



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Influencia de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades
de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco**

2022

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

AUTOR:

Mayhua Ruiz, Irvén (ORCID: 0000-0002-1743-5129)

ASESOR:

Mg. Heredia Benavides, Raul (ORCID: 0000-0001-5408-5706)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mi padre que a pesar que ya no se encuentra entre nosotros siempre me apoyo e incentivo a culminar esta etapa de mi carrera y sé que estaría feliz de verme concretarla. A mi madre por ser la persona más importante en mi vida y uno de los pilares que me mantiene a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la universidad César Vallejo por la oportunidad que nos brindó, de podernos graduar en esta casa de estudios. A mi asesor Mg. Heredia Benavides, Raul por compartir sus conocimientos para poder realizar la presente tesis.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
índice de contenidos	iv
Índice de Tablas.....	iv
Índice de Figuras	v
Resumen	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	14
3.2 Variables y Operacionalización.....	15
3.3 Población, Muestra, Muestreo, Unidad de Análisis	15
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	17
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Métodos de Análisis de Datos	18
3.7 Aspectos Éticos	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS.....	55

Índice de Tablas

Tabla 1: Tipos o clases de asentamiento.	12
Tabla 2: Asentamientos recomendados para el concreto según el tipo de construcción.....	12
Tabla 3: Valores de MR de acuerdo con el rango de tráfico vehicular de carga pesada.	17
Tabla 4: Numero de especímenes de concreto para ensayo a compresión.	21
Tabla 5: Cantidad de vigas – ensayo de flexión.	21
Tabla 6: Cantidad de materiales por m ³ para la mezcla patrón.	26
Tabla 7: Cantidad de materiales por m ³ considerando con 1% de ceniza.	26
Tabla 8: Cantidad de materiales por m ³ considerando 3% de ceniza.....	27
Tabla 9: Cantidad de materiales por m ³ considerando 5% de ceniza.....	27
Tabla 10: Resultados del ensayo a compresión a los 7 días.	28
Tabla 11: Resultados del ensayo a compresión a los 14 días.	29
Tabla 12: Resultados del ensayo a compresión a los 28 días.....	30
Tabla 13: Resultados del ensayo de flexión a los 7 días.	32
Tabla 14: Resultados del ensayo de flexión a los 14 días.	33
Tabla 15: Resultados del ensayo de flexión a los 28 días.	34

Índice de Figuras

Figura 1: Ensayo de asentamiento del concreto.....	12
Figura 2: Medidor del tipo de presión para la determinación del contenido de aire.	13
Figura 3: Probetas cilíndricas para de ensayo de compresión.	14
Figura 4: Ensayo de compresión de probetas cilíndricas.	15
Figura 5: Ensayo de resistencia a la flexión.	16
Figura 6: Comparación de los resultados de resistencia a la compresión a los 7 días.	28
Figura 7: Comparación de los resultados de resistencia a la compresión a los 14 días.....	29
Figura 8: Comparación de los resultados de resistencia a la compresión a los 28 días.....	30
Figura 9: Comparación del incremento de resistencia a la compresión para cada tipo de mezcla.....	31
Figura 10: Comparación de los resultados de resistencia a la flexión a los 7 días.	32
Figura 11: Comparación de los resultados de resistencia a la flexión a los 14 días.	33
Figura 12: Comparación de los resultados de resistencia a la flexión a los 28 días.	34
Figura 13: Comparación del incremento de resistencia a la flexión para cada tipo de mezcla.	35

Resumen

La presente tesis tuvo por objetivo determinar de qué manera la incorporación de ceniza de cascarilla de café influye en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022. El tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue explicativo-correlacional y el diseño experimental. La muestra estuvo conformada por 76 especímenes de concreto (36 probetas cilíndricas y 36 vigas prismáticas). El desarrollo de la investigación consistió en la elaboración del diseño de mezclas para un concreto Patrón $f'c = 280 \text{kg/cm}^2$, y a partir de este diseño de mezclas se elaboró especímenes de concreto (tradicional y con reemplazo de ceniza de cascarilla de café en dosificaciones de 1%, 3% y 5%), las cuales fueron sometidas a ensayos de compresión y flexión a los días 7, 14 y 28. Los resultados muestran que la incorporación de ceniza de cascarilla de café incrementa la resistencia a la compresión y flexión hasta valores de 19.89% y 2.10% respectivamente, en comparación al concreto patrón, el porcentaje de reemplazo que presenta mejores resultados es al 1% de cenizas de cascarilla de café.

Palabras clave: Ceniza de Cascarilla de Café, Resistencia a la flexion, Resistencia a la Compresión, Pavimento Rígido.

Abstract

The objective of this thesis was to determine how the incorporation of coffee husk ash influenced the strength properties of concrete for rigid pavements, Cusco 2022. The type of research was applied, the level was explanatory-correlational and the experimental design. The sample consisted of 76 concrete specimens (36 cylindrical specimens and 36 prismatic beams). The development of the research consisted in the elaboration of the mixture design for a concrete pattern $f'c = 280\text{kg/cm}^2$, and from this mixture design, concrete specimens were elaborated (traditional and with replacement of coffee husk ash). in dosages of 1%, 3% and 5%), which were subjected to compression and bending tests on days 7, 14 and 28. The results show that the incorporation of coffee husk ash increases the compressive strength and flexing up to values of 19.89% and 2.10% respectively, compared to the concrete pattern, the replacement percentage that presents the best results is 1% coffee husk ash.

Keywords: Coffee Husk Ash, Flexural Strength, Compressive Strength, Rigid Pavemen

I. INTRODUCCIÓN

El rápido aumento de las actividades de construcción ha dado lugar a la escasez de materiales de construcción convencionales, ya sea construcción de viviendas o pavimentos de concreto (Reta y Mahto, 2019, p. 152), por ello hoy en día se emplean numerosos materiales agropecuarios, como cáscara de huevos (Babu y Neeraja, 2017, p. 43), cenizas de vegetales e incluso desechos marinos (Wang y Liu, 2020, p. 12) como materiales cementosos, entre muchos más (Li et al., 2020, p. 9). Con respecto específicamente al rubro de carreteras, se debe mencionar que a nivel mundial el uso de pavimentos rígidos ha crecido notablemente en carreteras nacionales y urbanas (Sánchez y Yépez, p. 2017, p. 14). Sin embargo, se debe mencionar que estos pavimentos pierden su serviciabilidad con el paso del tiempo y por esta razón es necesario que se incorporen nuevos materiales al concreto convencional con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas (Chamoli y Paredes, 2019, p. 1). Estas propiedades son la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción, siendo esta última la más importante en el concreto para pavimentos puesto que indica la capacidad que tiene el concreto para soportar cargas vehiculares y los cambios de temperatura (Menéndez, 2016, p. 292). Para mejorar estas propiedades pueden emplearse residuos agrícolas de base inorgánica, que de acuerdo con el criterio de Rodríguez (2019, p. 23) estos residuos se caracterizan por contener un alto porcentaje de sustancias inorgánicas como alúmina, sílice, álcalis y mejoran la durabilidad del concreto. Dentro de este contexto, se debe mencionar como ejemplos de estos residuos a la ceniza de cáscara de arroz, la ceniza de cascarilla de café y la ceniza de caña de azúcar (Chuewangkam et al., 2022, p. 2), así como las cáscaras de palma aceitera que también se emplean como agregado grueso en la producción de concreto (Maghfouri et al., 2018, p. 5).

Es así que la presente investigación estudia la aplicabilidad de la ceniza de cascarilla de café en el concreto para pavimentos rígidos, puesto que este material ha sido empleado sólo en estudios de concreto destinado a la construcción de viviendas, pero no en el concreto para pavimentos, siendo la principal diferencia que en el ámbito de las carreteras la principal propiedad a considerarse es la

resistencia a la tracción del concreto, cuyo indicador es el módulo de rotura (Menéndez, 2016, p. 292).

Es importante mencionar que este estudio se centra en la carretera antigua Cusco-Abancay, específicamente entre el km 0+945 – km 1+945, en el distrito de Pucyura, del departamento de Cusco. Se trata de una carretera antigua que se encuentra deteriorada, presentando fisuras pronunciadas, ahuellamientos y baches, lo que perjudica el tránsito vehicular.

Dadas las premisas expuestas anteriormente, se tiene la **pregunta general**: ¿De qué manera la incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022? Resulta imprescindible señalar que también se tiene el **problema Específico n°1**: ¿De qué manera la incorporación de ceniza de cascarilla de café influye en la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígidos $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, Cusco 2022? También se tiene el **problema específico n°2**: ¿De qué manera la incorporación de ceniza de cascarilla de café influye en la resistencia a la tracción del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022?

Como justificación teórica se debe señalar que el estudio busca contribuir en el conocimiento de la contribución que brinda la ceniza de cascarilla de café en relación a las propiedades que caracterizan al pavimento rígido. También se debe señalar, que en el aspecto social el estudio se justifica debido a que busca promover el uso de este material en futuros proyectos, siendo importante mencionar que, debido a un mayor conocimiento sobre las propiedades de este material, ello contribuirá a tener un mejor criterio cuando se lleven a cabo proyectos sociales haciendo uso de este material natural. Finalmente, resulta imprescindible también señalar que, respecto al aspecto metodológico, el estudio se justifica porque hace uso de un diseño variando porcentualmente la dosificación de este material para con ello poder determinar la cantidad óptima de ceniza que contribuya a mejorar las propiedades del pavimento.

En este estudio se tiene como **objetivo general**: Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022. También se debe señalar que se tiene el **Objetivo Específico N°1**: determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cascarilla de café en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, Cusco 2022. Y el **Objetivo Específico N°2**: determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cascarilla de café en la resistencia a la tracción del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022.

También se tiene la **hipótesis general**: la incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, Cusco 2022. Asimismo, se tiene la **hipótesis específica n°1**: la incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022. Y la **Hipótesis Específica n°2**: la incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en la resistencia a la tracción del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Para Coral (2019) en su tesis “Comportamiento del concreto con cascarilla de café y posibilidades ante textura y color”, que expuso como objetivo evaluar cómo influye la incorporación del material mencionado en las propiedades del concreto. La metodología fue descriptiva-explicativa. Resulta imprescindible mencionar que la población consistió en placas cuadradas elaboradas de concreto tomando en cuenta la incorporación de dicho material en 0,5%, 1,0% y 1,5%, de las cuales 20 placas fueron elegidas como muestra, de dimensiones 30cm*30cm, las cuales fueron sometidas a ensayos de flexión. De todo ello se obtuvo como resultado que se incrementó el valor de la resistencia a la flexión en 0,56% y 17,27% en comparación a la mezcla patrón. Es así que se concluye que la cascarilla de café favorece al incremento del MR del concreto.

Por su parte, Hernández y Herrera (2019) realizaron la tesis “Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café”, tuvo el objetivo de realizar una evaluación para descubrir de qué manera dicho material permite estabilizar un suelo que se caracterice por estar conformado por arcilla y limo. Se debe señalar que la metodología fue explicativa. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que se tomó como población al suelo arcilloso-limoso de la zona en estudio mientras que la muestra estuvo conformada por las muestras de suelo de 4 calicatas distribuidas a lo largo de la zona en estudio. De todo ello se obtuvo como resultado que dicho material, si es incorporado, puede permitir para el CBR un incremento de su valor pasando de 1.6% a 7.3%. Por lo tanto, se llegó a la conclusión que la estabilización del suelo empleando ceniza de cascarilla de café proporciona una mejora en lo que respecta al CBR.

Por otro lado, Ospina y Molina (2018) en la tesis “Influencia del contenido de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de flexión y compresión de un material compuesto por cemento portland, puzolana y arena”, siendo el objetivo llevar a cabo una evaluación que permita descubrir cómo

contribuye dicha ceniza en la mejora del MR y del $f'c$ del concreto. Se debe señalar que la metodología fue explicativa. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que se tomó como población a un grupo de especímenes de concreto, de estos como muestra se tomaron 84. Es así que el resultado más importante fue que si se incrementa la ceniza mencionada ello ocasiona un descenso del MR y el $f'c$. Al final se concluye que no se mejora las propiedades del concreto con la ceniza estudiada.

Por su parte, Rodríguez y Tibabuzo (2019) en su tesis “Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico”, siendo el objetivo llevar a cabo una evaluación para determinar cómo contribuye dicha ceniza en las propiedades del concreto. Se debe señalar que la metodología fue explicativa. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que se tomó como población un conjunto de especímenes de concreto, siendo tomados como muestra 45. Es así que como resultado se puede afirmar que, con un 10% de dicha ceniza se logra un incremento de $f'c$ también en 10%. De esta manera, al final se concluye que esta ceniza permite la mejora del $f'c$.

Por otro lado, Díaz (2020) llevó a cabo el estudio “Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto”, siendo el objetivo como el comportamiento del concreto se ve afectado cuando se realiza la incorporación de dicha ceniza. Se debe señalar que la metodología fue descriptiva. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que se tomó como población a un conjunto de especímenes de concreto, siendo tomados como muestra 20 de ellos. Es así que como resultado se puede afirmar que, cuando se incorpora el 10% de dicha ceniza, esto afecta el comportamiento mecánico del concreto. De esta manera, al final se concluye que este material solo debe incorporarse tomando en consideración bajas dosificaciones.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Destaca el estudio de Díaz y Fernández (2019) que lleva por título “Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto”, presentó por objetivo realizar una evaluación destinada a conocer cómo la incorporación del material mencionado contribuye o brinda una mejora en lo referente al $f'c$, así como también, por supuesto, la trabajabilidad. Se debe señalar que la metodología fue explicativa-correlacional. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que se tomó como población a un conjunto de especímenes de concreto, siendo tomados como muestra 150. Es así que como resultado se puede afirmar que, fue posible incrementar el $f'c$ en 13.08% y 12.20% en comparación a la mezcla patrón, cuando se incorporó 1% y 2% de dicha ceniza respectivamente. De esta manera, al final se concluye que se este material contribuye a mejorar el $f'c$, pero sólo si se toman en cuenta pequeñas dosificaciones.

Por otro lado, Iparraguirre (2021) realizaron la investigación “Influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Oxapampa – 2021”, presentó por objetivo descubrir cómo las propiedades del concreto se ven influenciadas cuando se incorpora el material en mención. Se debe señalar que la metodología fue explicativa-correlacional. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que se tomó como población a un conjunto de especímenes de concreto, siendo tomados como muestra 36. Es así que como resultado se puede afirmar que, el $f'c$ experimentó un incremento de 16.17% en comparación a la mezcla patrón, cuando se incorporó 1% de este material. De esta manera, al final se concluye que esta ceniza incrementa el $f'c$, pero en una mínima cantidad, además que brinda trabajabilidad a la mezcla.

Por su parte, Molocho y Rodríguez (2021) realizaron la tesis “Adición de la cascarilla de café y sus cenizas para Mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en las viviendas económicas de Moyobamba – 2020”, presentó por objetivo llevar a cabo un análisis para descubrir cual es aquel efecto que, cuando se incorpora el material mencionado, se produce en el concreto. Se debe señalar que la metodología fue explicativa. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que

se tomó como población a un conjunto de especímenes de concreto, siendo tomados como muestra 90. Es así que como resultado se puede afirmar que al adicionar dicho material en una dosificación de 5% permitió lograr incrementar en 0.5% el $f'c$. De esta manera, al final se concluye que al adicionar dicho material se puede conseguir una ligera mejora del $f'c$.

También destaca el estudio de Rodríguez (2017) titulado “Diseño de concreto $f'c=250$ kg/cm² reforzado con cascarilla de café en la Ciudad de Jaén”, presentando como objetivo llevar a cabo una evaluación para descubrir el efecto que, al adicionar dicho material, se produce en el concreto en la ciudad mencionada. Se debe señalar que la metodología fue explicativa. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que se tomó como población a un conjunto de especímenes de concreto, siendo tomados como muestra 180. Es así que como resultado se puede afirmar que al adicionar dicho material en una dosificación de 3% permitió lograr incrementar en 8.65% el $f'c$. De esta manera, al final se concluye que la adición de este material conlleva a un incremento considerable de $f'c$.

Se debe mencionar también el estudio de Gil y García (2021) titulado “Influencia de las cenizas de cáscara de café en las propiedades física – mecánicas del suelo en las vías de U.V. Casuerinas, U.V. Señor de la Justicia (Sector Norte), U.V. Héctor Aurich Soto (Sector Norte), Distrito de Ferreñafe, Lambayeque, 2021”, presentó por objetivo, llevar a cabo una evaluación que consistió en descubrir cómo el material mencionado genera un efecto en las propiedades del suelo. Se debe señalar que la metodología fue explicativa. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que se tomó como población los suelos de las vías mencionadas, siendo tomada como muestra 12 calicatas. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que como resultado se obtuvo que existió nula correlación entre el CBR y dicho material. Finalmente se concluye que dicha ceniza sólo ejerce influencia en el contenido de humedad óptimo del suelo, pero no en su CBR.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Pavimento Rígido

Según lo señalado por Ayasta (2018, p. 47) son aquellos pavimentos que presentan una losa de concreto que, y es importante decirlo, puede o no tener refuerzo de acero. De acuerdo con lo expuesto por Chapoñan y Quispe (2017, p. 22) el pavimento rígido posee dos capas estructurales: la subbase granular, que sirve como apoyo uniforme a la losa y cuya estabilización puede ser llevada a cabo con cemento o asfalto cuando sea necesario, y la losa de concreto, que constituye la capa de rodadura del pavimento, que estará en contacto con los neumáticos de los vehículos soportando la carga vehicular.

