISO – 11265 – ASTM D 1125
POTENCIAL DE IONES DE HIDROGENO	unidades	Unidades de Ph	13.3	ASTMD 1293
PORCENTAJE DE OXIDO FÉRRICO	%	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.76	fotocolorímetro
PORCENTAJE DE ÓXIDO DE CALCIO	%	%CaO	24.42	MTCE-602
PORCENTAJE DE CARBONATO DE CALCIO	%	%CaCO <sub>3</sub>	43.2	Neutralización acida
PORCENTAJE DE ÓXIDO DE SILICIO	%	%SiO <sub>2</sub>	9.80	MTCE-002
PORCENTAJE DE SILICIO	%	%Si	4.5	MTCE-002

*José R. Ruiz Sirlopu*  
ING. QUÍMICO  
R. CIP 149891





Ing. Químico  
José Ronald Ruiz Sirlopu  
[Ingenieroronaldruiz@gmail.com](mailto:Ingenieroronaldruiz@gmail.com)

CIP: 149891

## ENSAYO QUÍMICO EN CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ – JAÉN 2021

Solicitante: Br. Bravo Sánchez, Juan Carlos  
Br. Saldaña Becerra, Luis Miguel

Fecha de recepción: 14 – 05 – 2021

Muestra proporcionada por el solicitante

### I. Proyecto de investigación de tesis:

*“Influencia de la ceniza de cascarilla de café para aumentar la resistencia  
210 kg/cm<sup>2</sup> en una losa aligerada, Jaén 2021”*

Medición de la conductividad eléctrica. Referencia SMEWW-APHA  
AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed.

Medición utilizando el equipo multiparámetro marca HANNA HI-2550, calibrado  
con solución HI7030, 1288S  $\mu$ /cm. Norma: SMEWW-APHA AWWA-WEF Part  
2510 B, 22nd Ed. (incluye muestreo). Título conductivity Laboratory Method.


Muestra	Conductividad mS/cm
Ceniza de cáscara de café	84,4

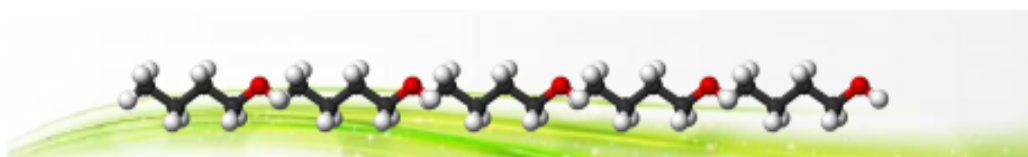
Medición del potencial de iones hidrógeno (pH). Referencia MTCE 718

Se realiza una dilución de 10 gramos de ceniza en 25mL de agua destilada. Los  
resultados se obtienen a partir de las mediciones mostradas en el equipo pH metro  
HANNA HI 2550.

Se realiza el protocolo de calibración del equipo con los buffers HI 7004 (4,01), HI  
7007 (7,01) y HI 7010 (10,01).

Muestra	Ph
Ceniza de cáscara de café	13,03

  
José R. Ruiz Sirlopu  
ING. QUÍMICO  
R. CIP 149891





Ing. Químico  
José Ronald Ruiz Sirlopu  
[Ingenieroronaldruiz@gmail](mailto:Ingenieroronaldruiz@gmail)

CIP: 149891

## DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ÓXIDO DE SILICIO Y SILICIO

### Adaptación de la norma MTCE 602 (gravimetría)

#### Preparación de la muestra

Se pesó en una luna de reloj una muestra aproximada de 0,4 y 0,5 gramos previamente triturada y pulverizada. Luego se pasó la muestra cuantitativamente a un vaso de precipitados de 100 ml, agregando lentamente y con cuidado aproximadamente 20 ml de ácido clorhídrico (HCl) en relación 1:1, medidos con una probeta y evaporar lentamente hasta sequedad.

#### Filtración

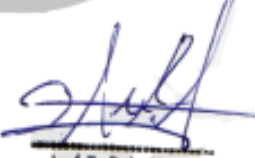
Al residuo seco se le añadió entre 1 y 1,5 ml de HCl concentrado y luego 30 ml de agua destilada, se agitó hasta desprender todo el sólido del vaso, si es necesario adicionar mas agua destilada, dejar en reposo 5 minutos y filtrar por gravedad con papel filtró, con agua caliente hasta que en el filtrado no se obtenga presencia de cloruros, probar con nitrato de plata.

#### Calcinación

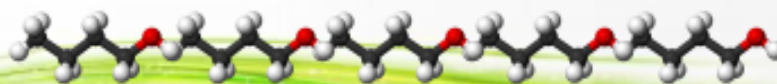
Mientras se realizó el filtrado, lavado y secado en crisol de porcelana, marcar y colocar en la mufa a 900 °C durante media hora, luego enfriar y pesar.

Una vez finalizada la filtración se colocó en el papel de filtro en el crisol de porcelana (previamente marcado y pesado), se calentó el crisol hasta carbonizar el papel.

Después de carbonizar el papel, se colocó el crisol y su contenido en la mufa y se calcinó a 900° C durante una hora, esperar hasta que la temperatura baje a 200 °C, se sacó el crisol y se colocó en un desecador, se dejó enfriar y finalmente se pesó.



José R. Ruiz Sirlopu  
ING. QUÍMICO  
R. CIP 149891







Ing. Químico  
José Ronald Ruiz Sirlopu  
[ingenieroronaldruiz@gmail.com](mailto:ingenieroronaldruiz@gmail.com)  
CIP: 149891

### CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE $\text{SiO}_2$ EN LA MUESTRA DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ

Peso de la muestra	Peso del crisol	Peso del crisol + peso del residuo ( $\text{SiO}_2$ )	Peso del $\text{SiO}_2$	% $\text{SiO}_2$	% $\text{SiO}$
0,500	41,820	41,869	0,049	9,80	4,58
0,500	42,827	42,876	0,049	9,80	4,58
Resultado				9,80	4,58

### DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ÓXIDO DE CALCIO

Adaptación de norma MTCE 602 (Gravimetría)

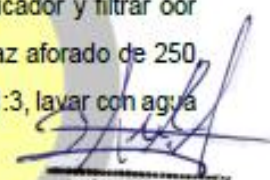
#### Preparación de la muestra

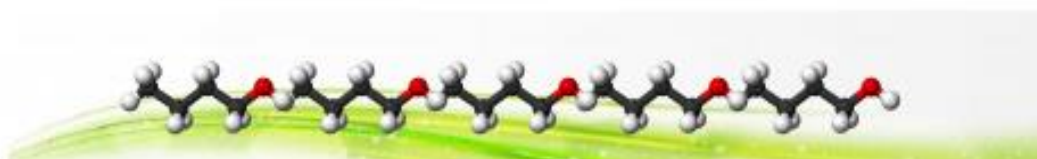
Se tritura y se pulveriza la muestra en un mortero. Se pesa en un vidrio reloj una muestra comprendida entre 0,4 y 0,5 g y pasarla cuantitativamente a un vaso de precipitados de 50 ml.