2.2.2. Concreto Convencional

El concreto de cemento portland convencional es uno de los materiales más antiguos del mundo (Ahmed et al, 2020, p. 2). Asimismo, según señala Montero (2019, p. 38) el concreto es el material constructivo que surge de la unión de cemento, agua y también agregados, que pueden ser gruesos (piedras) y finos (arena). Los agregados generalmente ocupan del 70 al 80% del volumen del concreto (Sulymon et al., 2017, p. 2). También se pueden adicionar aditivos. Este material es altamente manejable lo que permite hacer uso de encofrados. Asimismo, según señala Vargas (2021, p. 7) al concreto también se le puede incorporar barras de acero, con lo cual se forma el concreto armado, que es usado en losas, columnas, etc. Una de las características más destacables del concreto es su durabilidad (Orr et al., 2018, p. 1236). Sin embargo, se puede mencionar que el concreto puede presentar problemas de durabilidad debido al entorno en el que se utiliza (Liu y Lu, 2020, p. 206). Además del concreto convencional también existen otros tipos como el concreto de alto rendimiento (Wu et al. 2017, p. 307), el concreto permeable ecológico que incorpora cenizas volantes y escorias de alto horno (Peng et al., 2018, p. 10) y el concreto de alta resistencia con incorporación de ceniza de bagazo (Rattanachu et al., 2018, p. 2), la cual también se utiliza para incrementar la durabilidad en el caso de morteros (Joshaghani y Moeini, 2017, p. 818).

2.2.3. Diseño del concreto por el Método ACI 211

De acuerdo con lo señalado por García y Ríos (2021, p. 45) este método formulado por el Instituto Americano del Concreto (ACI) en su comité 211, permite realizar el diseño del concreto empleando para ello datos importantes de los agregados como la granulometría, el peso específico, el porcentaje de absorción, peso volumétrico y contenido de humedad.

2.2.4. Propiedades de Resistencia del Concreto para pavimentos rígidos

Según Menéndez (2016, p. 291) en su libro “Ingeniería de Pavimentos” publicado por el Fondo Editorial del Instituto de Construcción y Gerencia (ICG), señala que las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos son la resistencia a la tracción y la resistencia a la compresión.

a) Resistencia a la tracción

De acuerdo a Menéndez (2016, p. 292) esta es una propiedad que debe ser evaluada de manera imprescindible puesto que brinda información sobre la resistencia del concreto frente a la ocurrencia de grietas debido a la contracción, así como también a la temperatura y las cargas. Asimismo, se debe señalar que los dos métodos más comunes para medir la resistencia a la tracción son las pruebas de flexión y las de compresión diagonal (carga lineal uniforme a lo largo de la longitud de la probeta).

a.1.) Resistencia a la tracción por flexión

De acuerdo a Menéndez (2016, p. 292) esta resistencia, expresada por el Módulo de Rotura (MR) posee una gran importancia en el diseño de pavimentos rígidos. Esta premisa se sustenta en el hecho de que estos pavimentos son sometidos a esfuerzos de flexión debido al tránsito de vehículos. En este contexto resulta indispensable mencionar que para llevar a cabo el ensayo de flexión la carga puede ser aplicada ya sea en el centro o en el tercio de la viga, la cual, y es importante decirlo, debe poseer unas dimensiones de 6”x 6” x 20” para un tamaño de agregado máximo de 2”.



Figura 1: Ensayo de tracción por flexión.
Fuente: Domínguez y Fernández, 2020.

a.2.) Resistencia a la tracción por compresión diametral

De acuerdo a Menéndez (2016, p. 293) este es otro ensayo que permite obtener la resistencia a la tracción (ASTM C-496). Es importante señalar que este ensayo se realiza empleando un cilindro de 6 x 12 pulg recostado de lado. Una carga compresiva diametral es aplicada en todo el largo del cilindro a una tasa de 690 a 1380 kPa/min hasta que este falle. Debido a que el concreto es más débil en tensión que en compresión, el cilindro fallará típicamente debido a una tensión horizontal y no debido a una compresión vertical.



Figura 2: Ensayo de tracción por compresión diametral.
Fuente: Masías, 2018.

Es importante mencionar que en la presente investigación se empleó el ensayo de resistencia a la tracción por flexión.

b) Resistencia a la compresión ($f'c$)

De acuerdo a Menéndez (2016, p. 293) esta viene a ser la resistencia máxima considerando una carga axial y sus unidades son kg/cm^2 . Para el ensayo se emplea un cilindro de 6 x 12 pulg. Para llevar a cabo el ensayo se hace uso de lo señalado por AASHTO T-22 y ASTM C-39. Si bien es cierto que el MR es el parámetro a ser empleado en el diseño de pavimentos de concreto, el ensayo de $f'c$ es más fácil de realizar y, además, es importante mencionarlo, el $f'c$ se correlaciona con el MR. Es así que el $f'c$ suele emplearse como criterio de aceptación.

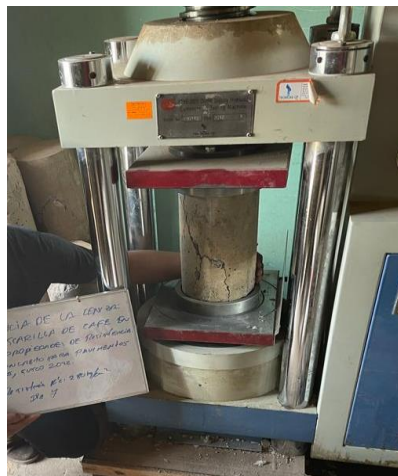


Figura 3: Ensayo de compresión de probetas cilíndricas.

Fuente: propia

2.2.4. El Módulo de Rotura en el Diseño de Pavimentos Rígidos

De acuerdo con lo expuesto por el MTC (2014, p. 231) los pavimentos rígidos trabajan principalmente a flexión por lo cual toma mucha importancia el parámetro MR, el cual está normalizado por la norma ASTM C-78, siguiendo los criterios del ensayo de tracción por flexión antes descritos. Es importante mencionar que la elección del valor del MR de diseño responde directamente al tráfico vehicular pesado que existe en la zona en estudio, expresado en la cantidad de ejes equivalentes (EE).

Tabla 1. Valores de MR de acuerdo con el rango de tráfico vehicular de carga pesada.

Número de EE	MR (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)
≤ 5000000	40	280
> 5000000 ≤ 15000000	42	300
> 15000000	45	350

Fuente: MTC, 2014.

2.2.5 Ceniza de Cascarilla de Café

Los residuos de café se suelen considerar como un tipo de desecho agrícola; a medida que aumente su cantidad, el tratamiento de los residuos de café se convertirá en un problema ambiental, por ello actualmente se contempla el reciclaje utilizando cenizas de estos residuos como sustitución parcial del cemento (Lee et al., 2016, p. 542). Aunque también en algunos estudios ha sido utilizado sustituyendo la arena en el concreto (Almeida et al., 2019, p. 129). Esta cascarilla es un subproducto de la producción de café y esta ceniza es la que se produce después de quemarla (Atahu et al., 2018, p. 337). De acuerdo con lo expuesto por Iparraguirre (2021, p. 13) esta ceniza contiene óxidos de los minerales que poseía la cascarilla previa a ser calcinada. Asimismo, de acuerdo con lo señalado por Molocho y Rodríguez (2020, p. 10) para dicha calcinación se requiere entre 800-900°C. Luego de ser quemada, esta debe ser molida para garantizar una finura que permita pasar la malla N°100 para que recién pueda ser incorporada al concreto. Se debe mencionar que según lo señalado por Rodríguez (2017, p. 33) esta ceniza contribuye a mejorar la resistencia del concreto, además de que permite reducir la corrosión del acero y el daño por sulfatos. Asimismo, de acuerdo con lo señalado por Coral (2019, p. 49) químicamente esta ceniza es rica en silicio y oxígeno.

Agregado grueso: Se debe mencionar que, según lo expuesto por la NTP 400.037 este material por el tamiz N°4 es retenido y suele ser piedra chancada. De acuerdo con Valle y Mego (2020, p. 14) este agregado proviene cuando se desintegran las rocas y es imprescindible que sus partículas sean limpias y de textura rugosa. Además, como dato adicional se puede mencionar que en algunos países se emplean los desechos de construcción convirtiendo el concreto demolido en agregados gruesos (Bheel et al., 2018, p. 230).

Agregado fino: De acuerdo con lo señalado por Valle y Mego (2020, p. 14) es aquel que se caracteriza por pasar la malla de 3/8" (NTP 400. 037), se requiere que sus partículas sean limpias además de que deben poseer una textura angulosa. Está constituido por arena. Como dato adicional se puede mencionar que en algunos estudios la arena se ha cambiado por cenizas volantes para la elaboración de concreto (Foti et al., 2019, p. 11).

Cemento: Es el aglutinante formado por la mezcla de piedra caliza y arcilla calcinada y, además, se caracteriza porque se endurece con el agua. Asimismo, en concordancia con García y Tunqui (2021, p. 23) cuando el clínker se une con una pequeña cantidad de yeso se convierte en cemento. Es importante mencionar que en la presente investigación se emplea el **Cemento tipo I**, siendo esta reconocida por ser de uso general en trabajos constructivos (como pavimentos rígidos y cimentaciones) y suele ser fabricado a través de la molienda conjunta de Clinker Tipo I y yeso (Rodríguez, 2017, p. 11).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

Por enfoque

En concordancia con Rahi (2017, p. 2) se puede afirmar que una investigación es cuantitativa cuando hace uso de medición numérica, así como el empleo de estadística para llevar a cabo el análisis. De esta manera, este estudio posee un enfoque cuantitativo, puesto que hizo uso de la medición numérica y la observación con la finalidad de poder recolectar datos para probar las hipótesis planteadas.

Por propósito

Se debe señalar en concordancia con Ñaupas (2018, p. 136) que es aplicada aquella investigación que se caracteriza por emplear conocimientos que existen para solución de un problema específico. Es así que esta investigación es aplicada puesto que soluciona un problema enfocado en una determinada área del conocimiento, para lo cual emplea teorías existentes, sin crear nuevos conocimientos.

3.1.2 Nivel de la Investigación

Se debe señalar que, en concordancia con Ñaupas (2018, p. 367) el nivel explicativo tiene por finalidad buscar relaciones causa – efecto entre las variables. Siguiendo la premisa mencionada, se puede afirmar que el nivel de este estudio es explicativo, esto se fundamenta porque buscará determinar cómo influye la variable independiente sobre la dependiente, de una manera comparativa.

3.1.3 Diseño de la Investigación

En concordancia con el criterio de Ñaupas (2018, p. 354) se puede afirmar que el diseño se considera experimental al tratarse de un estudio en el cual se manipula la variable estudiada. Resulta imprescindible señalar que para ello se hace uso de técnicas numéricas (Akhtar, 2016, p. 78). Siguiendo la premisa mencionada la investigación posee un diseño experimental, ello debido a que manipuló la variable estudiada para poder probar la hipótesis.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Ceniza de cascarilla de café

- **Definición Conceptual:** Se puede afirmar que, en concordancia con el criterio de Iparraguirre (2021, p. 13) esta ceniza es el material resultante de la calcinación de la cascarilla de café también llamada cisco, y que es rica en silicio y oxígeno.
- **Definición Operacional:** Es aquel material formado a partir de la calcinación de la cascarilla de café a más de 800°C, la cual será empleada en dosificaciones de 1%, 3% y 5% del peso del cemento de la mezcla.

Variable Dependiente: Propiedades de Resistencia del Concreto

- **Definición Conceptual:** Según lo expuesto por Menéndez (2016, p. 291) las propiedades de resistencia del concreto se encuentran vinculadas a su estado endurecido: resistencia a la compresión y resistencia a la tracción.
- **Definición Operacional:** Estas son la resistencia a la compresión y tracción del concreto las cuales son obtenidas de los ensayos de laboratorio.

3.3 Población, Muestra y Muestreo

3.3.1 Población

En concordancia con lo mencionado por Arias (2012, p. 81) esta viene a ser el conjunto finito o infinito de elementos en los cuales existen características comunes. Siguiendo esta premisa como población se consideró al concreto para pavimentos rígidos. La presente investigación tiene una población infinita.

3.3.2 Muestra

En concordancia a lo expuesto por Arias (2012, p. 83) es aquel subconjunto representativo que proviene de la población. Es así que, en este estudio, tomando en cuenta lo señalado por la norma E.060 del RNE para los ensayos a compresión y tracción por flexión se debe considerar que son 3 probetas la mínima cantidad de especímenes. Es así que, en total, la muestra fue la siguiente: para el ensayo de compresión 36 probetas de tipo cilíndricas (de dimensiones 10cm x 20cm según

ASTM C-39) y para el ensayo de flexión 36 probetas de tipo viga de sección rectangular (15cm x 15cm según ASTM C-78), las cuales han sido evaluadas a los 7, 14 y 28 días según las diferentes dosificaciones de ceniza de cascarilla de café para el diseño del concreto 280 kg/cm².

Tabla 2. Cantidad de probetas - ensayo a compresión.

EDAD (días)	N.º Especímenes de concreto patrón	N.º Especímenes de concreto adicionando 1% de ceniza	N.º Especímenes de concreto adicionando 3% de ceniza	N.º Especímenes de concreto adicionando 5% de ceniza	Total
7	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
28	3	3	3	3	12
TOTAL					36

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3. Cantidad de vigas – ensayo de tracción por flexión.

EDAD (días)	N.º Especímenes de concreto patrón	N.º Especímenes de concreto adicionando 1% de ceniza	N.º Especímenes de concreto adicionando 3% de ceniza	N.º Especímenes de concreto adicionando 5% de ceniza	Total
7	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
28	3	3	3	3	12
TOTAL					36

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3 Muestreo

En concordancia con Arias (2012, p. 85) es importante señalar que el muestreo no probabilístico por conveniencia se caracteriza porque la muestra es elegida de acuerdo con el criterio del investigador. Es así que se hizo uso de un muestreo no probabilístico del tipo por conveniencia, puesto que se siguió los criterios que se establecen de acuerdo a la Normativa Técnica Peruana y el ASTM para definir la cantidad de especímenes de concreto (probetas cilíndricas y vigas) necesarios para este estudio.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Técnicas de Recolección de Datos

En concordancia con lo expuesto por Ñaupas (2018, p. 273), son un grupo de procedimientos que dirigen la investigación en las diferentes etapas que esta atraviesa, comenzando con el planteamiento del problema hasta la comprobación del problema. En este contexto resulta imprescindible mencionar que dentro de las técnicas más usadas están la observación, el análisis de documentos y la entrevista. Para la presente investigación fue utilizada la observación experimental de los ensayos mencionados anteriormente para con ello poder lograr los objetivos.

3.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos

En concordancia con lo expuesto por Ñaupas (2018, p. 274), estas son herramientas cuya importancia radica en que permiten el recojo de información. Siguiendo esta premisa, es imprescindible señalar que para la presente investigación se utilizaron formatos de recolección de datos en base a la normativa ASTM C-39 y ASTM C-78. de esta manera los formatos utilizados fueron:

- Formato de ensayo de resistencia a compresión.
- Formato de ensayo de resistencia a la tracción por flexión.

3.4.3 Validación de Instrumento

En concordancia con lo mencionado por Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 204) esta indica la eficiencia de un instrumento, si realmente mide lo que debe medir. En este estudio se utilizó juicio de expertos, como se puede observar de manera más detallada en el ANEXO 4.

3.4.4 Confiabilidad

En concordancia con lo mencionado por Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 205) mide si un instrumento, cuando su aplicación se lleva a cabo de forma repetitiva en el mismo sujeto, da resultados iguales. Resulta imprescindible mencionar que para garantizar la confiabilidad de los resultados se contó con los certificados de calibración de los equipos del laboratorio.

3.5 Procedimientos

Etapa I

- La recolección de la cascarilla de café se obtuvo de la Empresa “Café Oro” que se encarga a la compra de productos de café y otros productos de la zona en la ciudad de Quillabamba – Cusco, como también de la cooperativa agraria José Olaya del distrito de Quellouno provincia de Quillabamba.
- La cascarilla de café recolectada fue sometida a calcinación, con el fin de obtener la ceniza que será incorporada posteriormente a la mezcla de concreto.
- Se llevo a cabo ensayos de laboratorio de la ceniza de cascarilla de café evaluando el peso específico y análisis físico-químicos para caracterizar la ceniza de cascarilla de café.
- Se obtuvieron los agregados de la cantera Huillque.
- Se utilizó cemento tipo I de la marca yura, provenientes de ferreterías del distrito de Pucyura.
- Se realizaron ensayos de laboratorio de los agregados finos y gruesos.

Etapa II

- Se hizo uso del método ACI para el diseño del concreto ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) para mezcla patrón y en otras mezclas reemplazando el cemento por ceniza de cascarilla de café empleando tres dosificaciones (1, 3 y 5%) con respecto a su peso.
- Fueron elaboradas probetas y vigas (patrón y experimentales).
- Estos especímenes se sometieron a los ensayos de compresión y flexión.

3.6 Métodos de Análisis de Datos

Resulta imprescindible señalar que el procesamiento de los datos se hizo uso del programa SPSS v.27 así como también del programa Excel, determinando desviación, varianza y promedios.

Se realizó:

- El recojo de datos de los ensayos siendo procesados en Excel.
- Con el apoyo del software SPSS se realizó el análisis estadístico.

- Elaboración de tablas en las cuales los resultados fueron comparados.

3.7 Aspectos Éticos

Se resalta en este estudio la originalidad de los resultados y el respeto por la propiedad intelectual, siendo así que se tuvo especial cuidado con llevar a cabo una correcta citación de los aportes de los diversos autores que sirvieron en el presente estudio como fuentes teóricas. Asimismo, resulta indispensable señalar que se cumplió con el reglamento del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad César Vallejo, así como un correcto empleo de la norma ISO 690. Se cumplió tanto con la normatividad nacional como la extranjera, siguiendo lo estipulado por el RNE, el MTC, el ASTM y el ACI.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Influencia de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022

Ubicación:

Departamento: Cusco

Provincia :Anta

Distrito : Pucyura

Localización : Carretera antigua Cusco-Abancay km 0+945 – km 1+945



A continuación, se muestra el resumen de los resultados obtenidos en la presente investigación, con respecto a la recolección y ensayos de laboratorio a los que fueron sometidos los agregados y la ceniza de cascarilla de café. Asimismo, se muestra el diseño de mezcla para el concreto patrón y para los concretos con incorporación de ceniza de cascarilla de café para las diversas dosificaciones consideradas (1%, 3% y 5%). También se muestran los resultados de los ensayos de compresión y tracción por flexión del concreto. Es importante mencionar que para todas las mezclas se consideró un $f'c$ de diseño de 280 kg/cm² de acuerdo con lo normativa del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC. Asimismo, para diseñar el concreto se hizo uso del Método ACI 211.