Agregar lentamente y con mucho cuidado 20ml de la solución HCl (1:3), con ayuda de una probeta. Calentar y agregar agua destilada y eliminar el hierro y el aluminio (que se precipitará si no se elimina antes) agregando primero rojo de metilo (pH 6,2 – 6,9) y luego solución de amoníaco hasta cambio de indicador y filtrar por gravedad con papel de filtro, recogiendo el filtrado en un matraz aforado de 250 ml donde se ha colocado previamente 5 ml de ácido clorhídrico 1:3, lavar con agua caliente y completar a volumen con agua destilada.

#### Precipitación

Tomar una alícuota de 50 ml (medidos con un matraz aforado de 50 ml) del filtrado anterior y colocarla en un vaso de precipitados de 250 ml, calentar y egregar lentamente con la bureta 20 ml de oxalato de amonio al 5% p/v, si la solución tiene color rojo se agrega agitando continuamente amoníaco concentrado, gota a gota hasta que cambie a amarillo (evitar el exceso para evitar la precipitación de

  
José R. Ruiz Sirlopu  
ING. QUÍMICO  
R. CIP 149891





Ing. Químico  
José Ronald Ruiz Sirlopu  
[Ingenieroronaldruiz@gmail.com](mailto:Ingenieroronaldruiz@gmail.com)  
CIP: 149891

magnesio). Dejar en reposo 30 minutos. Después comprobar que la precipitación ha sido completada agregando una gota de solución al 5% p/v de oxalato de amonio por las paredes del vaso, si se forma más precipitado se debe agregar más oxalato de amonio al 5% p/v.

Filtrar por gravedad el precipitado formado en el papel de filtro, lavar primero con agua destilada y luego con aprox. 30ml con una solución de oxalato de amonio al 0,1% p/v para evitar la precipitación, y despreñar el filtrado (ver sección 8 disposición final de los residuos).

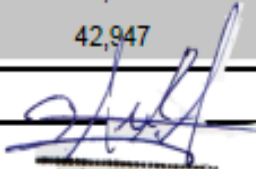
### Calcinación

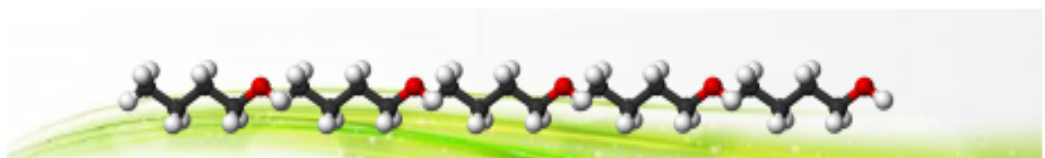
Mientras se va filtrando, lavar y secar un crisol de porcelana, luego marcarlo, colocarlo en la mufla a 1000 °C durante media hora, dejando enfriar en un desecador y pesarlo. Una vez finalizada la filtración, secar el papel de filtro del embudo, doblar los extremos para cubrir el precipitado y colocarlo en el crisol de porcelana (previamente marcado y pesado). Calentar el crisol hasta carbonizar el papel, evitando formación de llama. Tener cerca la tapa del crisol por si fuese necesario su uso.

Después de carbonizar el papel de filtro, colocar el crisol en la mufla y calcinar a 900 °C durante una hora, esperar que la temperatura baje hasta 200 °C, sacar el crisol y colocarlo en un desecador, dejarlo enfriar e inmediatamente pesarlo.

Calcular el porcentaje de CaO a partir de la muestra original

Peso de la muestra	Peso del crisol	Peso del crisol <sup>2</sup> peso del residuo (CaO)	Peso del CaO	% CaO
0,500	41,820	41,930	0,11	22,00
0,500	42,827	42,947	0,12	24,0
Resultado				23,00

  
José R. Ruiz Sirlopu  
ING. QUÍMICO  
R. CIP 149891







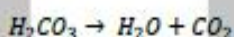
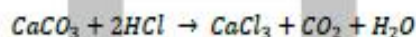
Ing. Químico  
José Ronald Ruiz Sirlopu  
[ingenieroronaldruiz@gmail.com](mailto:ingenieroronaldruiz@gmail.com)

CIP: 149891

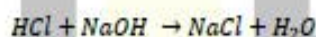
## DETERMINACIÓN DE CARBONATO DE SODIO POR NEUTRALIZACIÓN ÁCIDA

Adaptación del método de la Universidad Agraria La Molina Perú

En el laboratorio se puede encontrar la cantidad de calcáreo total de la ceniza, en base a la cantidad de ácido clorhídrico utilizado (HCl). El  $\text{CO}_2$  generado puede ser calculado en base a la cantidad de HCl gastado de acuerdo a la siguiente ecuación.



El exceso de HCl adicionado es titulado con  $\text{NaOH}$ , ajustando a la siguiente reacción.

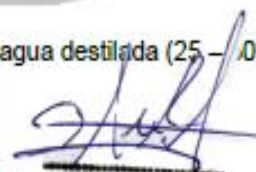


### Reactivos

- Acido clorhídrico 0,5 N: 42,5 ml de ácido clorhídrico Q.P. al 37% y densidad  $1,18 \text{ g/cm}^3$ .
- Aforar a 1l
- Hidróxido de sodio 0,5N: 20 gramos de NaOH diluidos en agua destilada y aforados a 1l.
- Indicador: es el resultado de mezclar
- 100 ml de fenolftaleína: 1 g en 100 ml de etanol al 95%
- 60 ml de rojo de metilo: 0,1 g de rojo de metilo en 100 ml de alcohol
- 40 ml de verde bromocresol: 0,04 g de verde bromocresol en 80 ml de agua y 5,7 ml de NaOH 0,01N (0,004 g de NaOH en 10 ml).

### Procedimiento

- En un Erlenmeyer de 250 ml colocar 1 g de ceniza o 1 ml de ceniza si se va a trabajar en volumen.
- Adicionar 25 ml de HCl 0,5N, agitar, adicionar agua destilada (25 - 0 ml).
- Calentar en forma lenta hasta casi ebullición.
- Enfriar, adicionar 0,5 ml del indicador.
- Titular con NaOH 0,5N hasta cambio de color.
- Llevar en forma paralela un blanco o testigo.