4.1 Recolección y características de la ceniza de cascarilla de café

Lugar de recolección: La cascarilla de café se obtuvo de la Empresa “Café Oro” que se encarga a la compra de productos de café y otros productos de la zona en la ciudad de Quillabamba, Cusco.

Características de la cascarilla de café: la cascarilla de café presentó un color blanco amarillento y un tamaño aproximado entre 0.425mm - 2.36mm de diámetro.

Ensayos de laboratorio para la ceniza de cascarilla de café: se realizaron los ensayos de peso específico y análisis físico-químico para determinar las características físicas y los componentes químicos de la ceniza de cascarilla de café.

Tabla 4. Características físicas de la ceniza de cascarilla de café.

Característica	Unidad	Resultado
pH	Unid.pH	11.22
Conductividad eléctrica	mS/cm	33.58

Fuente: Propia.

Tabla 5. Componentes químicos de la ceniza de cascarilla de café.

Componente	Unidad	Resultado
SiO ₂	%	20.44
CaO	%	21.89
K ₂ O	%	26.48
MgO	%	13.85
MnO	%	0.88
Al ₂ O ₃	%	3.94
Fe ₂ O ₃	%	1.92
Na ₂ O	%	0.75
P ₂ O ₃	%	5.88
ZnO	%	0.04
CuO	%	0.09
TiO ₂	%	0.13

Fuente: Propia.

4.2 Características de los agregados

Lugar de recolección: Los agregados fueron recolectados de la cantera Huillque.

Ensayos de laboratorio para los agregados: se debe señalar que se llevaron a cabo los ensayos de análisis granulométrico, contenido de humedad y peso específico.

Tabla 6. Características del agregado grueso.

Cantera	Huillque
Peso específico seco (gr/cm ³)	2.56
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1593
Peso unitario compacto (kg/m ³)	1731
Tamaño máximo (pulg)	1"
Tamaño máximo nominal	3/4"
Absorción (%)	0.86%
Contenido de humedad (%)	0.30%
Módulo de finura	6.62

Fuente: Propia.

Tabla 7. Características del agregado fino.

Cantera	Huillque
Peso específico seco (gr/cm ³)	2.51
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1593
Peso unitario compacto (kg/m ³)	1731
Tamaño máximo (pulg)	1"
Tamaño máximo nominal	3/4"
Absorción (%)	1.88%
Contenido de humedad (%)	1.93%
Módulo de finura	3.14

Fuente: Propia.

4.3 Composición química del cemento empleado

Se ha empleado cemento que se caracterizó por ser de Tipo I, obtenido de ferreterías del distrito de Pucyura.

Tabla 8. Componentes químicos del cemento tipo I.

Componente	Unidad	Resultado
CaO	%	62.41
SiO ₂	%	18.73
Al ₂ O ₃	%	5.89
Fe ₂ O ₃	%	2.69
K ₂ O	%	0.98
Na ₂ O	%	0.31
SO ₃	%	2.62
MgO	%	3.09
Cal libre	%	0.47
Punto de ignición	%	1.12
Residuos insolubles	%	0.56
CaO libre	%	0.45
Álcalis	%	0.68

Fuente: Propia.

4.4. Resultados del diseño de la mezcla de concreto

4.4.1. Cantidad de materiales para mezcla patrón por m³

Para un concreto con una resistencia a la compresión de diseño $f'c=280$ kg/cm² diseñado por el Método ACI 211, se tiene los siguientes materiales en la Tabla 9.

Tabla 9. Cantidad de materiales por m³ para la mezcla patrón.

Material	Peso (kg)
Cemento	350
Agua	202
Agregado grueso	987
Agregado fino	768

Fuente: Propia.

4.4.2. Cantidad de materiales para mezcla de concreto con 1% de ceniza de cascarilla de café

Tabla 10. Cantidad de materiales por m³ considerando con 1% de ceniza.

Material	Peso (kg)
Cemento	346.5
Agua	202
Agregado grueso	987
Agregado fino	768
Ceniza	3.5

Fuente: Propia.

4.4.3. Cantidad de materiales para la mezcla de concreto con 3% de ceniza de cascarilla de café

Tabla 11. Cantidad de materiales por m³ considerando 3% de ceniza.

Material	Peso (kg)
Cemento	339.5
Agua	202
Agregado grueso	987
Agregado fino	768
Ceniza	10.5

Fuente: Propia.

4.4.4. Cantidad de materiales para la mezcla de concreto con 5% de ceniza de cascarilla de café

Tabla 12. Cantidad de materiales por m³ considerando 5% de ceniza.

Material	Peso (kg)
Cemento	332.5
Agua	202
Agregado grueso	987
Agregado fino	768
Ceniza	17.5

Fuente: Propia.

4.5. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión

4.5.1. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días

Tabla 13. Resultados del ensayo a compresión a los 7 días.

Dosificación	Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	f'c (promedio)	% variación con patrón
Mezcla patrón	7	238.45	241.62	-
	7	244.82		
	7	241.58		
Mezcla con 1% de ceniza	7	268.42	271.22	12.25
	7	274.65		
	7	270.58		
Mezcla con 3% de ceniza	7	215.33	213.04	-11.83
	7	210.57		
	7	213.22		
Mezcla con 5% de ceniza	7	175.26	176.13	-27.10
	7	178.69		
	7	174.44		

Fuente: Propia.

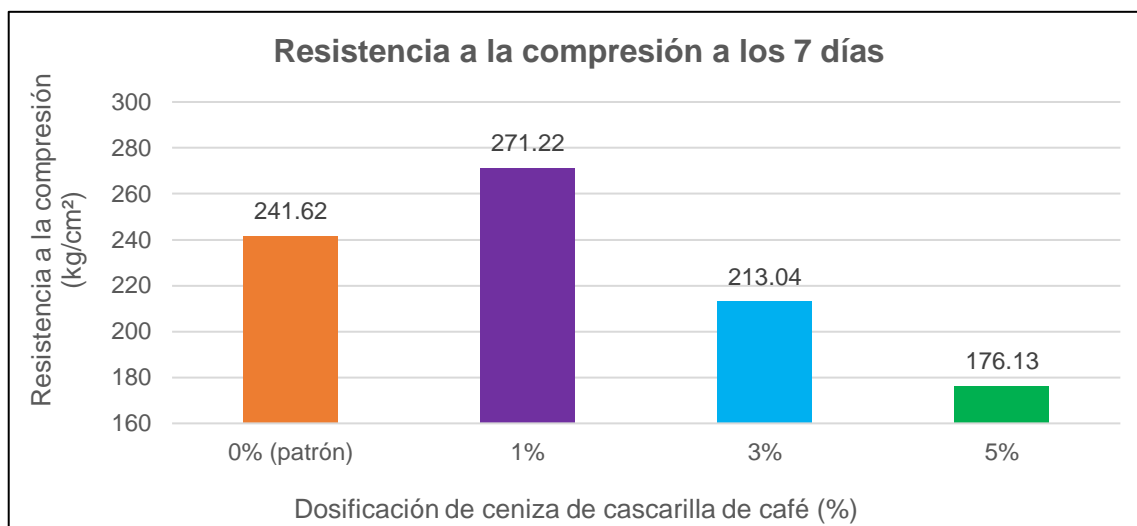


Figura 4: Resistencia a la compresión a los 14 días para mezclas de concreto con diferentes dosificaciones de ceniza de cascarilla de café.

Fuente: Propia.

Interpretación: Es importante mencionar que de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 13 y Figura 4, para los 7 días se obtuvo un valor de resistencia a la compresión de 271.22 kg/cm² para la mezcla con 1% de ceniza de cascarilla de café lo cual significa un incremento del 12.25% respecto al concreto patrón, sin embargo, con la incorporación de 3% y 5% de ceniza se obtuvo valores de $f'c$ promedio de 213.04 kg/cm² y 176.13% kg/cm² lo cual se traduce en un disminución de 11.83% y 27.10% respectivamente en relación al concreto patrón.

4.5.2. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días

Tabla 14. Resultados del ensayo a compresión a los 14 días.

Dosificación	Edad (días)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ (promedio)	% variación con patrón
Mezcla patrón	14	274.85	273.35	-
	14	278.21		
	14	266.98		
Mezcla con 1% de ceniza	14	311.25	310.89	13.73
	14	305.74		
	14	315.69		
Mezcla con 3% de ceniza	14	239.89	244.07	-10.71
	14	245.77		
	14	246.56		
Mezcla con 5% de ceniza	14	195.68	204.01	-28.70
	14	210.47		
	14	205.88		

Fuente: Propia.

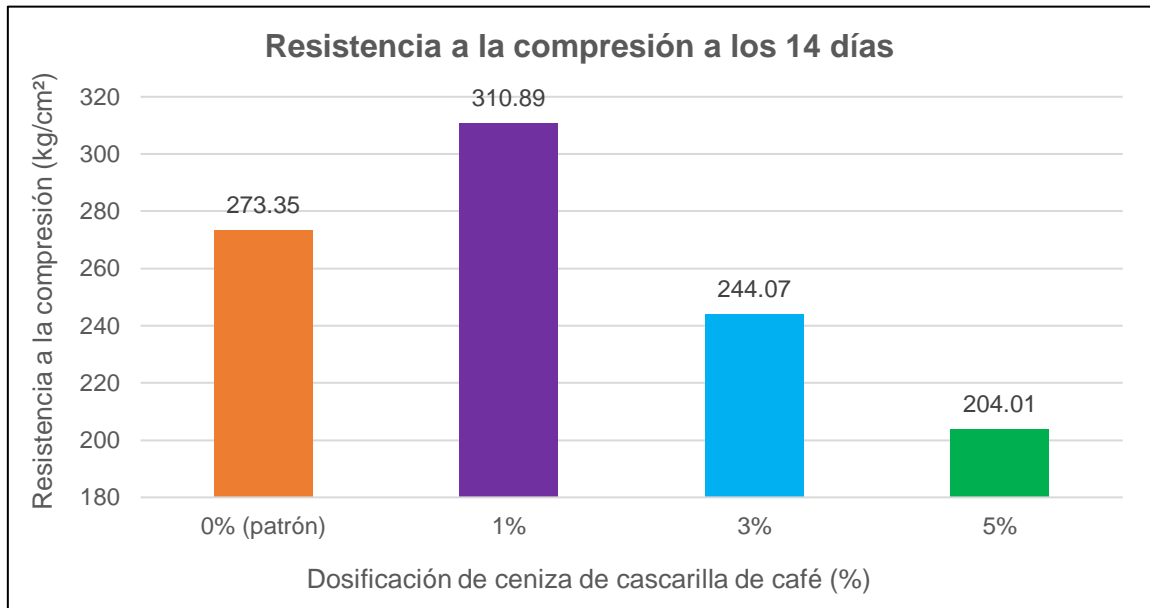


Figura 5: Resistencia a la compresión a los 14 días para mezclas de concreto con diferentes dosificaciones de ceniza de cascarilla de café.

Fuente: Propia.

Interpretación: Es importante mencionar que de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 14 y Figura 5, para los 14 días se obtuvo un valor de 310.89 kg/cm² para la mezcla con 1% de ceniza de cascarilla de café lo cual significa un incremento del 13.73% respecto al concreto patrón, sin embargo, con la incorporación de 3% y 5% de ceniza se obtuvo valores de f'_c promedio de 244.07 kg/cm² y 204.01 kg/cm² lo cual se traduce en una disminución de -10.71% y -25.36% respectivamente en relación al concreto patrón.

4.5.3. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días

Tabla 15. Resultados del ensayo a compresión a los 28 días.

Dosificación	Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	f'c (promedio)	% variación con patrón
Mezcla patrón	28	298.45	302.27	-
	28	305.47		
	28	302.88		
Mezcla con 1% de ceniza	28	354.99	350.33	15.90
	28	350.26		
	28	345.74		
Mezcla con 3% de ceniza	28	262.18	265.23	-12.25
	28	264.53		
	28	268.98		
Mezcla con 5% de ceniza	28	205.47	206.94	-31.53
	28	208.47		
	28	206.88		

Fuente: Propia.

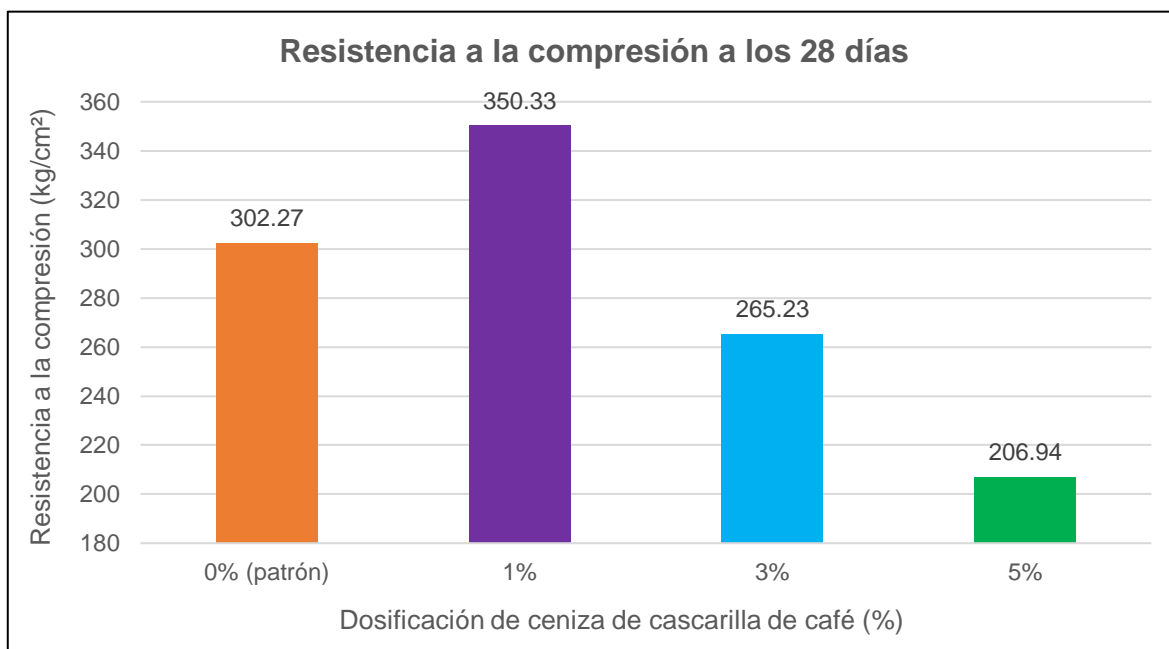


Figura 6: Resistencia a la compresión a los 28 días para mezclas de concreto con diferentes dosificaciones de ceniza de cascarilla de café.

Fuente: Propia.

Interpretación: Es importante mencionar que de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 15 y Figura 6, para los 28 días se obtuvo un valor de 350.33 kg/cm² para la mezcla con 1% de ceniza de cascarilla de café lo cual significa un incremento del 15.90% respecto al concreto patrón, sin embargo, con la incorporación de 3% y 5% de ceniza se obtuvo valores de f'c promedio de 265.23 kg/cm² y 206.94% kg/cm² lo cual se traduce en una disminución de -12.25% y -31.53% respectivamente respecto al patrón.

4.5.4. Comparación del incremento de la resistencia a la compresión a diferentes edades

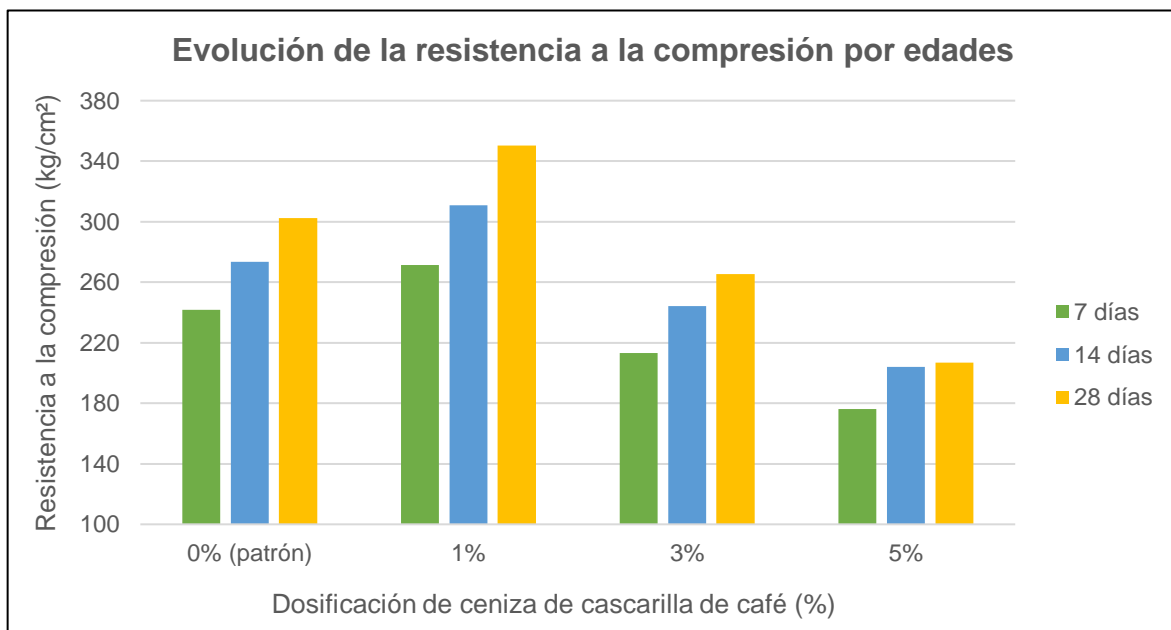


Figura 7: Comparación del incremento de resistencia a la compresión para 7, 14 y 28 días.

Fuente: Propia.