  
José R. Ruiz Sirlopu  
ING. QUÍMICO  
R. CIP 149891



### Cálculos

$N = \text{normalidad de NaOH}$

$V_b = \text{ml de NaOH adicionado al blanco}$

$V_g = \text{ml de NaOH adicionado a la muestra de ceniza}$

$1 \text{ me (miliequivalente) de CaCO}_3 = 50 \text{ mg de CaCO}_3$

$(V_b - V_g) * N * 50 = \text{mg de CaCO}_3 \text{ presente en 1 g de ceniza o 1 ml de ceniza}$

$\% \text{CaCO}_3 = 5 * N \text{ corregido } (V_b - V_g)$

### Resultados

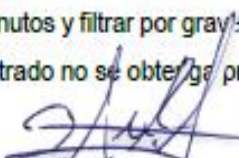
Peso de la muestra	Normalidad del NaOH	Volumen gastado (blanco) ml	Volumen gastado (NaOH)	Volumen gastado ml	%CaCO <sub>3</sub>
1,000	0,4	1,9	23,6	21,7	43,4
1,000	0,4	2,1	23,6	21,5	43,0
Resultado					43,2

### DETERMINACIÓN DE OXIDO FÉRRICO (MÉTODO FOTOCOLORÍMETRO)

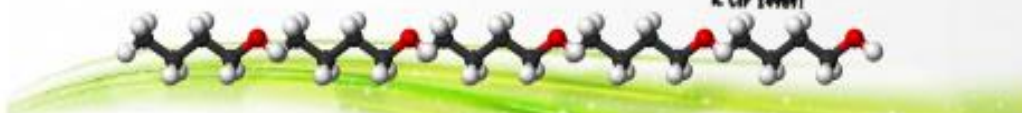
Se pesó en una luna de reloj una muestra de 0,5 gramos previamente triturada y pulverizada. Luego se pasó la muestra cuantitativamente a un vaso de precipitados de 100 ml, agregar lentamente y con mucho cuidado aproximadamente 20 ml de ácido clorhídrico (HCl) en relación 1:1, medidos con una probeta y evaporar lentamente hasta sequedad.

### Filtración

Al residuo seco se le añadió entre 1 y 1,5 ml de HCl concentrado y luego 30 ml de agua destilada, se agitó y desprendió todo el sólido del vaso, si es necesario adicionar más agua destilada, dejar en reposo 5 minutos y filtrar por gravedad con papel de filtro, con agua caliente hasta que en el filtrado no se obtenga presencia de cloruros, probar con nitrato de plata.



José R. Ruiz Sirlopu  
ING. QUÍMICO  
R. CIP 149891







Ing. Químico  
José Ronald Ruiz Sirlopu  
[Ingenieroronaldruiz@gmail](mailto:Ingenieroronaldruiz@gmail.com)  
CIP: 149891

Finalmente se tiene una solución de 115 ml, aproximadamente, de allí se toma una alícuota de 10 ml y se la determina en el fotocolorímetro Hach DR 900 el resultado es 1,47 mg/l.

#### Cálculo

$$\frac{1,47 \text{ mg Fe}^{+2}}{10 \text{ ml}} * 115 \text{ ml} = 16,675 \text{ mg Fe}^{+2}$$

Ese peso está en 0,5 gramos

$$\frac{16,675 \text{ mg Fe}^{+2}}{10 \text{ ml}} * \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 33,350 \text{ ppm}$$

Convirtiendo a porcentajes

$$33,350 \text{ ppm} * \frac{1 \%}{10\,000 \text{ ppm}} = 3,33\% \text{ Fe}^{+2}$$

Los cálculos se basan en la relación estequiométrica entre el analito ( $\text{Fe}^{+2}$ ) y la forma pesada ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

$2\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$  de acuerdo al factor gravimétrico, se obtiene el resultado.

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = 33,335 \text{ mg Fe}^{+2} * \frac{1 \text{ milimol Fe}^{+2}}{55,845 \text{ mg Fe}^{+2}} * \frac{1 \text{ milimol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ milimol Fe}^{+2}} * \frac{159,69 \text{ mg Fe}^{+2}}{1 \text{ milimol Fe}_2\text{O}_3}$$

$$= 47,611 \text{ mg Fe}_2\text{O}_3$$

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = 4,76\%$$

José R. Ruiz Sirlopu  
ING. QUÍMICO  
R. CIP 149891



## Anexo N.º 03: Diseño de mezclas: método ACI



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

### **ENSAYOS DE CONCRETO DISEÑO DE MEZCLA**

**PROYECTO: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ  
PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM<sup>2</sup> EN UNA LOSA  
ALIGERADA, JAÉN 2021**

#### **SOLICITADO POR:**

**Br. Bravo Sánchez, Juan Carlos**

**Br. Saldaña Becerra, Luis Miguel**

#### **ELABORADO POR:**



**JAÉN, MAYO DE 2021**

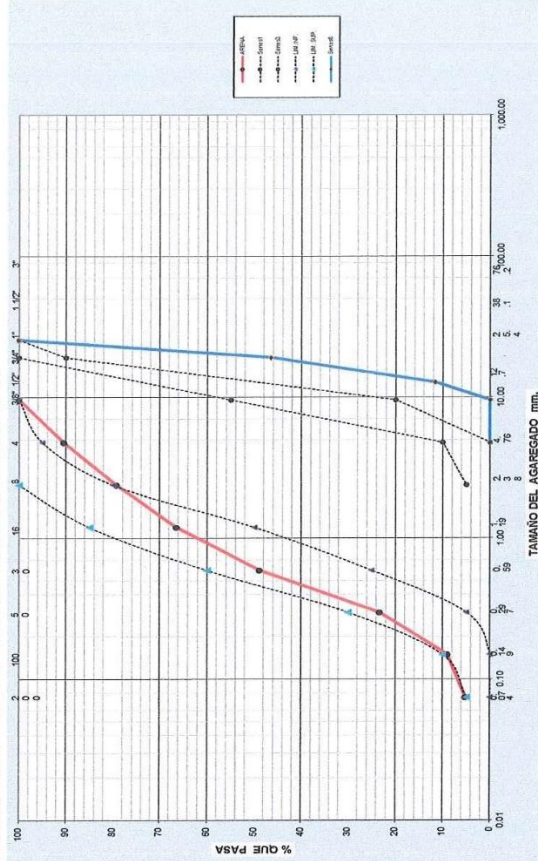
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
PARA CONCRETO**

PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM <sup>2</sup> EN UNA LOSA ALIGERADA, JAÉN 2021"
SOLICITA :	Dr. Bravo Sánchez, Juan Carlos; Dr. Solís de Becerra, Luis Miguel
UBICACION :	Dist. Jaén, Prov. Jaén, Dep. Cajamarca
FECHA :	1 Mayo de 2021
<b>MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO</b>	
Agregado Grueso	TAMIZ 3/4" - ORANCOZA
Agregado Fino	AZULA - SECTOR YANDUYACI - JAÉN
	ZARANDIJA

Tamaño ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (gr)	%		Gradación
			Retenido Parcial	Que Pasa	
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400			100.00	100
3/4"	19.050	1888.00	53.50	46.50	90
1/2"	12.700	1298.00	34.91	65.09	100
3/8"	9.525	451.00	11.59	88.41	100
1/4"	6.350	0.00	0.00	100.00	0
Nro 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0
Nro 8	2.350	0.00	0.00	100.00	0
TOTAL					
PESO NC.		3,718.00	100.00		

Tamaño ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido gr.	%		Gradación
			Retenido Parcial	Que Pasa	
3/8"	9.525	23.52	4.70	95.30	100
1/4"	6.350	24.15	4.83	95.17	100
Nro 4	4.750	24.15	4.83	95.17	100
Nro 8	2.380	55.78	11.16	88.84	100
Nro 10	2.000	14.61	2.92	97.08	100
Nro 16	1.190	49.82	9.96	90.04	100
Nro 20	0.840	41.39	8.23	91.77	100
Nro 30	0.600	46.29	9.28	90.72	100
Nro 40	0.420	57.05	11.41	88.59	100
Nro 50	0.297	70.62	14.12	85.88	100
Nro 60	0.250	60.24	12.05	87.95	100
Nro 100	0.149	11.60	2.36	97.64	100
Nro 200	0.074	19.15	3.83	96.17	100
< Nro.200		25.58	5.12	94.88	100
TOTAL					
PESO NC.	500.00	474.42	100.00		

Observaciones:  
Agregados para labores concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



NOTA: LAS MUESTRAS EMPLEADAS PARA EL ANÁLISIS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

MÓDULO DE FINES DE ARENA: 2.83

ARENA:  EXCELENTE  MUY BUENA  BUENA  REGULAR  MALA

GRAVA:  EXCELENTE  MUY BUENA  BUENA  REGULAR  MALA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
JOHANNY SUBERÓN HERRERA  
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE: CP 38121

DISEÑO DE MEZCLAS $f_c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> (MÉTODO ACI)			
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. Bravo Sánchez, Juan Carlos; Br. Saldaña Becerra, Luis Miguel		
<b>OBRA</b>	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM <sup>2</sup> EN UNA LOSA ALIGERADA, JAÉN 2021"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JAÉN, PROV. JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA		
<b>FECHA</b>	: MAYO 2021		
<b>A. REQUERIMIENTO :</b>			
Resistencia Especificada:	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Relación A/C: 0.59	
Uso :	Losas		
Cemento Portland:	Pacasmayo TIPO I		
Coefficiente de variación estimado :	$f_{cr} = 84$	+	$f_c = 294 \text{ kg/cm}^2$
Agregados:			
Piedra Cantera : AZULA - SECTOR YANUYACU - JAÉN (CHANCADA)			
Arena Cantera : AZULA - SECTOR YANUYACU - JAÉN (ZARANDEADA)			
<b>AGREGADOS</b>			
Características :	<b>ARENA</b>		<b>PIEDRA</b>
Humedad Natural :	4.97		0.37
Absorción :	2.25		0.37
Peso Especifico de Masa :	2.62		2.73
Módulo de Fineza :	2.83		---
Tamaño máx. del agregado:	---		3/4"
Peso Unitario Suelto :	1558		1337
Peso Unitario Varillado Compactado :	1793		1556
<b>B. DOSIFICACION</b>			
1. Selección de la Relación Agua-Cemento A/C			
Para lograr una resist. Característica de:	84	+	210 = 294 kg/cm <sup>2</sup>
se requiere una a/c =	0.59		
2. Estimación del agua de mezclado y Contenido de Aire.			
Para un asentamiento de	3"	a	4" = 200 litros/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado			2.0 %
3. Contenido de Cemento			
C.	200	/	0.59 = 339 kg aprox. = 8.00 Bolsas/m <sup>3</sup>
4. Estimación del contenido de Agregado Grueso.			
A.G.	m <sup>3</sup>	x	kg/m <sup>3</sup> = 965 kg
5. Estimación del Contenido de Agregado Fino.			
Volumen de Agua			= 0.200 m <sup>3</sup>
Volumen sólido de cemento		/ 3.08	= 0.11 m <sup>3</sup>
Volumen sólido del agregado grueso			= 0.353 m <sup>3</sup>
Volumen de aire.			= 0.020 m <sup>3</sup>
			0.683 m <sup>3</sup>
Volumen sólido de Arena requerida :		1 - 0.683	= 0.317 m <sup>3</sup>
Peso de arena seca requerida :			= 831 kg.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Juanito H. Soberón*  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis O. Meléndez*  
Luis O. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE. CIP 59121



DISEÑO DE MEZCLAS f'c 210 Kg/cm <sup>2</sup> (MÉTODO ACI)				
<b>6. Resumen de Materiales por Metro Cúbico.</b>				
Agua (neta de mezclado)	=		200	litros
Cemento	=		339	kg
Agregado Grueso	=		965	kg
Agregado Fino	=		831	kg
			<u>2335</u>	kg
<b>7. Ajuste por humedad del Agregado</b>				
Por humedad total (pesos ajustados)				
Agregado grueso	=		969	kg
Agregado fino	=		872	kg
Corrección por absorción, del agua de mezclado.				
Agregado grueso	=		0	litros
Agregado fino	=		22.6	litros
			<u>22.6</u>	litros
<b>8. RESUMEN</b>				
AGUA (Total de mezclado)	=		177	litros
CEMENTO	=		339	kg
AGREGADO GRUESO (Húmedo)	=		969	kg
AGREGADO FINO (Húmedo)	=		872	kg
<b>9. DOSIFICACION RECOMENDADA EN PESO (POR BLS. DE CEMENTO)</b>				
<b>CEMENTO</b>	<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	
1.0	2.6	2.9	22	Lts./bolsa
<b>10. DOSIFICACION ESTIMADA EN VOLUMEN</b>				
<b>AGREGADO FINO:</b>				
Peso unitario suelto seco			1558.00	
Peso unitario suelto húmedo			1635.43	
Peso unitario húmedo suelto / 35	→		46.73	Kg/pié <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO</b>				
Peso unitario suelto seco			1337.00	
Peso unitario suelto húmedo			1341.95	
Peso unitario húmedo suelto / 35	→		38.34	Kg/pié <sup>3</sup>
		<b>Proporcion en obra x bolsa</b>	<b>Vol. x m3 de concreto</b>	
Contenido de Cemento	42.5 Kg/pié <sup>3</sup>	1.0 Bls.	8.00 Bls/m <sup>3</sup>	
Contenido de Agua	22.2 Kg/pié <sup>3</sup>	22.2 lt/Bls.	177.4 lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de Agregado Fino	109.3 Kg/pié <sup>3</sup>	2.34 pié <sup>3</sup>	18.72 pié <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Contenido de Agr. Grueso	121.5 Kg/pié <sup>3</sup>	3.17 pié <sup>3</sup>	25.35 pié <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>CEMENTO</b>	<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	
1.0	2.3	3.2	22	Lts./bolsa
<b>Nota:</b> La dosificación de agua deberá ajustarse en obra en relación con la humedad que presenten los agregados, para obtener una mezcla trabajable y con el slump requerido.				