Interpretación: Según lo que se puede apreciar en la Figura 7 se puede apreciar que el tipo de mezcla que experimenta mayor incremento de la resistencia a la compresión con el paso del tiempo (7, 14 y 28 días) es la mezcla de concreto que posee 1% de ceniza de cascarilla de café (CC1%) con lo cual se puede concluir que esta dosificación es la más apropiada a utilizarse.

4.6. Resultados del ensayo de resistencia a la tracción por flexión

4.6.1. Resultados del ensayo de resistencia a la tracción por flexión a los 7 días

Tabla 16. Resultados del ensayo a la tracción por flexión a los 7 días.

Dosificación	Edad (días)	MR (kg/cm ²)	MR (promedio)	% variación con patrón
Mezcla patrón	7	39.20	38.93	-
	7	38.40		
	7	39.20		
Mezcla con 1% de ceniza	7	46.40	45.60	17.13
	7	45.60		
	7	44.80		
Mezcla con 3% de ceniza	7	41.60	40.80	4.80
	7	40.80		
	7	40.00		
Mezcla con 5% de ceniza	7	39.80	39.37	1.13
	7	38.90		
	7	39.40		

Fuente: Propia.

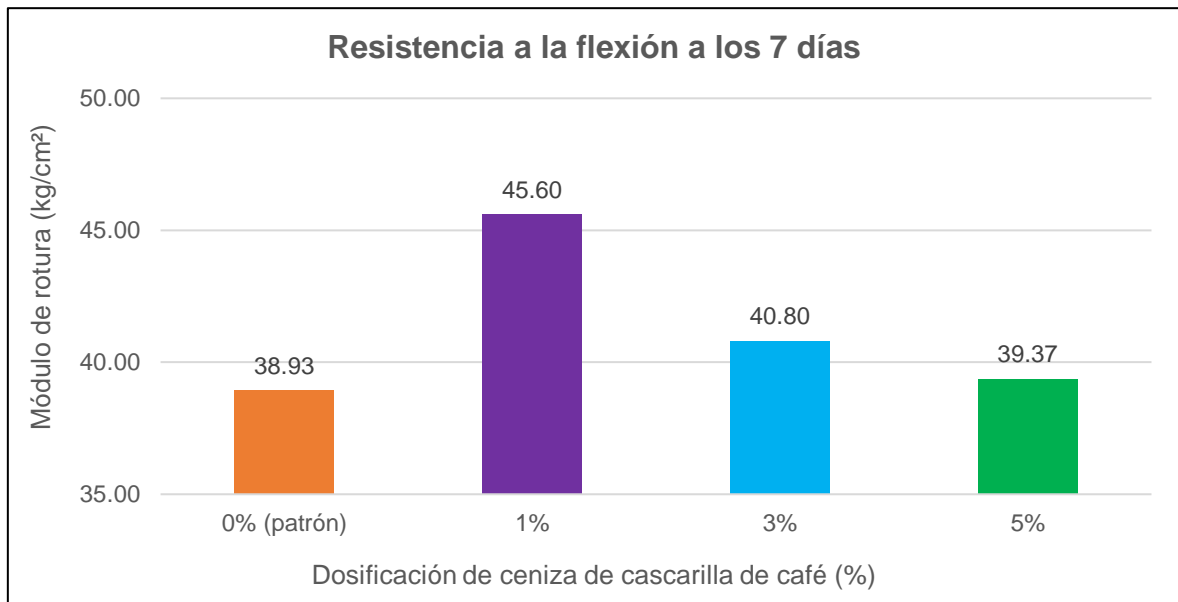


Figura 8: Resistencia a la flexión a los 7 días para mezclas de concreto con diferentes dosificaciones de ceniza de cascarilla de café.

Fuente: Propia.

Interpretación: Es importante mencionar que de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 16 y Figura 8, para los 7 días se obtuvo un valor de 45.60 kg/cm² para la mezcla con 1% de ceniza de cascarilla de café lo cual significa un incremento del 17.13% respecto al concreto patrón, asimismo con la incorporación de 3% y 5% de ceniza se obtuvo valores de MR promedio de 40.80 kg/cm² y 39.37% kg/cm² lo cual se traduce en un incremento de 4.8% y 1.13% respectivamente en relación al concreto patrón.

4.6.2. Resultados del ensayo de resistencia a la tracción por flexión a los 14 días

Tabla 17. Resultados del ensayo de tracción por flexión a los 14 días.

Dosificación	Edad (días)	MR (kg/cm ²)	MR (promedio)	% variación con patrón
Mezcla patrón	14	32.80	33.33	-
	14	31.20		
	14	36.00		
Mezcla con 1% de ceniza	14	40.80	40.27	20.82
	14	38.40		
	14	41.60		
Mezcla con 3% de ceniza	14	36.00	34.13	2.4
	14	32.80		
	14	33.60		
Mezcla con 5% de ceniza	14	28.40	28.10	-15.69
	14	29.60		
	14	26.30		

Fuente: Propia.

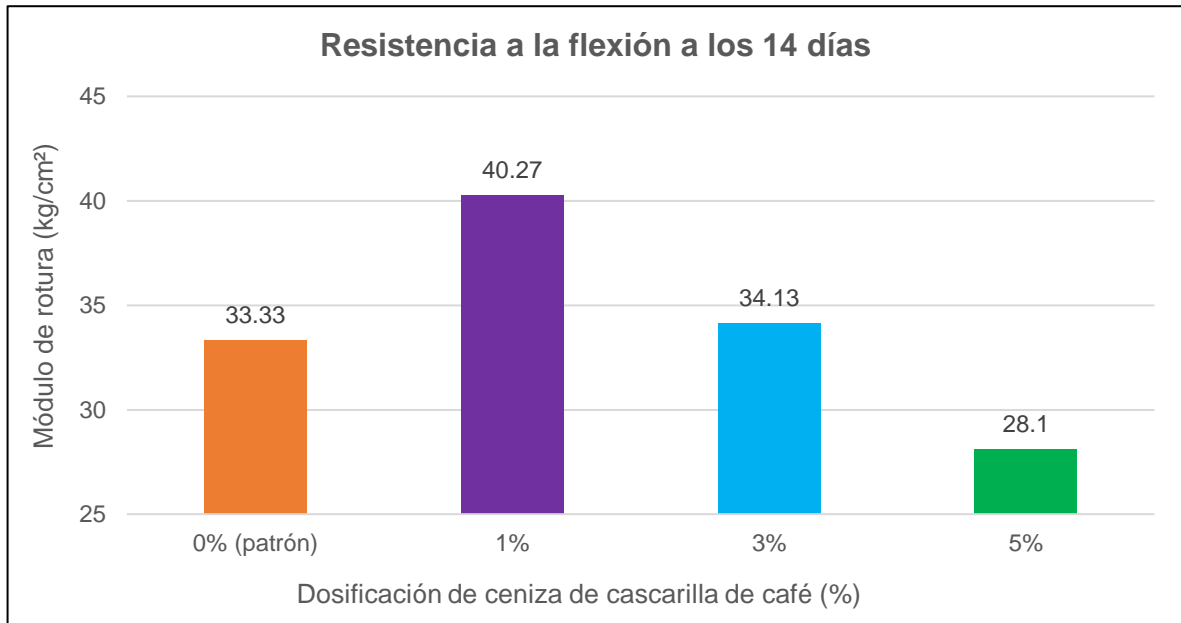


Figura 9: Resistencia a la flexión a los 14 días para mezclas de concreto con diferentes dosificaciones de ceniza de cascarilla de café.

Fuente: Propia.

Interpretación: Es importante mencionar que de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 17 y Figura 9, para los 14 días se obtuvo un valor de 40.27 kg/cm² para la mezcla con 1% de ceniza de cascarilla de café lo cual significa un incremento del 20.82% respecto al concreto patrón, asimismo con la incorporación de 3% ceniza se obtuvo un valor de MR promedio de 34.13 kg/cm² lo cual se traduce en un incremento de 2.4%, sin embargo cuando se adiciona 5% de ceniza se obtiene un valor promedio MR de 28.10 kg/cm² lo cual significa una disminución de 15.69% respectivamente en comparación al concreto patrón.

4.6.3. Resultados del ensayo de resistencia a la tracción por flexión a los 28 días

Tabla 18. Resultados del ensayo de flexión a los 28 días.

Dosificación	Edad (días)	MR (kg/cm ²)	MR (promedio)	% variación con patrón
Mezcla patrón	28	40.00	41.07	-
	28	42.40		
	28	40.80		
Mezcla con 1% de ceniza	28	45.60	46.13	12.32
	28	48.00		
	28	44.80		
Mezcla con 3% de ceniza	28	42.40	42.67	3.9
	28	44.00		
	28	41.60		
Mezcla con 5% de ceniza	28	38.40	38.60	-6.01
	28	39.80		
	28	37.60		

Fuente: Propia.

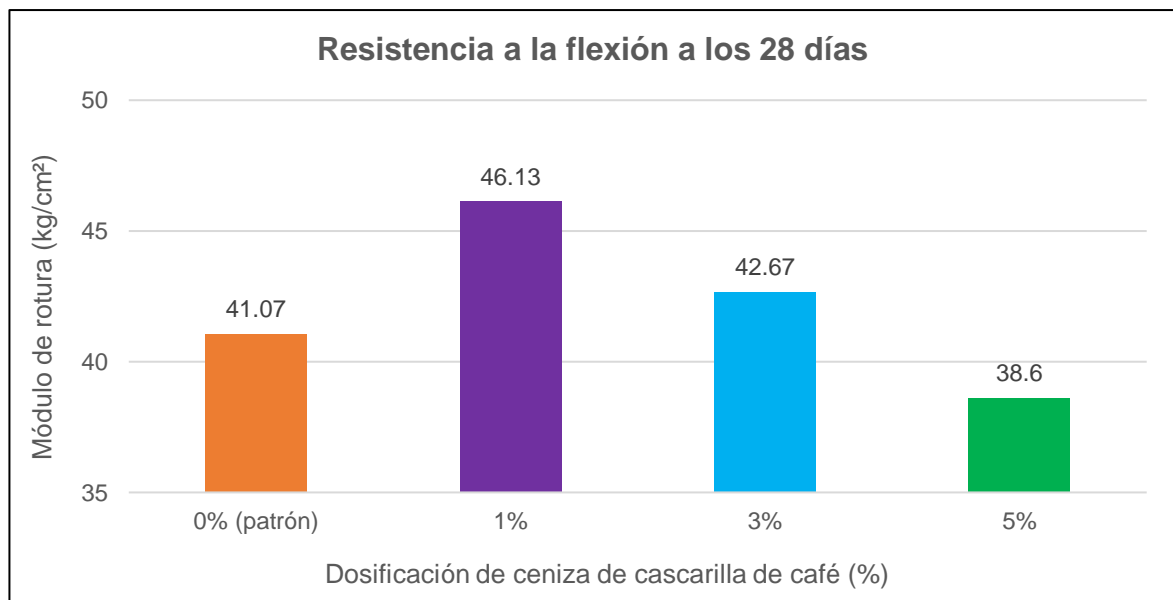


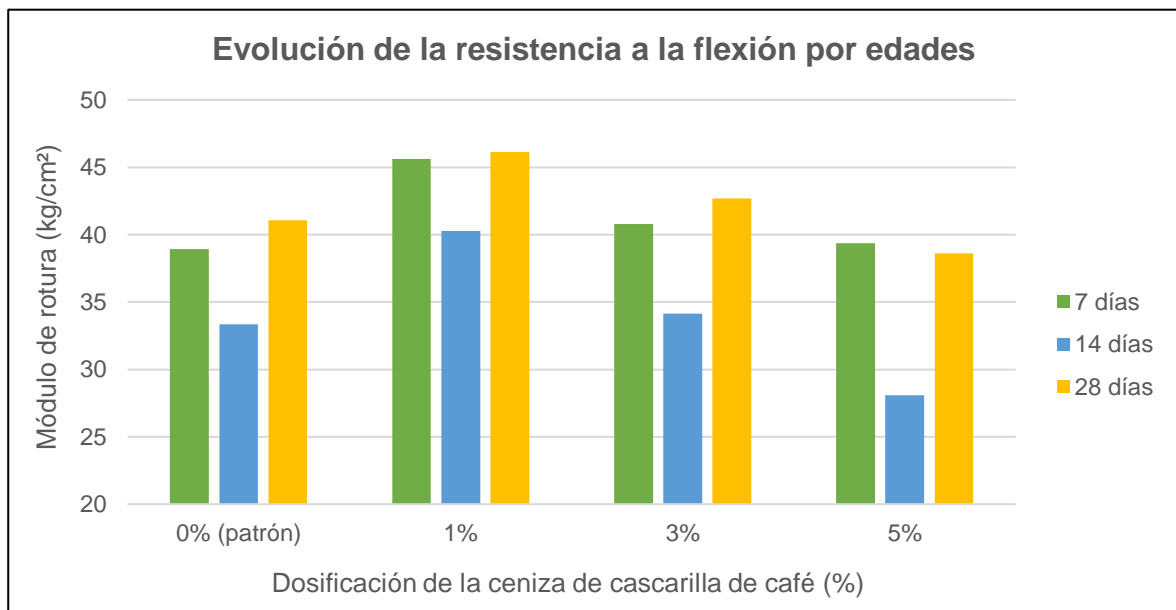
Figura 10: Resistencia a la flexión a los 28 días para mezclas de concreto con diferentes dosificaciones de ceniza de cascarilla de café.

Fuente: Propia

Interpretación: Es importante mencionar que de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 18 y Figura 10, para los 28 días se obtuvo un valor de 46.13 kg/cm² para la mezcla con 1% de ceniza de cascarilla de café lo cual significa un incremento del 12.32% respecto al concreto patrón, asimismo con la incorporación de 3% ceniza se obtuvo un valor de MR promedio de 42.67 kg/cm² lo cual se traduce en un incremento de 3.9%, sin embargo cuando se adiciona 5% de ceniza se obtiene un valor promedio MR de 38.60 kg/cm² lo cual significa una disminución de 6.01% respectivamente en comparación al concreto patrón.

4.6.4. Comparación del incremento de la resistencia a la flexión a diferentes edades

Figura 11: Comparación del incremento de resistencia a la flexión para 7, 14 y 28 días.



Fuente: Propia.

Interpretación: Según lo que se puede apreciar en la Figura 11 se puede apreciar que el tipo de mezcla que experimenta mayor incremento de la resistencia a la flexión con el paso del tiempo (7, 14 y 28 días) es la mezcla de concreto que posee 1% de ceniza de cascarilla de café (CC1%) con lo cual se puede concluir que esta dosificación es la más apropiada a utilizarse.

Análisis inferencial estadístico

Prueba estadística ANOVA para la resistencia a la compresión

Pruebas de normalidad

	PORCENTAJECENIZA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIACOMPRESION	.00	,235	3	.	,978	3	,713
	1.00	,176	3	.	1,000	3	,975
	3.00	,247	3	.	,969	3	,663
	5.00	,183	3	.	,999	3	,934

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico	gl1	gl2	Sig.
		de Levene			
RESISTENCIACOMPRESION	Se basa en la media	,732	3	8	,561
	Se basa en la mediana	,503	3	8	,690
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,503	3	6,301	,693
	Se basa en la media recortada	,718	3	8	,569

Para la resistencia a la compresión: se define hipótesis nula e hipótesis alterna.

H0: la incorporación de la ceniza de cascarilla de no influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos $f_c=280\text{kg/cm}^2$

H1: la incorporación de la ceniza de cascarilla de influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos $f_c=280\text{kg/cm}^2$

Cálculo del ANOVA

Para la presente investigación se elaboró especímenes de concreto patrón y concreto con reemplazo de CCC al 1%,3% y 5% para determinar la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, los resultados que se obtuvieron son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 19. Medición de la resistencia a la compresión

	CP	CCC1%	CCC3%	CCC5%
resistencia 1	298.45	354.99	262.18	205.47
resistencia 2	305.47	350.26	264.53	208.47
resistencia 3	302.88	345.74	268.98	206.88

Fuente: Propia

La siguiente tabla nos muestra las medias de la resistencia, así como N que viene a ser el número total de observaciones. que para nuestra investigación se consideró a N como el número de especímenes de concreto que se elaboró.

Tabla 20. *Media de la Resistencia a la compresión*

Espécimen	N	Media de la Resistencia a la compresión
CP	3	302.2667
CCC 1%	3	350.33
CCC 3%	3	265.23
CCC 5%	3	206.94

Fuente: Propia

La siguiente tabla se procesaron los datos mencionados anteriormente con la finalidad de obtener la suma total de los cuadrados SC (total) que viene a ser la SC(Factor) más SC(Error).

Tabla 21. *Cálculo de la suma de cuadrados*

Y _{ij}	Y _i	Y	Y _i -Y	Y _{ij} -Y	Y _{ij} -Y _i	(Y _i -y) ²	(Y _{ij} -Y _i) ²	(Y _{ij} -Y) ²
298.45	302.2667	281.19	21.08	17.26	-3.82	444.16	14.57	297.85
305.47	302.2667	281.19	21.08	24.28	3.2033	444.16	10.26	589.44
302.88	302.2667	281.19	21.08	21.69	0.6133	444.16	0.38	470.38
354.99	350.3300	281.19	69.14	73.80	4.66	4780.11	21.72	5446.19
350.26	350.3300	281.19	69.14	69.07	-0.07	4780.11	0.00	4770.43
345.74	350.3300	281.19	69.14	64.55	-4.59	4780.11	21.07	4166.49
262.18	265.2300	281.19	-15.96	-19.01	-3.05	254.77	9.30	361.44
264.53	265.2300	281.19	-15.96	-16.66	-0.7	254.77	0.49	277.61
268.98	265.2300	281.19	-15.96	-12.21	3.75	254.77	14.06	149.12
205.47	206.9400	281.19	-74.25	-75.72	-1.47	5513.31	2.16	5733.77
208.47	206.9400	281.19	-74.25	-72.72	1.53	5513.31	2.34	5288.44
206.88	206.9400	281.19	-74.25	-74.31	-0.06	5513.31	0.00	5522.22
						32977.05	96.35	33073.40
						SC(Factor)	SC(Error)	SC(Total)

Fuente: Propia

La siguiente tabla nos muestra la determinación de la razón F y probabilidad F para lo cual se utilizó las tablas de distribución de FISHER con un nivel de significancia de 5% el cual requiere como datos los grados de libertad.