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ING. RESPONSABLE: CIP 38121

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP 38121

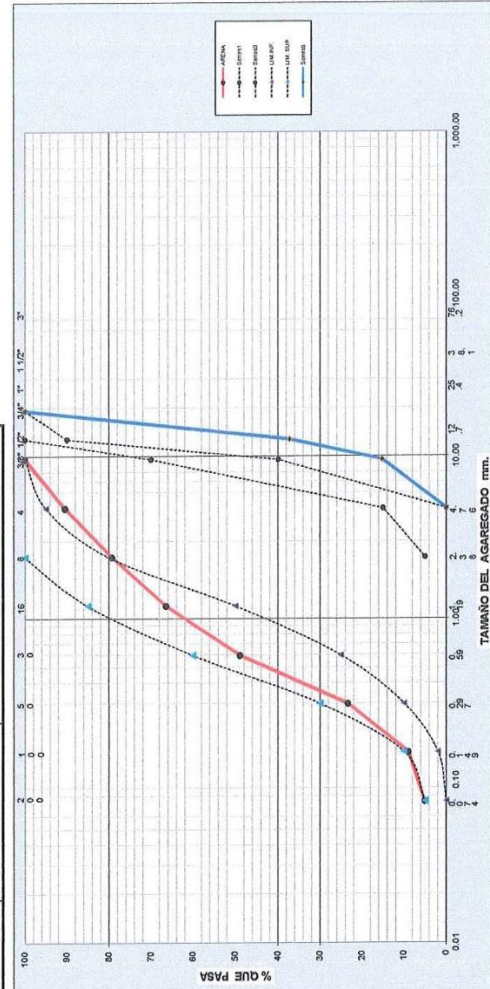
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
PARA CONCRETO**

<b>PROYECTO :</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM <sup>2</sup> EN UNA LOSA ALIGERADA, JAÉN 2021"
<b>SOLICITA :</b>	Br. Bravo Sánchez, Juan Carlos; Br. Salgado Becerra, Luis Miguel
<b>UBICACIÓN :</b>	DIST. JAÉN, PROV. JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA
<b>FECHA :</b>	1 MAYO 2021
<b>MATERIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO</b>	<b>CANTERA</b>
Agregado Grueso	AMN. IZ. ORANAGA
Agregado Fino	ZARANDÉA
	AZULA - SECTOR YANITACO - JAÉN
	AZULA - SECTOR YANITACO - JAÉN

Tamaño ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (g)	AGREGADO GRUESO (GRAVA)		GRAVA CHANCADA	
			Retenido Parcial	% Acumulado	Que Pasa	Graduación
3"	76.200					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700	1884.00	62.76	62.8	100.00	100
3/8"	9.525	665.00	22.03	84.8	37.24	90
1/4"	6.350	407.00	13.49	98.3	15.21	40
Nro 4	4.750	52.00	1.72	100.0	0.00	0
<b>TOTAL</b>						
<b>PESO INC.</b>	<b>3.018.00</b>	<b>3.018.00</b>	<b>100.00</b>			

Tamaño ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (g)	AGREGADO FINO (ARENA)		ARENA ZARANDÉA	
			Retenido Parcial	% Acumulado	Que Pasa	Graduación
3/8"	9.525	29.52	4.7	4.7	100.0	100.00
1/4"	6.350	24.15	4.8	9.5	95.2	100.00
Nro 4	4.750	55.78	11.2	20.7	80.8	85
Nro 8	2.360	14.61	2.9	23.6	76.4	80
Nro 16	1.190	49.52	10.0	33.6	66.4	50
Nro 20	0.840	41.39	8.3	41.9	58.1	85
Nro 30	0.600	46.29	9.3	51.1	48.9	25
Nro 40	0.420	57.05	11.4	62.5	37.5	60
Nro 50	0.297	70.62	14.1	76.6	23.4	10
Nro 60	0.250	60.24	12.0	88.7	11.3	3
Nro 100	0.149	11.80	2.4	91.1	8.9	2
Nro 200	0.074	19.15	3.8	94.9	5.1	0
< Nro.200		25.58	5.1	100.0	0.0	0
<b>TOTAL</b>						
<b>PESO INC.</b>	<b>500.00</b>	<b>474.42</b>	<b>100.00</b>			

Observaciones:  
Agregado para elaborar concreto f<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>.



NOTA: LA MUESTRAS EMPLEADAS PARA EL ANÁLISIS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE.  
MÓDULO DE FINIZA ARENA: 2.83

ARENA :  EXCELENTE  MUY BUENA  BUENA  REGULAR  MALA  
GRAVA :  EXCELENTE  MUY BUENA  BUENA  REGULAR  MALA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
JAZMINES DE LA TIERRA  
INGENIERO TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Méndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIF 38121

DISEÑO DE MEZCLAS $f_c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> (MÉTODO ACI)			
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. Bravo Sánchez, Juan Carlos; Br. Saldaña Becerra, Luis Miguel		
<b>OBRA</b>	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM <sup>2</sup> EN UNA LOSA ALIGERADA, JAÉN 2021"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JAÉN, PROV. JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA		
<b>FECHA</b>	: MAYO 2021		
<b>A. REQUERIMIENTO :</b>			
Resistencia Especificada:	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Relación A/C: 0.59	
Uso	: Losas		
Cemento Portland:	Pacasmayo TIPO I		
Coefficiente de variación estimado: $f_c =$	84	+	$f_c = 294 \text{ kg/cm}^2$
Agregados:	Piedra Cantera : AZULA - SECTOR YANUYACU - JAÉN (CHANCADA) Arena Cantera : AZULA - SECTOR YANUYACU - JAÉN (ZARANDEADA)		
<b>AGREGADOS</b>			
Características :	<b>ARENA</b>		<b>PIEDRA</b>
Humedad Natural :	4.97		1.52
Absorción :	2.25		1.23
Peso Específico de Masa :	2.62		2.70
Módulo de Fineza :	2.83		---
Tamaño máx. del agregado:	---		1/2"
Peso Unitario Suelto :	1558		1373
Peso Unitario Varillado Compactado :	1793		1577
<b>B. DOSIFICACION</b>			
1. Selección de la Relación Agua-Cemento A/C			
Para lograr una resist. Característica de:	84	+	210 = 294 kg/cm <sup>2</sup>
se requiere una a/c =	0.59		
2. Estimación del agua de mezclado y Contenido de Aire.			
Para un asentamiento de	4"	a	6" = 220 litros/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado	2.5 %		
3. Contenido de Cemento			
C.	220	/	0.59 = 373 kg aprox. 8.80 Bolsas/m <sup>3</sup>
4. Estimación del contenido de Agregado Grueso.			
A.G.	m <sup>3</sup>	x	kg/m <sup>3</sup> = 867 kg
5. Estimación del Contenido de Agregado Fino.			
Volumen de Agua			= 0.220 m <sup>3</sup>
Volumen sólido de cemento		/ 3.08	= 0.121 m <sup>3</sup>
Volumen sólido del agregado grueso			= 0.321 m <sup>3</sup>
Volumen de aire.			= 0.025 m <sup>3</sup>
			<u>0.687 m<sup>3</sup></u>
Volumen sólido de Arena requerida :	1 - 0.687		= 0.313 m <sup>3</sup>
Peso de arena seca requerida :			= 820 kg.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Juan Carlos Bravo Sánchez*  
JUAN CARLOS BRAVO SÁNCHEZ  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G. Meléndez Tuesta*  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP 58121

DISEÑO DE MEZCLAS f'c 210 Kg/cm <sup>2</sup> (MÉTODO ACI)					
<b>6. Resumen de Materiales por Metro Cúbico.</b>					
Agua (neta de mezclado)	=				220 litros
Cemento	=				373 kg
Agregado Grueso	=				867 kg
Agregado Fino	=				820 kg
					<u>2280 kg</u>
<b>7. Ajuste por humedad del Agregado</b>					
Por humedad total (pesos ajustados)					
Agregado grueso	=				880 kg
Agregado fino	=				861 kg
Corrección por absorción, del agua de mezclado.					
Agregado grueso	=				2.51 litros
Agregado fino	=				22.3 litros
					<u>24.81 litros</u>
<b>8. RESUMEN</b>					
AGUA (Total de mezclado)	=				195 litros
CEMENTO	=				373 kg
AGREGADO GRUESO (Húmedo)	=				880 kg
AGREGADO FINO (Húmedo)	=				861 kg
<b>9. DOSIFICACION RECOMENDADA EN PESO (POR BLS. DE CEMENTO)</b>					
<b>CEMENTO</b>		<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	
1.0	:	2.3	2.4	22	Lts./bolsa
<b>10. DOSIFICACION ESTIMADA EN VOLUMEN</b>					
<b>AGREGADO FINO:</b>					
Peso unitario suelto seco					1558.00
Peso unitario suelto húmedo					1635.43
Peso unitario húmedo suelto / 35			→		<b>46.73 Kg/pié3</b>
<b>AGREGADO GRUESO</b>					
Peso unitario suelto seco					1373.00
Peso unitario suelto húmedo					1393.87
Peso unitario húmedo suelto / 35			→		<b>39.82 Kg/pié3</b>
				<b>Proporcion en obra x bolsa</b>	<b>Vol. x m3 de concreto</b>
Contenido de Cemento				42.5 Kg/pié3	1.0 Bls. 8.80 Bls/m3
Contenido de Agua				22.2 Kg/pié3	22.2 lt/Bls. 195.2 lt/m3
Contenido de Agregado Fino				98.1 Kg/pié3	2.10 pié3 18.48 pié3/m3
Contenido de Agr. Grueso				100.3 Kg/pié3	2.52 pié3 22.16 pié3/m3
<b>CEMENTO</b>		<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	
1.0	:	2.1	2.5	22	Lts./bolsa
Nota: La dosificación de agua deberá ajustarse en obra en relación con la humedad que presenten los agregados, para obtener una mezcla trabajable y con el slump requerido.					

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Juanito H. Soboron Herrera*  
JUANITO H. SOBORON HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G. Meléndez Tuesta*  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CP 50121



# Registro de la Propiedad Industrial

## Oficina de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00042358

La Oficina de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 010408-2006/OSD - INDECOPI de fecha 07 de Julio de 2006, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo :



Distingue :

Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y concreto para obras y proyectos de irrigación, hidroenergéticas, viales, edificaciones en general; servicios científicos y tecnológicos así como servicios de investigación y diseño relativos a actividades de ingeniería

Clase :

42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud :

0266428-2006

Titular :

MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.

País :

PERU

Vigencia :

07 de Julio de 2016

Tomo :

212

Folio :

158

  
**MIGUEL ANGEL SANCHEZ**  
**DEL SOLAR QUINONES**  
 Jefe de la Oficina  
 de Signos Distintivos  
 INDECOPI



EXPEDIENTE N° 66489-2016

RESOLUCIÓN N° 007686 - 2016/OSD - Reg - Indecopi

Lima,

Con fecha 09 de julio de 2016, MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C. de Perú, solicita la Renovación del registro N° 42358.

**1. ANÁLISIS**

Los artículos 152° y 153° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, establecen que la renovación del registro de una marca deberá solicitarse ante la Oficina Competente, dentro de los seis meses anteriores a la fecha de su expiración. No obstante, el titular de la marca gozará de un plazo de gracia de seis meses, contados a partir de la fecha del mismo.

Asimismo, habiéndose cumplido con las formalidades establecidas en el punto precedente, las disposiciones contenidas en los artículos 176°, 177°, 184°, 187°, 190° y 192° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y el artículo 20° del Decreto Legislativo N° 1070, en la que corresponden, así como lo señalado por el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Indecopi; procede acceder a la renovación solicitada.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 30°, 42° y 41° de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - Indecopi, sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, Reglamento y su modificatoria, concordante con el artículo 1° del Decreto Legislativo N° 1070, que aprueba disposiciones complementarias a la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial.

**2. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS**

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C., la renovación del registro de la marca de servicio constituida por la denominación MAGMA escrita en letras características donde la primera letra A representa un símbolo del cual emerge luz y en la parte inferior se agrupa la frase SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C. escrita en letras características, todo en los colores negro, rojo y amarillo, de la clase 42 de la Clasificación Internacional, inscrita con certificado N° 42358, considerando todo el tiempo de ley por el plazo de diez años, contado desde el vencimiento del registro anterior, que expirará el 07 de julio de 2006.

Regístrese y comuníquese



**Maria Ines Reguillo Torres**  
 Área de Registro y Archivos  
 Dirección de Signos Distintivos  
 Indecopi

## Anexo N.º: 04: Certificado de calidad Cemento Pacasmayo TIPO I



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**

Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 698 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 8000



G-CC-F-04  
Versión 03

### Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo, 20 de abril de 2021

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.82	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3760	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

**Resistencia a Compresión :**

Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	28.1 (288)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	33.9 (348)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 285)

**Tiempo de Fraguado Viscat :**

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	287	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-04-2021 al 30-04-2021.

La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Abril 2021.

(\*) Requisito opcional.


Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas  
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

**Anexo N.º: 05: Ensayos a compresión de especímenes de concreto**

	<b>TESIS: “INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021”</b>			<b>BACHILLER:</b> BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS
	<b>ANEXOS</b>	<b>LSP21 - EC - 054</b>	<b>FECHA</b>	<b>JUNIO - 2021</b>

## **ENSAYOS A COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO**

### **PROYECTO:**


**“INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210  $\text{KG}/\text{CM}^2$  EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021”**

### **BACHILLER:**

- **BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS**
- **SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL**

**JAÉN - CAJAMARCA, - JUNIO – 2021**

**DIRECCIÓN: CALLE CONILA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAÉN - JAÉN**      **CEL:969577841 - 975421091**

	<b>TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"</b>			<b>BACHILLER:</b> BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS
	<b>ANEXOS</b>	<b>LSP21          - EC -          054</b>	<b>FECHA</b>	<b>JUNIO          - 2021</b>  SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL

# ANEXO I

# ENSAYOS A

# COMPRESIÓN DE

# CONCRETO

**DIRECCIÓN: CALLE CONILA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAÉN - JAÉN**
**CEL:969577841 - 975421091**



 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC</b> <b>LABORATORIO</b> <b>DE SUELOS Y</b> <b>PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LSP21 - EC</b> <b>- 054</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>TÉCNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACHILLER:</b>	BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS, SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39 - MTC. E 704

PROBET A N.º	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	IDENTIFICACIÓN	Carga rotura kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia máxima kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
1	08/06/2021	15/06/2021	7	Cenizas 10%	44 48 0	210	14.3	276.9 5	277	132

<b>OBSERVACIONES</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 7 DÍAS ES 70 % F'c, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.
----------------------	--

  
**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Ingeniero Civil Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC</b> <b>LABORATORIO</b> <b>DE SUELOS Y</b> <b>PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LSP21 - EC</b> <b>- 054</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>TÉCNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACHILLER:</b>	BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS, SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39 - MTC. E 704

PROBET A N.º	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	IDENTIFICACIÓN	Carga rotura kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia máxima kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
1	08/06/2021	15/06/2021	7	Cenizas 15%	37150	210	14.6	221.90	222	106

<b>OBSERVACIONES</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 7 DÍAS ES 70 % F'c, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.
----------------------	--

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 LABORATORISTA  
  
  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC</b> <b>LABORATORIO</b> <b>DE SUELOS Y</b> <b>PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LSP21 - EC</b> <b>- 054</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>TÉCNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACHILLER:</b>	BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS, SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39 - MTC. E 704

PROBET A N.º	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	IDENTIFICACIÓN	Carga rotura kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia máxima kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
1	08/06/2021	15/06/2021	7	Cenizas 20%	23710	210	14.5	143.58	144	68

<b>OBSERVACIONES</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 7 DÍAS ES 70 % F'c, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA NO CUMPLE CON EL REQUISITO.
----------------------	---

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 LABORATORISTA TÉCNICO LABORATORISTA  
  
  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC</b> <b>LABORATORIO</b> <b>DE SUELOS Y</b> <b>PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LSP21 - EC</b> <b>- 054</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>TÉCNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACHILLER:</b>	BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS, SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39 - MTC. E 704

PROBET A N.º	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	IDENTIFICACIÓN	Carga rotura kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia máxima kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
1	08/06/2021	22/06/2021	14	Cenizas 10%	49150	210	14.7	289.60	290	138

<b>OBSERVACIONES</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 14 DÍAS ES 80 % F'c, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.
----------------------	---

  
**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Ingeniero Civil Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC</b> <b>LABORATORIO</b> <b>DE SUELOS Y</b> <b>PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LSP21 - EC</b> <b>- 054</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>TÉCNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACHILLER:</b>	BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS, SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39 - MTC. E 704

PROBET A N.º	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	IDENTIFICACIÓN	Carga rotura kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia máxima kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
1	08/06/2021	22/06/2021	14	Cenizas 15%	39220	210	14.4	240.82	241	115

<b>OBSERVACIONES</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 14 DÍAS ES 80 % F'c, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.
----------------------	---

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC</b> <b>LABORATORIO</b> <b>DE SUELOS Y</b> <b>PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LSP21 - EC</b> <b>- 054</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>TÉCNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACHILLER:</b>	BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS, SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39 - MTC. E 704

PROBET A N.º	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	IDENTIFICACIÓN	Carga rotura kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia máxima kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
1	08/06/2021	22/06/2021	14	Cenizas 20%	26350	210	14.5	159.57	160	76

<b>OBSERVACIONES</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 14 DÍAS ES 80 % F'c, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA NO CUMPLE CON EL REQUISITO.
----------------------	--

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC</b> <b>LABORATORIO</b> <b>DE SUELOS Y</b> <b>PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LSP21 - EC</b> <b>- 054</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>TÉCNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACHILLER:</b>	BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS, SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39 - MTC. E 704

PROBET A N.º	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	IDENTIFICACIÓN	Carga rotura kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia máxima kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
1	08/06/2021	06/07/2021	28	Cenizas 10%	53210	210	14.7	313.52	314	149

<b>OBSERVACIONES</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 14 DÍAS ES 80 % F'c, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.
----------------------	---

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809



 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC</b> <b>LABORATORIO</b> <b>DE SUELOS Y</b> <b>PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LSP21 - EC</b> <b>- 054</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>TÉCNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACHILLER:</b>	BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS, SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39 - MTC. E 704

PROBET A N.º	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	IDENTIFICACIÓN	Carga rotura kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia máxima kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
1	08/06/2021	06/07/2021	28	Cenizas 15%	42 42 0	210	14.7	249.9 5	250	119

<b>OBSERVACIONES</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 14 DÍAS ES 80 % F'c, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.
----------------------	---

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 LABORATORISTA TÉCNICO LABORATORISTA  
  
  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809



 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>LABSUC</b> <b>LABORATORIO</b> <b>DE SUELOS Y</b> <b>PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LSP21 - EC</b> <b>- 054</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>TÉCNICO QC:</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
<b>BACHILLER:</b>	BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS, SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARODY


STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39 - MTC. E 704

PROBET A N.º	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	IDENTIFICACIÓN	Carga rotura kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia máxima kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
1	08/06/2021	06/07/2021	28	Cenizas 20%	28230	210	14.4	173.34	173	83

<b>OBSERVACIONES</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 14 DÍAS ES 80 % F'c, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA NO CUMPLE CON EL REQUISITO.
----------------------	--

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jenner Kimbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

	<b>TESIS: “INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA 210 KG/CM2 EN UNA LOSA ALIGERADA JAÉN - 2021”</b>			<b>BACHILLER:</b> BRAVO SÁNCHEZ JUAN CARLOS
	<b>ANEXOS</b>	<b>LSP21          - EC -          054</b>	<b>FECHA</b>	<b>JUNIO          - 2021</b>  SALDAÑA BECERRA LUIS MIGUEL