Como se puede observar la razón F calculada excede el valor esperado de la distribución F. por consiguiente rechazamos la hipótesis aceptando la hipótesis alterna.

Tabla 22. Determinación de la Razón F y Probabilidad F

	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Media de los cuadrados	Razón F	Prob.F
SC(FACTOR)	32977.05	3	10992.35	912.7	4.066
SC(ERROR)	96.35	8	12.04		
TOTAL	33073.4	11			

Fuente: Propia

Contrastación de hipótesis específica N°1

Hipótesis específica N°1: La incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022.

Contrastación: Es posible afirmar, según los resultados del presente estudio, que se acepta esta hipótesis, debido a que se comprueba que las medias poblacionales son distintas por lo tanto significa que la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en el concreto porque se presentan cambios en las medias pero, y es sumamente importante mencionarlo, sólo de manera parcial, puesto que para la resistencia a la compresión existe un incremento respecto al patrón, pero sólo para la dosificación del 1% de la ceniza estudiada.

Prueba estadística ANOVA para la resistencia a la flexión

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIAFLEXION	Se basa en la media	,346	3	8	,793
	Se basa en la mediana	,080	3	8	,969
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,080	3	6,482	,969
	Se basa en la media recortada	,319	3	8	,812

Pruebas de normalidad

PIRCENTAJEDECENIZA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
RESISTENCIAFLEXION	0	,253	3	.	,964	3	,637
	1	,292	3	.	,923	3	,463
	3	,253	3	.	,964	3	,637
	5	,238	3	.	,976	3	,702

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para la resistencia a la flexión: se define hipótesis nula e hipótesis alterna.

H0: la incorporación de la ceniza de cascarilla de café no influye significativamente en la resistencia a la tracción por flexión del concreto para pavimentos

H1: la incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en la resistencia a la tracción por flexión del concreto para pavimentos

Cálculo del ANOVA

Para la presente investigación se elaboró especímenes de concreto patrón y concreto con reemplazo de CCC al 1%,3% y 5% para determinar la resistencia a la tracción por flexión del concreto a los 28 días, los resultados que se obtuvieron son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 23. *Medición de la resistencia a la tracción por flexión*

	CP	CCC 1%	CCC 3%	CCC 5%
Resistencia 1	40	45.6	42.4	38.4
Resistencia 2	42.4	48	44	39.8
Resistencia 3	40.8	44.8	41.6	37.6

Fuente: Propia

La siguiente tabla nos muestra las medias de la resistencia, así como N que viene a ser el número total de observaciones. que para nuestra investigación se consideró a N como el número de especímenes de concreto que se elaboró.

Tabla 24. *Media de la Resistencia a la Tracción por Flexión*

Especimen	N	Media de la Resistencia a la tracción por flexión
CP	3	41.0667
CCC 1%	3	46.1333
CCC 3%	3	42.6667
CCC 5%	3	38.6000

Fuente: Propia.

La siguiente tabla se procesaron los datos mencionados anteriormente con la finalidad de obtener la suma total de los cuadrados SC (total) que viene a ser la SC(Factor) más SC(Error).

Tabla 25. Cálculo de la suma de cuadrados

Yij	Yi	Y	Yi-Y	Yij-Y	Yij-Yi	(Yi-y) ²	(Yij-Yi) ²	(Yij-Y) ²
40	41.0667	42.12	-1.05	-2.12	-1.0667	1.10	1.14	4.48
42.4	41.0667	42.12	-1.05	0.28	1.3333	1.10	1.78	0.08
40.8	41.0667	42.12	-1.05	-1.32	-0.2667	1.10	0.07	1.73
45.6	46.1333	42.12	4.02	3.48	-0.5333	16.13	0.28	12.13
48	46.1333	42.12	4.02	5.88	1.8667	16.13	3.48	34.61
44.8	46.1333	42.12	4.02	2.68	-1.3333	16.13	1.78	7.20
42.4	42.6667	42.12	0.55	0.28	-0.2667	0.30	0.07	0.08
44	42.6667	42.12	0.55	1.88	1.3333	0.30	1.78	3.55
41.6	42.6667	42.12	0.55	-0.52	-1.0667	0.30	1.14	0.27
38.4	38.6000	42.12	-3.52	-3.72	-0.2	12.37	0.04	13.81
39.8	38.6000	42.12	-3.52	-2.32	1.2	12.37	1.44	5.37
37.6	38.6000	42.12	-3.52	-4.52	-1	12.37	1.00	20.40
						SC(Factor)	SC(Error)	SC(Total)
						89.72	14.00	103.72

Fuente: Propia.

La siguiente tabla nos muestra la determinación de la razón F y probabilidad F para lo cual se utilizó las tablas de distribución de FISHER con un nivel de significancia de 5% el cual requiere como datos los grados de libertad.

Como se puede observar la razón F calculada excede el valor esperado de la distribución F. por consiguiente rechazamos la hipótesis nula aceptando la hipótesis alterna.

Tabla 26. Determinación de la Razón F y Probabilidad F

	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Media de los cuadrados	Razón F	Prob.F
SC(FACTOR)	89.72	3	29.91	17.09	4.066
SC(ERROR)	14	8	1.75		
TOTAL	103.72	11			

Fuente: Propia.

Contrastación de hipótesis específica N°2

Hipótesis específica N°2: La incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en la resistencia a la tracción por flexión del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022.

Contrastación: Es posible afirmar, según los resultados del presente estudio, que se acepta esta hipótesis, debido a que se comprueba que las medias poblacionales son distintas por lo tanto significa que la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en el concreto porque se presentan cambios en las medias, sólo de manera parcial, puesto que para la resistencia a la flexión existe un incremento respecto al patrón, pero sólo para la dosificación del 1% de la ceniza estudiada.

Contrastación de hipótesis general:

Hipótesis general: La incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos $f'c=280$ kg/cm², Cusco 2022.

Contrastación: Es posible afirmar, según los resultados del presente estudio, que se acepta esta hipótesis, pero, y es sumamente importante mencionarlo, sólo de manera parcial, puesto que para las propiedades de resistencia existe un incremento respecto al patrón, pero sólo para la dosificación del 1% de la ceniza estudiada.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación luego de realizar los ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión a edades de 7, 14 y 28 días, con la incorporación de la ceniza de cascarilla de café en 1%, 3% y 5%, se obtuvo que los especímenes de concreto con incorporación de ceniza de 1 % tiene una mayor influencia en las propiedades de resistencia del concreto reflejándose en un incremento de la resistencia a compresión y flexión de 15.9% y 12.32% respectivamente, mientras que en los especímenes de concreto con incorporación de 3% influye de manera negativa en la resistencia a la compresión con una pérdida de 12.25% y en la resistencia a la flexión se observa un leve incremento de 3.9%, del mismo modo para un 5% influye de manera negativa ya que se observa una pérdida de 31.53% y 6.01% de resistencia a la compresión y flexión respectivamente con respecto al concreto patrón a una edad de 28 días.

La ceniza empleada para la elaboración de los especímenes de concreto está conformada por componentes químicos tales como: óxido de calcio (CaO) en 21.89%, trióxido de hierro (Fe₂O₃) en 1.92%, dióxido de silicio (SiO₂) en 20.44% estos componentes forman parte de la composición química del cemento siendo el dióxido de silicio (SiO₂) el componente que nos aporta una mayor resistencia del concreto, es por ello que al incorporarse ceniza de cascarilla de café en el concreto

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación se puede afirmar que las propiedades de resistencia del concreto mejoran con la incorporación de ceniza de cascarilla de café, en la cantidad de 1%, puesto que a cantidades mayores de esta ceniza se puede apreciar que estas propiedades en lugar de incrementar se ven perjudicadas reduciéndose en las cantidades de 3% y 5%. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por **Iparraguirre (2021)**, quien obtuvo que las propiedades de resistencia del concreto mejoran en mayor medida con 1% de ceniza de cascarilla de café, sin embargo, con 3% de dicha ceniza también se aprecia una mejora de la resistencia, aunque en menor medida. Asimismo, también concuerdan con los obtenidos por **Coral (2019, p. 126)** cuyos mejores resultados de propiedades de resistencia del concreto se encuentran con porcentajes de ceniza de cascarilla de café entre 0.5% a 1.0%.

Así mismo los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión se puede afirmar que el espécimen de concreto con incorporación de 1% de ceniza de cascarilla de café se ve incrementada para las edades evaluadas: 7, 14 y 28 días, obteniéndose valores de $f'c$ de 271.22kg/cm², 310.89 kg/cm² y 350.33 kg/cm² respectivamente, lo cual quiere decir que con este porcentaje de ceniza a los 7 días ya se había alcanzado el 96.8% de la resistencia de diseño (280 k/cm²), mientras que a los 14 y 28 días se sobrepasó dicha resistencia, obteniéndose aumentos de 13.73% y 15.9% respectivamente. Estos son resultados muy favorables, tomando en cuenta que, el concreto será destinado para soportar el tránsito vehicular. Sin embargo, con la incorporación del 3% y 5% de ceniza de cascarilla de café se obtuvieron resultados menores al concreto patrón para todas las edades, resultando que a mayor incorporación de esta ceniza menores fueron los resultados de $f'c$, es decir se encuentran en una relación inversamente proporcional. Es así que, para las edades de 7, 14 y 28 días se obtuvo para la dosificación de 3% de ceniza, valores de $f'c$ de 213.04kg/cm², 244.07kg/cm² y 265.23 kg/cm² respectivamente, mientras que para la dosificación de 5% de ceniza se obtuvo valores de $f'c$ de 176.13 kg/cm², 204.01 kg/cm² y 206.94 kg/cm² respectivamente.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por **Díaz y Fernández (2019, p. 94)** quienes obtuvieron que al utilizar ceniza de cascarilla de café en el concreto en 1% y 2% la resistencia a la compresión se incrementa, mientras que al utilizar 4% y 8% de ceniza la resistencia a la compresión disminuye con respecto al concreto patrón, alcanzando la mayor resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 al adicionar el 1% de ceniza de cascarilla de café, logrando un 8,48%, 13,08% y 12,20% más que el concreto patrón.

Esta relación inversamente proporcional entre la dosificación de ceniza de cascarilla de café y la resistencia a la compresión también fue comprobada por el estudio realizado por **Molocho y Rodríguez (2019, p. 28)** quienes luego de utilizar 3 dosificaciones (5%, 10% y 15% de ceniza de cascarilla de café) obtuvieron los mejores resultados con la dosificación de 5%, logrando valores de $f'c$ de 170.69kg/cm², 199.69kg/cm² y 223.05 kg/cm² para edades de 7, 14 y 28 días, considerando un $f'c$ de diseño de 210 kg/cm². Sin embargo, para dosificaciones de 10% y 15% de ceniza, se obtuvo menores valores de $f'c$ en comparación a la

dosificación del 5%, logrando sobrepasar al $f'c$ del concreto patrón, pero ligeramente, con valores máximos de 219.45 kg/cm² y 213.94 kg/cm² para las dosificaciones de 10% y 15% respectivamente.

De acuerdo con los resultados obtenidos para la resistencia a la tracción, que se obtuvo de los ensayos de tracción por flexión y expresada en el Módulo de Rotura (MR), para el concreto con incorporación de 1% de ceniza de cascarilla de café se ve incrementada para las edades evaluadas: 7, 14 y 28 días, obteniéndose valores de MR de 45.60kg/cm², 40.27 kg/cm² y 46.13 kg/cm² respectivamente, lo cual quiere decir que con este porcentaje de ceniza a los 7 días ya se había alcanzado y sobrepasado en 14% el MR mínimo (40 kg/cm²) establecido por el MTC (2014, p. 231) para un $f'c$ de diseño 280 k/cm², mientras que a los 14 y 28 días se sobrepasó dicha resistencia, obteniéndose incrementos de 20.82% y 12.32% respectivamente. Estos son resultados muy favorables, tomando en cuenta que, de acuerdo con lo señalado por el MTC, el módulo de rotura es la resistencia especificada para el diseño estructural de pavimentos rígidos (Menéndez, 2016, p. 293). Asimismo, con la incorporación del 3% de ceniza de cascarilla de café se obtuvo un ligero incremento del MR para 7, 14 y 28 días (40.80 kg/cm², 34.13 kg/cm² y 42.67 kg/cm² respectivamente) respecto al MR obtenido para el concreto patrón (38.93 kg/cm², 33.33 kg/cm² y 41.07 kg/cm² respectivamente). Sin embargo, con la incorporación de 5% de ceniza de cascarilla de café se obtuvieron resultados de MR menores al concreto patrón para todas las edades (39.37 kg/cm², 28.10 kg/cm² y 38.60 kg/cm²). Por todo lo expuesto se puede afirmar que a mayor incorporación de esta ceniza menores fueron los resultados de MR, es decir se encuentran en una relación inversamente proporcional.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por **Rodríguez (2017, 96)** quien obtuvo la resistencia a la tracción, pero empleando el ensayo de resistencia por compresión diametral (también conocido como ensayo de tracción indirecta), evaluando un concreto de $f'c$ 250 kg/cm² reforzado con cascarilla de café en dosificaciones de 1%, 2%, 3% obteniendo el mejor resultado con 1% de cascarilla de café para las edades de 7, 14 y 28 días con valores de resistencia a la tracción de 19.23 kg/cm², 21.31 kg/cm² y 24.03 kg/cm². Este investigador pudo apreciar que conforme aumenta el porcentaje de incorporación de cascarilla de café se

disminuye la resistencia a tracción, disminuyendo hasta -4.69% para el mayor porcentaje de adición (3% de cascarilla de café). Es importante mencionar que su estudio fue realizado para la construcción de viviendas, razón por la cual no se le da mucha importancia a la resistencia a la tracción (siendo más importante la resistencia a la compresión), sin embargo, en nuestro estudio la resistencia a la tracción adquiere el papel principal puesto que se trata de concreto destinado a carreteras (pavimentos rígidos).

Por otro lado, se puede afirmar que los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con los obtenidos por **Coral (2019, p. 126)**, quien obtuvo que la incorporación de la cascarilla de café incrementó los resultados de resistencia a la flexión por tracción (MR), obteniendo valores por encima del concreto patrón entre 0.56% y 17.27% , sin embargo se debe mencionar que los mejores valores de MR ocurrieron incorporando dosificaciones de cascarilla de café de entre 0.5% y 1.0%, puesto que a mayores valores ocurre un descenso del módulo de rotura (MR).

VI. CONCLUSIONES

se concluye que las propiedades de resistencia del concreto mejoran con la incorporación de ceniza de cascarilla de café en 1%, puesto que a cantidades mayores de esta ceniza se puede apreciar que estas propiedades en lugar de incrementar se ven perjudicadas (con 3% y 5% de ceniza).

es así que se puede decir que a mayor incorporación de ceniza disminuye la resistencia tanto a compresión como a flexión y podemos afirmar que la cantidad de ceniza incorporada es inversamente proporcional a la resistencia del concreto.

Por la composición química que presenta la ceniza de cascarilla de café que es rica en dióxido de silicio (SiO_2) mejora al concreto cuando se incorpora en proporciones pequeñas cuando este endurece. debido a que el silicio es un componente mineral que aporta resistencia en el concreto como lo hace el cemento.

se concluye que la resistencia a la compresión del concreto se incrementa con la incorporación de 1% de ceniza de cascarilla de café, obteniéndose un valor máximo de 350.33 kg/cm^2 , que representa el % de f'_c de diseño, mientras que con las dosificaciones mayores (3% y 5%) se obtuvieron resultados menores al concreto patrón, concluyendo que a mayor incorporación de esta ceniza menores son los valores de resistencia a la compresión, es decir se encuentran en una relación inversamente proporcional.

se concluye que la resistencia a la tracción del concreto se incrementa con la incorporación de 1% de ceniza de cascarilla de café, obteniéndose un valor máximo de Módulo de rotura de 46.13 kg/cm^2 , que representa un aumento del 15.33% del Módulo de Rotura que exige el MTC como mínimo (40 kg/cm^2), mientras que con las dosificaciones mayores (3% y 5%) se obtuvieron resultados menores al concreto patrón, concluyendo que a mayor incorporación de esta ceniza menores son los valores de resistencia a la tracción, es decir se encuentran en una relación inversamente proporcional.

VII. RECOMENDACIONES

se recomienda que la incorporación de ceniza de cascarilla de café sea en pequeñas cantidades puesto que a mayor cantidad ya empiezan a ser afectadas negativamente las propiedades de resistencia del concreto.

se recomienda realizar estudios comparativos de la resistencia a la compresión obtenida con la ceniza de cascarilla de café con la obtenida con la ceniza de otros residuos agropecuarios, como la cascarilla de arroz o la cascara de huevo, afín de comparar resultados y determinar cuál es la opción más viable a emplearse.

se recomienda realizar otros estudios donde se emplee la ceniza de cascarilla de café en concretos con mayores requerimientos de módulo de rotura, como el concreto de $MR=45 \text{ kg/cm}^2$, el cual exige el MTC para vías con mayor rango de tráfico pesado ($> 15000000 \text{ EE}$), con el fin de determinar el comportamiento del concreto con ceniza de cascarilla de café ante estas sollicitaciones.

REFERENCIAS

Artículos Científicos

ATAHU, M., SAATHOFF, F y GEBISSA, A. Strength and compressibility behaviors of expansive soil treated with coffee husk ash [en línea]. 2018, Vol. 11, n°2. [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.11.004> ISSN: 1674-7755

RAVINDRA, Dhir. Fresh Concrete Propertie. En: Sustainable Construction Materials: Recycled Aggregates, 2019 [en línea]. pp. 181-218 [fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. DOI 10.1016/B978-0-08-100985-7.00007-8. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081009857000078?via%3Dihub>

LEE KUO, Lin, TSUNG MIN, Kuo y YI SHU, Hsu. The application and evaluation research of coffee residue ash into mortar. Journal of Material Cycles and Waste Management [en línea]. 2016, noviembre-diciembre, 18. 541-551 [fecha de consulta: 13 de mayo de 2021]. ISSN 1611-8227. DOI 10.1007/s10163-015-0351-5

ALMEIDA DE CARLOS, Alan, LIMA DA SILVA, Matheus y CABRAL DE ABREU, Queren. Evaluation of Partial Sand Replacement by Coffee Husks in Concrete Production. Journal of Environmental Science and Engineering [en línea]. 2019, agosto-setiembre, 8. 129-133 [fecha de consulta: 14 de mayo de 2021]. ISSN 1735-2630. DOI 10.17265/2162-5263/2019.04.001

RETA, Yomiyu y MAHTO, Shivakumar. Experimental Investigation on Coffee Husk Ash as a Partial Replacement of Cement for C-25 concrete. Cikitusi Journal For Multidisciplinary Research [en línea]. 2019, junio-julio, 6. 152-158 [fecha de consulta: 15 de mayo de 2021]. ISSN 0975-6876. DOI 16.10089.CJMR.2019.V6I6.19.3015

CHUEWANGKAM, Nattapong et al. Mechanical and Dielectric Properties of Fly Ash Geopolymer/Sugarcane Bagasse Ash Composites. Polymers [en línea]. 2022,

14(6), 1140. ISSN 2073-4360 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.3390/polym14061140

MAGHFOURI, Mehdi, Payam SHAFIGH y Muhammad ASLAM. Optimum Oil Palm Shell Content as Coarse Aggregate in Concrete Based on Mechanical and Durability Properties. *Advances in Materials Science and Engineering* [en línea]. 2018, 2018, 1–14. ISSN 1687-8442 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1155/2018/4271497

WANG, Junjie y LIU, Engui. Upcycling waste seashells with cement: Rheology and early-age properties of Portland cement paste. (en línea). 2020. (Fecha de consulta: 28 de abril de 2022). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920300021>.

LI, Zhiping, LU, Dagan y GAO, Xiaojian. Multi-objective optimization of gapgraded cement paste blended with supplementary cementitious materials using response Surface Methodology. (en línea). 2019. (Fecha de consulta: 19 de abril de 2022). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820305572>

RAHI, Samar. Research Design and Methods: A Systematic Review of Research Paradigms, Sampling Issues and Instruments Development. *International Journal of Economics & Management Sciences*. 2017. Vol. 6, no. 2, pp. 1-5. ISSN: 2162-6359.

AKHTAR, M. I. Research Design. *Research in Social Science: Interdisciplinary Perspectives*. 2016. Vol. 2, No. 11, pp. 68-84. ISSN 2348-6848. Pág.72

ASKARZAI, Walied et al. Research Methodologies: An Extensive Overview. *Human Journals* [en línea]. 2017, Junio, Vol.6, no.4, pp. 21-42. [consulta: 8 abril 2022]. Disponible en: http://ijsrm.humanjournals.com/wpcontent/uploads/2017/07/3.Dr_-Walied-ASKARZAI-Bhuvan-Unhelkar.pdf

LIU, Mengmeng y Lu ZHANG. Research on Concrete Durability and Protection Technology in Marine Environment. *Journal of Coastal Research* [en línea]. 2020, 109(sp1). ISSN 0749-0208 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.2112/jcr-si109-033.1

ORR, John et al. Durability enhancements using fabric formwork. Magazine of Concrete Research [en línea]. 2018, 65(20), 1236–1245. ISSN 1751-763X [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1680/mac.13.00120

BABU, T. S. Ramesh y D. NEERAJA. A experimental study of natural admixture effect on conventional concrete and high volume class F flyash blended concrete. Case Studies in Construction Materials [en línea]. 2017, 6, 43–62. ISSN 2214-5095 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1016/j.cscm.2016.09.003

AHMED, Hemn Qader, Dilshad Kakasor JAF y Sinan Abdulkhaleq YASEEN. Comparison of the Flexural Performance and Behaviour of Fly-Ash-Based Geopolymer Concrete Beams Reinforced with CFRP and GFRP Bars. Advances in Materials Science and Engineering [en línea]. 2020, 2020, 1–15. ISSN 1687-8442 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1155/2020/3495276

FANG, Guohao et al. Workability and mechanical properties of alkali-activated fly ash-slag concrete cured at ambient temperature. Construction and Building Materials [en línea]. 2018, 172, 476–487. ISSN 0950-0618 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.04.008

FOTI, Dora et al. Mechanical Characteristics and Water Absorption Properties of Blast-Furnace Slag Concretes with Fly Ashes or Microsilica Additions. Applied Sciences [en línea]. 2019, 9(7), 1279. ISSN 2076-3417 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.3390/app90712

GOLEWSKI, Grzegorz. Generalized Fracture Toughness and Compressive Strength of Sustainable Concrete Including Low Calcium Fly Ash. Materials [en línea]. 2017, 10(12), 1393. ISSN 1996-1944 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.3390/ma10121393

PENG, Hua, Jian YIN y Weimin SONG. Mechanical and Hydraulic Behaviors of Eco-Friendly Pervious Concrete Incorporating Fly Ash and Blast Furnace Slag. Applied Sciences [en línea]. 2018, 8(6), 859. ISSN 2076-3417 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.3390/app8060859

WU, Zemei, Caijun SHI y Wen HE. Comparative study on flexural properties of ultra-high performance concrete with supplementary cementitious materials under

different curing regimes. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2017, 136, 307–313. ISSN 0950-0618 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: [doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.01.052](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.052)

RATTANACHU, P, KARNTONG, I Y TANGCHIRAPAT, W. Influence of bagasse ash and recycled concrete aggregate on hardened properties of high-strength concrete. *Magazine Construction materials* [en línea] 2018, Vol 68, n°330. pp. 56 - 72. [Fecha consulta: 12 de abril 2022]. ISSN: 0465-2746. Disponible en: <http://doi.org/10.3989/mc.2018.04717>"

BHEEL, Naraindas, LAL MEGHWAR, Shanker, SOHU, Samiullah y otros. Experimental study on aggregates of recycled concrete with rice husk ash as partial cement replacement. *Civil Engineering Journal* [en línea] 2018, Vol. 4, n°10. [Fecha consulta: 15 de abril 2022]. ISSN: 2476-3055. Disponible en: <https://civilejournal.org/index.php/cej/article/view/990>"

RAFIEIZONOOZ, Mahdi, JAHANGIR Minrza, y RAZMAN Mohd. *Magazine Construction and Building Materials: Investigation of coal bottom ash and fly ash in concrete as replacement for sand and cement. Magazine Elsevier.* [en línea]. 2016, Vol.116, n.56, pp.15-24 [fecha de consulta: 27 abril 2022]. ISSN 0950-0618. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.080>

SULYMON, Nurain et al. Engineering properties of concrete made from gravel obtained in South-West Nigeria. *Cogent Engineering* [en línea]. 2017, Vol. 4, pp. 1-11 [consulta: 10 mayo 2020] DOI:10.1080/23311916.2017.1295793.

JOSHAGHANI, Alireza y Mohammad Amin MOEINI. Evaluating the effects of sugar cane bagasse ash (SCBA) and nanosilica on the mechanical and durability properties of mortar. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2017, 152, 818–831. ISSN 0950-0618 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: [doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.07.041](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.041)

Tesis

ALMANZA Muñoz, Sayda Pilar y ZAMUDIO Loarte, Melissa Brigitte. Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad – 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 105 p.

ARÉVALO Torres, Andy Fabián y LÓPEZ del Águila, Luis. Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tarapoto, Perú, Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2020. 184 p.

AYASTA Niquen, Waldir Enrique. Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del Distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo, Perú, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 459 p.

CHAPOÑAN Cueva, José Miguel y QUISPE Cirilo, Joel. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaría-Nuevo Chimbote. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote, Perú, Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, 2017. 197 p.

CORAL Patiño, Jenny Angélica. Comportamiento del concreto con cascarilla de café y posibilidades ante textura y color. Tesis (Maestría en Construcción). Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2019. 140 p.

DÍAZ Jiménez, Pedro Antonio. Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tunja, Colombia, Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería, 2020. 93 p.

DÍAZ Vargas, Marisol y FERNÁNDEZ Pérez, Josmar Harold. Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Jaén, Perú, Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería, 2019. 128 p.

DOMÍNGUEZ Zevallos, Maryorie Xiomara y FERNÁNDEZ Valverde, Cecilia Kathilyn Geraldine. Propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento al sustituir el cemento por cenizas de cascarilla de arroz en 5% Chimbote, Áncash – 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 199 p.

GARCÍA Zegarra, Telmo y RÍOS Muñante, Joseph Ricardo. Diseño de concreto usando escoria de acero para el blindaje de las construcciones de ambientes hospitalarios que requieran la atenuación de rayos X en Lima. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2021. 124 p.

GARCÍA Mendoza, Jandir y TUNQUI Mendoza, Edwin. Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando distintos cementos puzolánicos comerciales en la ciudad de Sicuani, Cusco – 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 129 p.

GIL Santa Cruz, Arturo Mariano y GARCÍA Sobrino Joseph Josué. Influencia de las cenizas de cáscara de café en las propiedades física – mecánicas del suelo en las vías de U.V. Casuerinas, U.V. Señor de la Justicia (Sector Norte), U.V. Héctor Aurich Soto (Sector Norte), Distrito de Ferreñafe, Lambayeque, 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huacho, Perú, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Ingeniería Civil, 2021. 138 p.

HERNÁNDEZ García, Andrés Felipe y HERRERA Vargas, María Fernanda. Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá, Colombia, Universidad de La Salle, Facultad de Ingeniería, 2019. 101 p.

IPARRAGUIRRE Sánchez, Ronald Alberto. Influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Oxapampa – 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 132 p.

JAIME Huertas, Miguel Ángel y PORTOCARRERO Regalado, Luis Alberto. Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo, Perú, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2018. 157 p.

MOLOCHO Tiquillahuanca, Jhenfer y RODRÍGUEZ Chumbe, Delia Margarita. Adición de la cascarilla de café y sus cenizas para Mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², en las viviendas económicas de Moyobamba – 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Moyobamba, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 152 p.

MONTERO Flores, Segundo Yoel. Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la Ciudad de Chiclayo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Pimentel, Perú, Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, 2019. 223 p.

OSPINA Pérez, Eduar Fabián y MOLINA Calderón, Yesica Paola. Influencia del contenido de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de flexión y compresión de un material compuesto por cemento portland, puzolana y arena. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá, Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería, 2018. 65 p.

RODRÍGUEZ Sánchez, Anyi Marcela y TIBABUZO Jiménez, María Paula. Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Villavicencio, Colombia, Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 63 p.

RODRÍGUEZ Soberón, Nixon Carlos. Diseño de concreto $f'c=250$ kg/cm² reforzado con cascarilla de café en la Ciudad de Jaén. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2017. 160 p.

VARGAS Delgado, Katya Kelly. Adición de ceniza de Quinual para mejorar la resistencia del concreto – Yanacancha, Cerro de Pasco – 2021. Tesis (Título de

Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 60 p.

Libros

BAENA Paz, Guillermina. Metodología de la Investigación. Ciudad de México, Grupo Editorial Patria, 2017, 141 p.

CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. Sangolquí, Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. 137 p.

MENÉNDEZ, José. Ingeniería de Pavimentos. Lima, Fondo Editorial del Instituto de Construcción y Gerencia (ICG), 2016, 330 p.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.

Título: Influencia de la cascarilla de café en las Propiedades de Resistencia del Concreto para Pavimentos Rígidos, Cusco 2022.

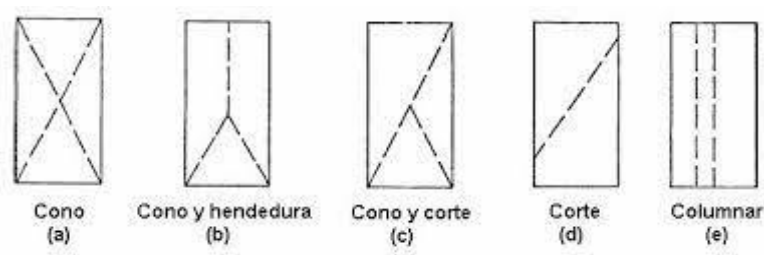
Autor: Mayhua Ruiz, Iruven

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿De qué manera la incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022?	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022.	La incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022.	VI: CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	Dosificación de la ceniza de cascarilla de café	Porcentaje de reemplazo (1%,3%,5%)	Enfoque: Cuantitativo. Diseño de investigación: Experimental Tipo de investigación: Aplicada
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS				Nivel de Investigación: Explicativo-correlacional
PE1:	OE1:	HE1:			Carga aplicada(kg)	Población: Concreto para pavimentos rígidos
¿De qué manera la incorporación de ceniza de cascarilla de café influye en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos f'c=280 kg/cm ² Cusco 2022?	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cascarilla de café en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos f'c=280 kg/cm ² , Cusco 2022.	La incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos f'c=280 kg/cm ² , Cusco 2022.	VD: RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDO	Resistencia a la compresión	Área de contacto del cilindro de concreto (cm ²)	Muestra: Concreto para pavimento rígidos con las cuales se realizarán 36 probetas y 36 vigas de concreto
PE2:	OE2:	HE2:				Técnica: Observación experimental
¿De qué manera la incorporación de ceniza de cascarilla de café influye en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022?	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cascarilla de café en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022.	La incorporación de la ceniza de cascarilla de café influye significativamente en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022.		Resistencia a la tracción por flexión	Módulo de rotura (MR)	Instrumentos: Formato de ensayos

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
VI: Ceniza de cascarilla de café	La ceniza de la cascarilla de café puede definirse como un material producido por la combustión de la cascarilla de café también llamada cisco, y que se encuentra constituida por los óxidos de los minerales que estaban presentes en el café antes de calcinarlos (Iparraguirre, 2021, p. 13).	Material constituido por la calcinación de cascarilla de café a temperaturas mayores de 800°C, los cuales serán utilizados mediante dosificaciones de 1%, 3% y 5%	Dosificación	Porcentaje de reemplazo (1%,3%,5%)	Formatos de ensayo de análisis granulométrico.	RAZÓN
VD: Propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos	Según lo expuesto por Menéndez (2016, p. 291) las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos son aquellas que están relacionadas al estado endurecido del concreto y estas son: la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción.	Son las propiedades de resistencia a la compresión y tracción que presenta el concreto en estado endurecido que se obtienen de los resultados de ensayos de laboratorio.	Resistencia a la compresión	Carga aplicada(kg)	Formatos de laboratorio del ensayo de resistencia a la compresión	RAZÓN
				Área de contacto del cilindro de concreto (cm ²)		
			Resistencia a la tracción por flexión	Módulo de rotura (MR)	Formatos de laboratorio del ensayo de resistencia a la flexión.	RAZÓN

Anexo 3: Instrumento de Recolección de Datos

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ASTM C39														
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022														
INVESTIGADOR: MAYHUA RUIZ IRVEN														
DEPARTAMENTO: CUSCO														
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo de muestra: concreto			f'c de diseño: 280 kg/cm2			presentacion: especimenes cilindricos								
ITEM	1	2			3			4	5	6	7	8	9	10
	PROBETA Nº	FECHA OBTENCION			FECHA DE FALLA			% DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	EDAD (Dias)	f'c de diseño(Kg/c	AREA	CARGA APLICADA(Kg	f'c OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCI
		DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO							
														

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

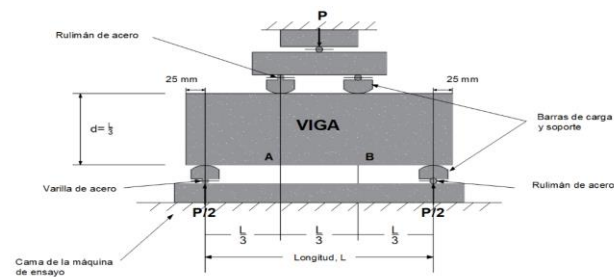
INVESTIGADOR: MAYHUA RUIZ IRVEN

DEPARTAMENTO: CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra: concreto f'c de diseño: 280 kg/cm² presentacion: vigas de concreto endurecido

ITEM	1			2			3			4	5	6			7	8
	MEZCLA	FECHA DE OBTENCION			FECHA DE FALLA			% CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	EDAD (Días)	DIMENSIONES DEL ESPECIMEN			UBICACION DE LA FALLA	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)		
DIA		MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	ALTURA(mm)			LUZ LIBRE(mm)	ANCHO(mm)					



Anexo 4: Validación de Instrumento

VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Apaza Menezes Raúl
 Cargo y Ocupación : Consultor
 Instrumento de evaluación:
 Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto
 Ensayo de Resistencia a la Flexión del Concreto
 Proyecto : Influencia de la Ceniza de Cascarilla de Café en las Propiedades Mecánicas del
 Concreto para Pavimentos Rígidos, Cusco 2022
 Autor : Br Mayhua Ruiz Iruen

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

DEFICIENTE (1) MINIMAMENTE ACEPTABLE (2) ACEPTABLE (3) EXCELENTE (4)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades.				X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.			X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico e innovación.			X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, dimensiones e indicadores.				X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable del 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: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos.				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
SUMA TOTAL				38	
TOTAL				40	
RATIO				0.95	

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un índice no menor de 0.95)

Cusco 21 de Mayo del 2022.