# ANEXO II

## CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INDECOPI

**DIRECCIÓN: CALLE CONILA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1      CEL:969577841 -  
CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAÉN - JAÉN                      975421091**



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

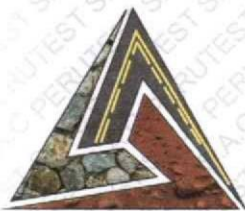
Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS





**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

**RUC N° 20602182721**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 016 - 2020

*Área de Metrología*

*Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	212-2020
<b>2. Solicitante</b>	<b>GROUP JHAC S.A.C LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y</b>
<b>3. Dirección</b>	Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>
<b>Capacidad</b>	120000 kgf
<b>Marca</b>	FORNEY (MODIFICADO)
<b>Modelo</b>	NO INDICA
<b>Número de Serie</b>	M00002
<b>Procedencia</b>	USA
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>Indicación</b>	DIGITAL
<b>Marca</b>	FORNEY (MODIFICADO)
<b>Modelo</b>	NO INDICA
<b>Número de Serie</b>	M00002
<b>Resolución</b>	10 kgf
<b>Ubicación</b>	NO INDICA
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2020-12-02

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

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

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

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**Fecha de Emisión**

2020-12-03

**Jefe del Laboratorio de Metrología**

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

**Sello**





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 016 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1

"Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Instalaciones del Cliente

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28.5 °C	28.5 °C
Humedad Relativa	61 % HR	61 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	CELDA DE CARGA KELI MOD: 150-A E SERIE: 5Y97826	INF-LE 002 -20

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo NO CUMPLE con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales, ya que presenta errores mayores a los errores máximos permitidos según la norma UNE-EN ISO 7500-1.







**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

**RUC N° 20602182721**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 016 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ ( kgf )	$F_1$ ( kgf )	$F_2$ ( kgf )	$F_3$ ( kgf )	$F_{promedio}$ ( kgf )
10	10000	100.0	100.0	100.0	100.0
20	20000	197.9	197.9	197.9	197.9
30	30000	295.3	295.3	295.3	295.3
40	40000	393.5	393.5	393.5	393.5
50	50000	491.3	491.3	491.3	491.3
60	60000	589.1	589.1	589.1	589.1
70	70000	687.5	687.5	687.5	687.5
80	80000	786.0	786.0	786.0	786.0
90	90000	884.6	884.6	884.6	884.6
100	100000	983.2	983.2	983.2	983.2
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F ( kgf )	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000	9903.20	0.00	0.00	0.10	0.58
20000	10003.61	0.00	0.00	0.05	0.58
30000	10058.75	0.00	0.00	0.03	0.57
40000	10064.67	0.00	0.00	0.03	0.57
50000	10077.03	0.00	0.00	0.02	0.57
60000	10084.20	0.00	0.00	0.02	0.57
70000	10081.13	0.00	0.00	0.01	0.57
80000	10078.00	0.00	0.00	0.01	0.57
90000	10073.72	0.00	0.00	0.01	0.57
100000	10070.67	0.00	0.00	0.01	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

## Anexo N.º: 06: Validación de instrumentos

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Título de la investigación	: <b>Influencia de la ceniza de cascarilla de café para aumentar la resistencia a la compresión en una losa aligerada, Jaén 2021</b>
Apellidos y nombres del experto	: Ricardo Lenin Becerra Guevara
Institución donde labora	: Privado
Especialidad	: Mg. Ingeniero civil
Instrumento de evaluación	: Ensayo Granulométrico, ensayo contenido de humedad, ensayo de límites, análisis de propiedades físico – químicas de Cenizas de cascarilla de Café, ensayo de esfuerzo a la compresión.
Autor (s) del instrumento (s)	: Bravo Sánchez, Juan Carlos; Saldaña Becerra, Luis Miguel

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Material adobe y sustitución parcial de agregado fino por cenizas de cascarilla de café en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Sustitución parcial de agregado fino por cenizas de cascarilla de café.					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: concreto y sustituciones parciales del agregado fino por adiciones porcentuales del 10%, 15% y 20%.					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>49</b>	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al Instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 PROMEDIO DE VALORACIÓN: 49   
 Ricardo Lenin Becerra Guevara  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 142660  
 Moyobamba, julio de 2021



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### II. DATOS GENERALES

Título de la investigación : **Influencia de la ceniza de cascarilla de café para aumentar la resistencia a la compresión en una losa aligerada, Jaén 2021**

Apellidos y nombres del experto : **Walter Guevara Bustamante**

Institución donde labora : **Universidad César Vallejo**

Especialidad : **Mg. Ingeniero civil**

Instrumento de evaluación : **Ensayo Granulométrico, ensayo contenido de humedad, ensayo de límites, análisis de propiedades físico – químicas de Cenizas de cascarilla de Café, ensayo de esfuerzo a la compresión.**

Autor (s) del instrumento (s) : **Bravo Sánchez, Juan Carlos; Saldaña Becerra, Luis Miguel**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Material adobe y sustitución parcial de agregado fino por cenizas de cascarilla de café en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Sustitución parcial de agregado fino por cenizas de cascarilla de café.					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: concreto y sustituciones parciales del agregado fino por adiciones porcentuales del 10%, 15% y 20%.					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>49</b>

(Nota: Tener en cuenta que el Instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al Instrumento no válido ni aplicable)


### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 49

  
**Walter Guevara Bustamante**  
**ING. CIVIL**  
**R. C.I.P. 157674**

Moyobamba, julio de 2021

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**III. DATOS GENERALES**

Título de la investigación : **Influencia de la ceniza de cascarilla de café para aumentar la resistencia a la compresión en una losa aligerada, Jaén 2021**

Apellidos y nombres del experto : **Juan Alberto Contreras Morelo**

Institución donde labora : **Privado**

Especialidad : **Mg. Ingeniero civil**

Instrumento de evaluación : **Ensayo Granulométrico, ensayo contenido de humedad, ensayo de límites, análisis de propiedades físico – químicas de Cenizas de cascarilla de Café, ensayo de esfuerzo a la compresión.**

Autor (s) del instrumento (s) : **Bravo Sánchez, Juan Carlos; Saldaña Becerra, Luis Miguel**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Material adobe y sustitución parcial de agregado fino por cenizas de cascarilla de café en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Sustitución parcial de agregado fino por cenizas de cascarilla de café.					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: concreto y sustituciones parciales del agregado fino por adiciones porcentuales del 10%, 15% y 20%.					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>49</b>

(Nota: Tener en cuenta que el Instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al Instrumento no válido ni aplicable)

**V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 49



**Juan Alberto Contreras Morelo**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 169290

Moyobamba, julio de 2021