 Dr. RAÚL APAZA MENESES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 79713

VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: ANGEL ALMANZA CASTAÑEDA

Cargo y Ocupación : CONSULTOR

Instrumento de evaluación:
 Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto
 Ensayo de Resistencia a la Flexión del Concreto

Proyecto : Influencia de la Ceniza de Cascarilla de Café en las Propiedades Mecánicas del Concreto para Pavimentos Rígidos, Cusco 2022

Autor : Br Mayhua Ruiz Iruen

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

DEFICIENTE (1) MINIMAMENTE ACEPTABLE (2) ACEPTABLE (3) EXCELENTE (4)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades.			X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.				X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico e innovación.				X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, dimensiones e indicadores.			X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable del 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: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos.				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
SUMA TOTAL		38			
TOTAL		40			
RATIO		0.95			

(Nota: tener en cuenta que el Instrumento es válido cuando se tiene un índice no menor de 0.95)

Cusco 21 de MAYO del 2022




VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: SOTA CHAMPI JORGE JAVIER
 Cargo y Ocupación : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación:
 Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto
 Ensayo de Resistencia a la Flexión del Concreto
 Proyecto : Influencia de la Ceniza de Cascarilla de Café en las Propiedades Mecánicas del
 Concreto para Pavimentos Rígidos, Cusco 2022
 Autor : Br Mayhua Ruiz Iruen

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

DEFICIENTE (1) MINIMAMENTE ACEPTABLE (2) ACEPTABLE (3) EXCELENTE (4)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades.				X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.				X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico e innovación.				X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.			X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, dimensiones e indicadores.				X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable del 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: propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos.				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
SUMA TOTAL				38	
TOTAL				40	
RATIO				0.95	

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un índice no menor de 0.95)


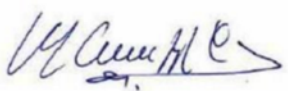

Cusco 20 de MAYO del 2022.



Jorge Javier Sota Champi
 INGENIERO CIVIL
 N.º 168147

Anexo 5: Ensayos de Laboratorio

Ensayo análisis químico de ceniza de cascarilla de café – hoja 1.

	<h1>MC QUIMICALAB</h1> <p>De: Ing. Mario Cumpa Cayuri LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE</p>											
INFORME N°184-24												
1. DATOS DEL PROYECTO												
1.1 Solicita	: Bach. Irven Mayhua Ruiz											
1.2 Proyecto	: Tesis: "Influencia de la ceniza de cascarilla de café en las propiedades de resistencia del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022"											
2. FECHAS												
2.1 Inicio	: 20 de Mayo de 2022											
2.2 Finalización	: 23 de Mayo de 2022											
2.3 Emisión del informe	: 25 de Mayo de 2022											
3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO												
3.1 Temperatura	: 21.5°C											
3.2 Humedad Relativa	: 49%											
4. ENSAYO SOLICITADO Y MÉTODO UTILIZADO												
3.1 Ensayo solicitado/	: pH/ Potenciometría											
Método utilizado	: Conductividad Eléctrica / Electrométrico Composición Química de Óxidos /FRX											
5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS												
TABLA N°1: Datos de la muestra												
<table border="1"><thead><tr><th>Código de Laboratorio</th><th>Nombre del Producto</th><th>Información Adicional</th></tr></thead><tbody><tr><td>R-3287</td><td>Ceniza de cascarilla de café</td><td>CASCARILLA DE CAFÉ</td></tr></tbody></table>	Código de Laboratorio	Nombre del Producto	Información Adicional	R-3287	Ceniza de cascarilla de café	CASCARILLA DE CAFÉ						
Código de Laboratorio	Nombre del Producto	Información Adicional										
R-3287	Ceniza de cascarilla de café	CASCARILLA DE CAFÉ										
6. RESULTADOS												
6.1 Resultados Físico-químicos												
TABLA N°2: Resultados Físico-químicos												
<table border="1"><thead><tr><th>Código de Laboratorio</th><th>Ensayo</th><th>Unidad</th><th>Resultado</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="2">R-3287</td><td>pH (Relación 1:5)</td><td>Unid. pH</td><td>11.22</td></tr><tr><td>Conductividad Eléctrica (CE) (Relación 1:5)</td><td>mS/cm</td><td>33.58</td></tr></tbody></table>	Código de Laboratorio	Ensayo	Unidad	Resultado	R-3287	pH (Relación 1:5)	Unid. pH	11.22	Conductividad Eléctrica (CE) (Relación 1:5)	mS/cm	33.58	
Código de Laboratorio	Ensayo	Unidad	Resultado									
R-3287	pH (Relación 1:5)	Unid. pH	11.22									
	Conductividad Eléctrica (CE) (Relación 1:5)	mS/cm	33.58									
<ul style="list-style-type: none">- Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de MC QUÍMICA LAB SAC.												
 MARIO CUMPA CAYURI INGENIERO QUÍMICO REG. COLEGIO DE INGENIEROS N°16188	 MC QUÍMICA LAB CUSCO Lic. María L. Gutiérrez Holgado ADMINISTRADORA											
IE-224518-04	Página 1 de 2											
RUC N°10238409077 – CONDOC A4 (SAN SEBASTIAN) CEL: 974573993 – 946587776												

Fuente: MC QUIMICA LAB S.A.C.



MC QUIMICALAB

De: Ing. Mario Cumpa Cayuri
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

6.2 Resultados de composición

TABLA N°3: Resultados de Composición Química

Código de Laboratorio	Componente	Unidad	Resultado
R-3287	Dióxido de silicio, SiO ₂	%	20.44
	Óxido de calcio, CaO	%	21.89
	Dióxido de potasio, K ₂ O	%	26.48
	Óxido de magnesio; MgO	%	13.85
	Óxido de manganeso; MnO	%	0.88
	Trióxido de aluminio, Al ₂ O ₃	%	3.94
	Trióxido de hierro, Fe ₂ O ₃	%	1.92
	Dióxido de sodio, Na ₂ O	%	0.75
	Pentóxido de fósforo, P ₂ O ₅	%	5.88
	Óxido de zinc, ZnO	%	0.04
	Óxido de cobre, CuO	%	0.09
	Dióxido de titanio, TiO ₂	%	0.13


- Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de MC QUÍMICA LAB SAC.

FIN DE DOCUMENTO

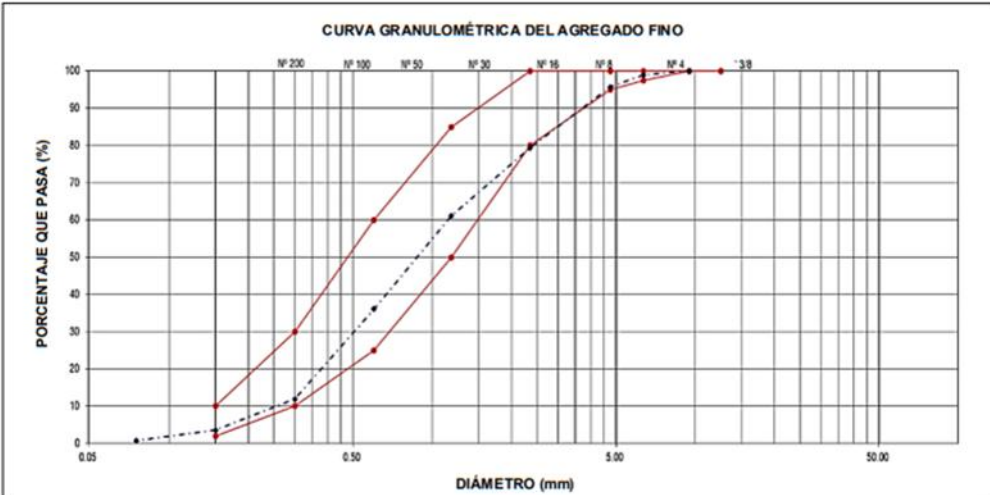
MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUÍMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N°16188

MC QUÍMICA LAB CUSCO
 Lic. María L. Gutiérrez Holgado
 ADMINISTRADORA


Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino.

	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO		Código	AF-PC-26											
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Versión	01											
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS		Fecha	24-05-2022											
	(ASTM C136)		Página	1 de 1											
DATOS DEL PROYECTO															
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. CUSCO 2022"														
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ	FECHA:	24/05/2022												
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA	DEPARTAMENTO:	CUSCO										
DATOS DE LA MUESTRA															
MATERIAL:	Agregado fino	PROCEDECENCIA:	Cantera Huilique												
MUESTRA: AGREGADO FINO															
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	%PASA	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200</th> </tr> <tr> <td>Peso inicial seco</td> <td>949.05</td> </tr> <tr> <td>Peso final seco, después de lavado (g)</td> <td>914.78</td> </tr> <tr> <th colspan="2">CARACTERÍSTICA FÍSICA DEL AGREGADO FINO</th> </tr> <tr> <td>MÓDULO DE FINURA (Mf)</td> <td>3.14</td> </tr> </table>	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200		Peso inicial seco	949.05	Peso final seco, después de lavado (g)	914.78	CARACTERÍSTICA FÍSICA DEL AGREGADO FINO		MÓDULO DE FINURA (Mf)	3.14
MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200															
Peso inicial seco	949.05														
Peso final seco, después de lavado (g)	914.78														
CARACTERÍSTICA FÍSICA DEL AGREGADO FINO															
MÓDULO DE FINURA (Mf)	3.14														
3/4"	0.00	0.00	0.00	100											
1/2"	0.00	0.00	0.00	100											
3/8"	0.00	0.00	0.00	100											
1/4"	10.10	1.06	1.06	98.94											
N°4	31.12	3.28	4.34	95.66											
N°8	156.84	16.53	20.87	79.13											
N°16	173.76	18.31	39.18	60.82											
N°30	235.69	24.83	64.01	35.99											
N°50	229.54	24.19	88.20	11.80											
N°100	78.52	8.27	96.47	3.53											
N°200	26.63	2.81	99.28	0.72											
FONDO	6.85	0.72	100.00	0.00											
TOTAL	949.05														

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO




Observaciones:




JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO
 geoinco_consultores.ing@gmail.com

Fuente: GEOINCO E.I.R.L.


Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso.

	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO		Código	AG-MN-39											
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Versión	01											
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS		Fecha	24-05-2022											
	(ASTM C136)		Página	1 de 1											
DATOS DEL PROYECTO															
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. CUSCO 2022"														
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ	FECHA:	24/05/2022												
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA	DEPARTAMENTO:	CUSCO										
DATOS DE LA MUESTRA															
MATERIAL:	Agregado grueso	PROCEDENCIA:	Cantera Huilque												
MUESTRA: AGREGADO GRUESO															
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	%PASA	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200</th> </tr> <tr> <td>Peso inicial seco</td> <td>4938.27</td> </tr> <tr> <td>Peso final seco, después de lavado (g)</td> <td>4881.64</td> </tr> <tr> <th colspan="2">CARACTERÍSTICA FÍSICA DEL AGREGADO GRUESO</th> </tr> <tr> <td>MÓDULO DE FINURA (Mf)</td> <td>6.62</td> </tr> </table>	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200		Peso inicial seco	4938.27	Peso final seco, después de lavado (g)	4881.64	CARACTERÍSTICA FÍSICA DEL AGREGADO GRUESO		MÓDULO DE FINURA (Mf)	6.62
MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200															
Peso inicial seco	4938.27														
Peso final seco, después de lavado (g)	4881.64														
CARACTERÍSTICA FÍSICA DEL AGREGADO GRUESO															
MÓDULO DE FINURA (Mf)	6.62														
1"	0.00	0.00	0	100											
3/4"	376.26	7.62	7.62	92.38											
1/2"	2352.64	47.64	55.26	44.74											
3/8"	1045.23	21.17	76.43	23.57											
N°4	899.28	18.21	94.64	5.36											
N°8	28.54	0.58	95.21	4.79											
N°16	2.74	0.06	95.27	4.73											
N°30	1.58	0.03	95.30	4.70											
N°50	0.00	0.00	95.30	4.70											
N°100	0.00	0.00	95.30	4.70											
N°200	0.00	0.00	95.30	4.70											
FONDO	232.00	4.70	100.00	0.00											
TOTAL	4938.27														

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO





Observaciones:



JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO
 geoinco_consultores.ing@gmail.com



Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Ensayo de contenido de humedad de los agregados.

	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO			Código	CH-TR-13		
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Versión	01		
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			Fecha	24-05-2022		
	(ASTM C566-19)			Página	1 de 1		
DATOS DEL PROYECTO							
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022"						
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ			FECHA:	24/05/2022		
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA	DEPARTAMENTO:	CUSCO		
DATOS DE LA MUESTRA							
MATERIAL:	Agregados	PROCEDENCIA:	Cantera Huillque				
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	TIPO DE MEZCLA				CANTERA
			CP	CC1%	CC3%	CC5%	
1	Peso muestra húmeda (Pw)	g	3000	3000	3000	3000	Huillque
2	Peso muestra seca (Ps)	g	2942	2915	2864	2899	
3	Contenido de humedad (CH)	%	1.93%	2.83%	4.53%	3.37%	
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	TIPO DE MEZCLA				CANTERA
			CP	CC1%	CC3%	CC5%	
1	Peso muestra húmeda (Pw)	g	5000	5000	5000	5000	Huillque
2	Peso muestra seca (Ps)	g	4985	4922	4948	4902	
3	Contenido de humedad (CH)	%	0.30%	1.56%	1.04%	1.96%	
Observaciones:							
							
JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO geoinco_consultores.ing@gmail.com							



Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO			Código	PG-UT-16	
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS (ASTM C29 / C29M-17a)			Versión	01	
				Fecha	24-05-2022	
				Página	1 de 1	
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022"					
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ			FECHA:	24/05/2022	
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA	DEPARTAMENTO:	CUSCO	
DATOS DE LA MUESTRA						
MATERIAL:	Agregado fino	PROCEDENCIA:	Cantera Huilque			
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO						
ÍTEM	IDENTIFICACIÓN	UND.	ENSAYO N°			CANTERA
			1	2	3	
1	Peso del recipiente	g	4210.00	4210.00	4210.00	Huilque
2	Peso del recipiente + material	g	8715.00	8722.00	8728.00	
3	Peso del material	g	4505.00	4512.00	4518.00	
4	Factor	f	0.353	0.353	0.353	
5	Peso unitario seco suelto	kg/cm ³	1590	1593	1595	
6	Peso unitario seco suelto promedio	Kg/cm ³	1593			
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO						
ÍTEM	IDENTIFICACIÓN	UND.	ENSAYO N°			CANTERA
			1	2	3	
1	Peso del recipiente	g	4210.00	4210.00	4210.00	Huilque
2	Peso del recipiente + material	g	9102.00	9125.00	9118.00	
3	Peso del material	g	4892.00	4915.00	4908.00	
4	Factor	f	0.353	0.353	0.353	
5	Peso unitario seco compactado	kg/cm ³	1727	1735	1732	
6	Peso unitario seco compactado promedio	Kg/cm ³	1731			
Observaciones:						
 GEOINCO E.I.R.L. GEOTECNISTAS E INGENIEROS Ing. Jose H. Alvarez Nihua JEFE DE LABORATORIO CIP: 164633						
JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F. LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO geoinco_consultores.ing@gmail.com						


Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

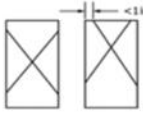
Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO			Código	PG-UP-22	
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Versión	01	
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS (ASTM C29 / C29M-17a)			Fecha	24-05-2022	
				Página	1 de 1	
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022"					
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAY HUA RUÍZ			FECHA:	24/05/2022	
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA	DEPARTAMENTO:	CUSCO	
DATOS DE LA MUESTRA						
MATERIAL:	Agregado grueso	PROCEDENCIA:	Cantera Huillque			
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO						
ÍTEM	IDENTIFICACIÓN	UND.	ENSAYO N°			CANTERA
			1	2	3	
1	Peso del recipiente	g	6678.00	6678.00	6678.00	Huillque
2	Peso del recipiente + material	g	25502.00	25635.00	25474.00	
3	Peso del material	g	18824.00	18957.00	18796.00	
4	Factor	f	0.0741	0.0741	0.0741	
5	Peso unitario seco suelto	kg/cm ³	1395	1405	1393	
6	Peso unitario seco suelto promedio	Kg/cm ³	1399			
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO						
ÍTEM	IDENTIFICACIÓN	UND.	ENSAYO N°			CANTERA
			1	2	3	
1	Peso del recipiente	g	6678.00	6678.00	6678.00	Huillque
2	Peso del recipiente + material	g	27536.00	27613.00	27549.00	
3	Peso del material	g	20858.00	20935.00	20871.00	
4	Factor	f	0.0741	0.0741	0.0741	
5	Peso unitario seco compactado	kg/cm ³	1546	1551	1547	
6	Peso unitario seco compactado promedio	Kg/cm ³	1548			
Observaciones:						
						
JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO geoinco_consultores.ing@gmail.com						

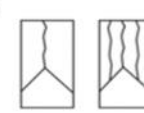
Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.


	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO							Código	MP-VO-42					
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							Versión	01					
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN							Fecha	03-06-2022					
	(ASTM C39/C39M-21)							Página	1 de 1					
DATOS DEL PROYECTO														
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA GENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. CUSCO 2022"													
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ					FECHA:	03/06/2022							
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA		DEPARTAMENTO:	Cusco								
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo de muestra	Concreto	F'c de diseño	280 kg/cm ²		Presentación	Especímenes cilíndricos								
ITEM	1 PROBETA N°	2 FECHA OBTENCIÓN			3 FECHA DE FALLA			4 % DE GENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	5 EDAD (Días)	6 F'c DE DISEÑO (KG/CM ²)	7 ÁREA (cm ²)	8 CARGA APLICADA (kg)	9 F'c OBTENIDA	10 % DE RESISTENCIA
		DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO							
CP	1	27	05	2022	03	06	2022	-	7	280	149.00	26.03	238.45	85.16
	2	27	05	2022	03	06	2022	-	7	280	150.00	26.73	244.82	87.44
	3	27	05	2022	03	06	2022	-	7	280	150.00	26.37	241.58	86.28
CC1%	1	27	05	2022	03	06	2022	1%	7	280	149.00	29.30	268.42	95.86
	2	27	05	2022	03	06	2022	1%	7	280	150.00	29.98	274.65	98.09
	3	27	05	2022	03	06	2022	1%	7	280	149.00	29.54	270.58	96.64
CC3%	1	27	05	2022	03	06	2022	3%	7	280	150.00	23.51	215.33	76.90
	2	27	05	2022	03	06	2022	3%	7	280	151.00	22.99	210.57	75.20
	3	27	05	2022	03	06	2022	3%	7	280	150.00	23.28	213.22	76.15
CC5%	1	27	05	2022	03	06	2022	5%	7	280	150.00	19.13	175.26	62.59
	2	27	05	2022	03	06	2022	5%	7	280	152.00	19.51	178.69	63.82
	3	27	05	2022	03	06	2022	5%	7	280	150.00	19.04	174.44	62.30



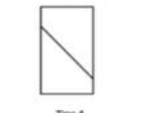
Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25 mm)



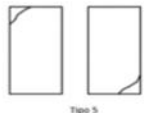
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo




Tipo 3
Fisuras verticales encorvadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para distinguirlo del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (Ocurre comúnmente con tapas no adheridas)



Tipo 6
Similar al Tipo 5, pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 13:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87


Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM

Observaciones:




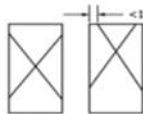
GEOINCO E.I.R.L.
GEOTECNISTAS E INGENIEROS
Ing. Jorge H. Alvarez Nihua
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 164633

JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO
geoinco_consultores.ing@gmail.com

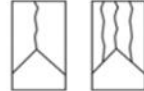
Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días.


	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO							Código	MP-TR-24					
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							Versión	01					
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN							Fecha	10-06-2022					
	(ASTM C39/C39M-21)							Página	1 de 1					
DATOS DEL PROYECTO														
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022"													
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ					FECHA:	10/06/2022							
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA		DEPARTAMENTO:	CUSCO								
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo de muestra	Concreto	F'c de diseño	280 kg/cm ²			Presentación	Especímenes cilíndricos							
ITEM	1	2			3			4	5	6	7	8	9	10
	PROBETA N°	FECHA OBTENCIÓN			FECHA DE FALLA			% DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	EDAD (Días)	F' C DE DISEÑO (KG/CM ²)	ÁREA (cm ²)	CARGA APLICADA (kg)	F' C OBTENIDA	% DE RESISTENCIA
CP	1	27	05	2022	10	06	2022	-	14	280	151.00	30.00	274.85	98.16
	2	27	05	2022	10	06	2022	-	14	280	150.00	30.37	278.21	99.36
	3	27	05	2022	10	06	2022	-	14	280	150.00	29.15	266.98	95.35
CC1%	1	27	05	2022	10	06	2022	1%	14	280	150.00	33.98	311.25	111.16
	2	27	05	2022	10	06	2022	1%	14	280	150.00	33.38	305.74	109.19
	3	27	05	2022	10	06	2022	1%	14	280	149.00	34.46	315.69	112.75
CC3%	1	27	05	2022	10	06	2022	3%	14	280	151.00	26.19	239.89	85.68
	2	27	05	2022	10	06	2022	3%	14	280	150.00	26.83	245.77	87.78
	3	27	05	2022	10	06	2022	3%	14	280	150.00	26.92	246.56	88.06
CC5%	1	27	05	2022	10	06	2022	5%	14	280	150.00	21.36	195.68	69.89
	2	27	05	2022	10	06	2022	5%	14	280	150.00	22.98	210.47	75.17
	3	27	05	2022	10	06	2022	5%	14	280	150.00	22.48	205.88	73.53




Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25 mm)




Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo




Tipo 3
Fisuras verticales encorvadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (Ocurre comúnmente con tapas no adheridas)



Tipo 6
Similar al Tipo 5, pero el extremo del cilindro es puntagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 13:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87


Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4%	6.6%	7.8%
Field conditions	2.9%	8.0%	9.5%
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2%	9.0%	10.6%

Fuente: ASTM

Observaciones:




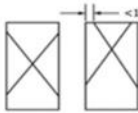
GEOINCO E.I.R.L.
GEOTECNISTAS E INGENIEROS
Ing. Jose H. Alvarez Nihua
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 184633

JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO
geoinco_consultores.ing@gmail.com

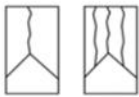
Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.


	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO							Código	MP-CT-18					
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							Versión	01					
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN							Fecha	24-06-2022					
	(ASTM C39/C39M-21)							Página	1 de 1					
DATOS DEL PROYECTO														
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022"													
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ					FECHA:	24/06/2022							
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA		DEPARTAMENTO:	Cusco								
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo de muestra	Concreto		F'c de diseño	280 kg/cm ²		Presentación	Especímenes cilíndricos							
ITEM	1	2		3			4	5	6	7	8	9	10	
	PROBETA N°	FECHA OBTENCIÓN		FECHA DE FALLA			% DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	EDAD (Días)	F'c DE DISEÑO (KG/CM ²)	ÁREA (cm ²)	CARGA APLICADA (kg)	F'c OBTENIDA	% DE RESISTENCIA	
		DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO							
CP	1	27	05	2022	24	06	2022	-	28	280	150.00	32.58	298.45	106.59
	2	27	05	2022	24	06	2022	-	28	280	149.00	33.35	305.47	109.10
	3	27	05	2022	24	06	2022	-	28	280	152.00	33.06	302.88	108.17
CC1%	1	27	05	2022	24	06	2022	1%	28	280	150.00	38.75	354.99	126.78
	2	27	05	2022	24	06	2022	1%	28	280	150.00	38.24	350.26	125.09
	3	27	05	2022	24	06	2022	1%	28	280	150.00	37.74	345.74	123.48
CC3%	1	27	05	2022	24	06	2022	3%	28	280	149.00	28.62	262.18	93.64
	2	27	05	2022	24	06	2022	3%	28	280	150.00	28.88	264.53	94.48
	3	27	05	2022	24	06	2022	3%	28	280	152.00	29.36	268.98	96.06
CC5%	1	27	05	2022	24	06	2022	5%	28	280	151.00	22.43	205.47	73.38
	2	27	05	2022	24	06	2022	5%	28	280	150.00	22.76	208.47	74.45
	3	27	05	2022	24	06	2022	5%	28	280	150.00	22.58	206.88	73.89




Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25 mm)




Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo




Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguir el Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (Ocurre comúnmente con tapas no adheridas)



Tipo 6
Similar al Tipo 5, pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 13:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM


Observaciones:

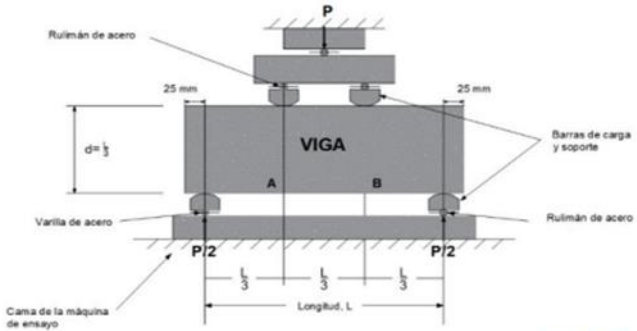

 Ing. José H. Alvaréz Nihua
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 184633

JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAZ BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO
 geoinco_consultores.ing@gmail.com

Fuente: GEOINCO E.I.R.L.


Ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días.

	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO			Código	TF-SP-11									
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Versión	01									
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO			Fecha	03-06-2022									
	(ASTM C78/NTP 339.078)			Página	1 de 1									
DATOS DEL PROYECTO														
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022"													
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ			FECHA:	03/06/2022									
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA	DEPARTAMENTO:	CUSCO									
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo de muestra	Concreto		F'c de diseño	280 kg/cm2	Presentación:	Vigas de concreto endurecido								
ITEM	1 VIGA N°	2 FECHA DE OBTENCIÓN			3 FECHA DE FALLA			4 % CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	5 EDAD (Días)	6 DIMENSIONES DEL ESPÉCIMEN			7 UBICACIÓN DE LA FALLA	8 MÓDULO DE ROTURA (kg/cm ²)
		DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO			ALTURA (mm)	LUZ LIBRE (mm)	ANCHO (mm)		
CP	1	27	05	2022	03	06	2022	-	7	150.00	450.00	149.00	Tercio central	39.20
	2	27	05	2022	03	06	2022	-	7	151.00	450.00	151.00	Tercio central	38.40
	3	27	05	2022	03	06	2022	-	7	150.00	450.00	150.00	Tercio central	39.20
CC1%	1	27	05	2022	03	06	2022	1%	7	150.00	450.00	150.00	Tercio central	46.40
	2	27	05	2022	03	06	2022	1%	7	149.00	450.00	150.00	Tercio central	45.60
	3	27	05	2022	03	06	2022	1%	7	150.00	450.00	149.00	Tercio central	44.80
CC3%	1	27	05	2022	03	06	2022	3%	7	152.00	450.00	149.00	Tercio central	41.60
	2	27	05	2022	03	06	2022	3%	7	150.00	450.00	150.00	Tercio central	40.80
	3	27	05	2022	03	06	2022	3%	7	151.00	450.00	150.00	Tercio central	40.00
CC5%	1	27	05	2022	03	06	2022	5%	7	150.00	450.00	150.00	Tercio central	39.80
	2	27	05	2022	03	06	2022	5%	7	150.00	450.00	150.00	Tercio central	38.90
	3	27	05	2022	03	06	2022	5%	7	150.00	450.00	151.00	Tercio central	39.40



Fuente: ASTM

Observaciones:




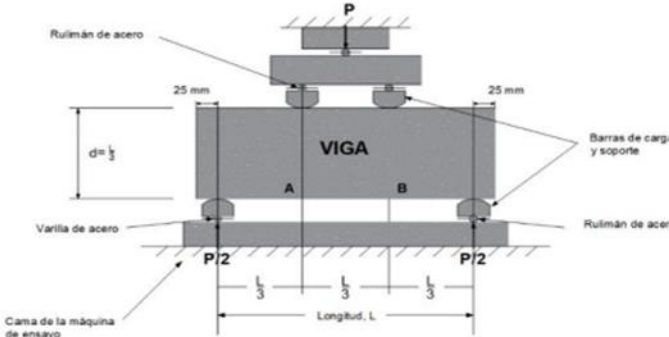
GEOINCO E.I.R.L.
GEOTECNISTAS E INGENIEROS
Ing. Jose H. Alvarez Nihua
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 104633

JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO
geoinco_consultores.ing@gmail.com

Fuente: GEOINCO E.I.R.L.


Ensayo de resistencia a la flexión a los 14 días.

	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO			Código	TF-CV-54									
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Versión	01									
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO			Fecha	10-06-2022									
	(ASTM C78/NTP 339.078)			Página	1 de 1									
DATOS DEL PROYECTO														
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022"													
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ			FECHA:	10/06/2022									
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA	DEPARTAMENTO:	CUSCO									
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo de muestra	Concreto		F'c de diseño	280 kg/cm2	Presentación:	Vigas de concreto endurecido								
ÍTEM	1 VIGA N°	2 FECHA DE OBTENCIÓN			3 FECHA DE FALLA			4 % CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	5 EDAD (Días)	6 DIMENSIONES DEL ESPÉCIMEN			7 UBICACIÓN DE LA FALLA	8 MÓDULO DE ROTURA (kg/cm ²)
		DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO			ALTURA (mm)	LUZ LIBRE (mm)	ANCHO (mm)		
CP	1	27	05	2022	10	06	2022	-	14	151.00	450.00	150.00	Tercio central	32.80
	2	27	05	2022	10	06	2022	-	14	150.00	450.00	151.00	Tercio central	31.20
	3	27	05	2022	10	06	2022	-	14	150.00	450.00	149.00	Tercio central	36.00
CC1%	1	27	05	2022	10	06	2022	1%	14	150.00	450.00	150.00	Tercio central	40.80
	2	27	05	2022	10	06	2022	1%	14	149.00	450.00	150.00	Tercio central	38.40
CC3%	3	27	05	2022	10	06	2022	1%	14	150.00	450.00	150.00	Tercio central	41.60
	1	27	05	2022	10	06	2022	3%	14	149.00	450.00	151.00	Tercio central	36.00
	2	27	05	2022	10	06	2022	3%	14	150.00	450.00	150.00	Tercio central	32.80
CC5%	3	27	05	2022	10	06	2022	3%	14	150.00	450.00	151.00	Tercio central	33.60
	1	27	05	2022	10	06	2022	5%	14	150.00	450.00	150.00	Tercio central	28.40
	2	27	05	2022	10	06	2022	5%	14	151.00	450.00	150.00	Tercio central	29.60
	3	27	05	2022	10	06	2022	5%	14	150.00	450.00	150.00	Tercio central	26.30



Fuente: ASTM

Observaciones:




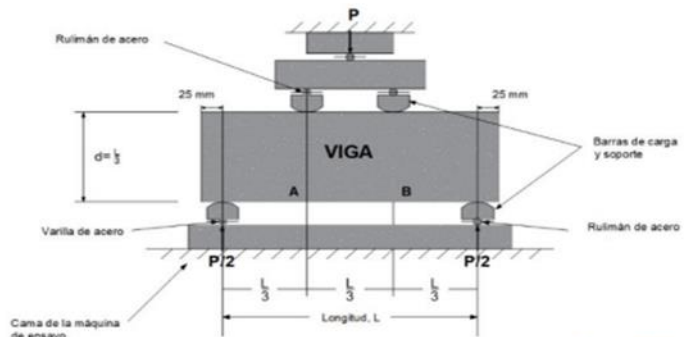
GEOINCO E.I.R.L.
GEOTECNISTAS E INGENIEROS
Ing. Jose H. Alvarez Nihua
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 184833

JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO
geoinco_consultores.ing@gmail.com

Fuente: GEOINCO E.I.R.L.


Ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días.

	DEPARTAMENTO GEOTÉCNICO			Código	TF-PM-32									
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Versión	01									
	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO			Fecha	24-06-2022									
	(ASTM C78/NTP 339.078)			Página	1 de 1									
DATOS DEL PROYECTO														
PROYECTO:	TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022"													
SOLICITA:	BACH. IRVEN MAYHUA RUÍZ			FECHA:	24/06/2022									
DISTRITO:	PUCYURA	PROVINCIA:	ANTA	DEPARTAMENTO:	CUSCO									
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo de muestra	Concreto		F'c de diseño	280 kg/cm2	Presentación:	Vigas de concreto endurecido								
ÍTEM	1	2			3			4	5	6			7	8
	VIGA N°	FECHA DE OBTENCIÓN			FECHA DE FALLA			% CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	EDAD (Días)	DIMENSIONES DEL ESPÉCIMEN			UBICACIÓN DE LA FALLA	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm ²)
		DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO			ALTURA (mm)	LUZ LIBRE (mm)	ANCHO (mm)		
CP	1	27	05	2022	24	06	2022	-	28	150.00	450.00	151.00	Tercio central	40.00
	2	27	05	2022	24	06	2022	-	28	150.00	450.00	150.00	Tercio central	42.40
	3	27	05	2022	24	06	2022	-	28	150.00	450.00	150.00	Tercio central	40.80
CC1%	1	27	05	2022	24	06	2022	1%	28	150.00	450.00	150.00	Tercio central	45.60
	2	27	05	2022	24	06	2022	1%	28	151.00	450.00	150.00	Tercio central	48.00
	3	27	05	2022	24	06	2022	1%	28	152.00	450.00	151.00	Tercio central	44.80
CC3%	1	27	05	2022	24	06	2022	3%	28	150.00	450.00	151.00	Tercio central	42.40
	2	27	05	2022	24	06	2022	3%	28	152.00	450.00	150.00	Tercio central	44.00
	3	27	05	2022	24	06	2022	3%	28	151.00	450.00	150.00	Tercio central	41.60
CC5%	1	27	05	2022	24	06	2022	5%	28	150.00	450.00	151.00	Tercio central	38.40
	2	27	05	2022	24	06	2022	5%	28	150.00	450.00	151.00	Tercio central	39.80
	3	27	05	2022	24	06	2022	5%	28	150.00	450.00	150.00	Tercio central	37.60



Fuente: ASTM

Observaciones:

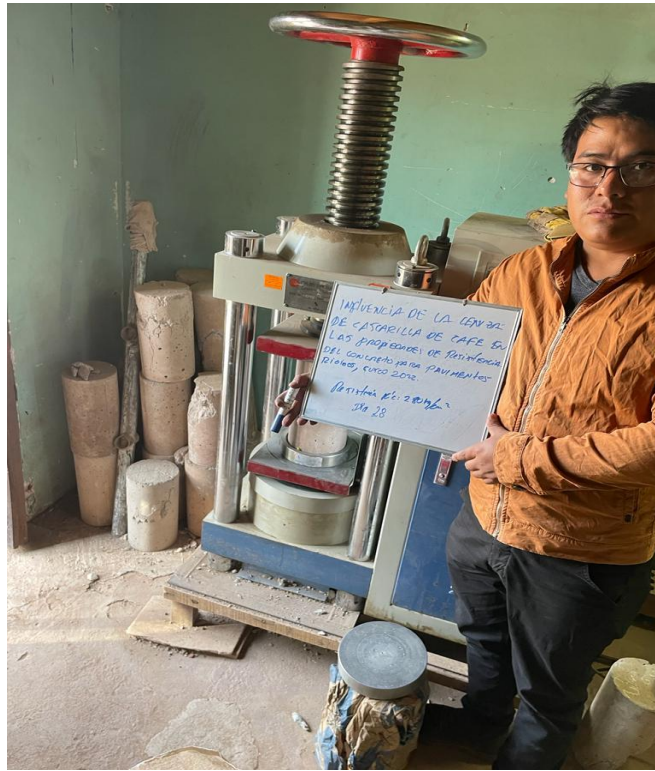


GEOINCO E.I.R.L.
 GEOTECNISTAS E INGENIEROS
 Ing. José H. Álvarez Nihua
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 164633

JR. MARTIN PIO CONCHA MZA. F LOTE. 14 (3 CDRAS BANCO NACION FT TDA ROYER) CUSCO
 geoinco_consultores.ing@gmail.com

Fuente: GEOINCO E.I.R.L.

Anexo 5: Panel Fotográfico





















UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HEREDIA BENAVIDES RAUL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la Ceniza de Cascarilla de Café en las Propiedades de Resistencia del Concreto para Pavimentos Rígidos, Cusco 2022", cuyo autor es MAYHUA RUIZ IRVEN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 31 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HEREDIA BENAVIDES RAUL DNI: 45822843 ORCID: 0000-0001-5408-5706	Firmado electrónicamente por: RHEREDIAB el 02- 09-2022 10:58:04

Código documento Trilce: TRI - 0425339