



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Influencia de Ceniza Hoja de Planta de Plátano Sobre la  
Resistencia a Compresión y Tiempo de Fraguado de Concreto  
210 kg/cm<sup>2</sup>**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Chuquimango Bacilio, Beysi Yoseli ([orcid.org/0000-0003-3039-2052](https://orcid.org/0000-0003-3039-2052))

Clavijo Perez, Clever Jhullyno ([orcid.org/0000-0003-3339-2461](https://orcid.org/0000-0003-3339-2461))

**ASESOR:**

Mg. Meza Rivas, Jorge Luis ([orcid.org/0000-0002-4258-4097](https://orcid.org/0000-0002-4258-4097))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

### **Beysi Chuquimango Bacilio**

Doy Gracias principalmente a Dios, por darme la fuerza para continuar y así poder lograr mis objetivos. Dedico mi trabajo a mi mamá Doris Bacilio por su amor y motivación para no rendirme, siempre luchar y que demuestre que puedo lograr todo lo que me proponga y a mi papá Elvis Chuquimango por ser un gran ejemplo a seguir y apoyarme para ser mejor persona y una gran profesional. A mis hermanos por todo su apoyo en especial a Halmer por escucharme y aconsejarme.

### **Clever Clavijo Pérez**

Le doy gracias a Dios por darme fuerzas para salir adelante y lograr mis objetivos, así mismo dedico este trabajo a:

Mis padres Justo Clever y Llysel Mirella, por estar siempre presentes apoyándome en cada etapa de mi vida, por darme su amor y comprensión incondicional; y por brindarme la oportunidad de alcanzar mis objetivos.

También a mis amigos, por sus enseñanzas y aprecio, especialmente a mi compañera de tesis y gran amiga, que siempre estuvo para escucharme y ayudarme cuando lo necesitaba.

## **Agradecimiento**

A Dios, por darnos la oportunidad de estar en esta etapa gozando de salud y poder realizar este proyecto para cumplir nuestros sueños de recibirnos como ingenieros civiles.

A la Universidad César Vallejo, por habernos dado la oportunidad de estudiar en esta casa de estudios y el brindarnos conocimientos y valores para ser futuros profesionales de éxito.

De igual manera, les agradecemos a los docentes, quienes estuvieron apoyándonos con sus conocimientos para lograr ser profesionales competentes a nivel personal y profesional. Del mismo modo, agradecer a nuestro asesor Mg. Jorge Luis Meza Rivas que nos ayudó en la elaboración de nuestra tesis.

## Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimiento	17
3.6. Método de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIONES	56
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	70



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Niveles de estudio de las variables .....	14
<b>Tabla 2.</b> Número de muestra para el ensayo de tiempo de fraguado .....	16
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de probetas de concreto para ensayo a compresión .....	16
<b>Tabla 4.</b> Densidad del agua a diferentes temperaturas .....	21
<b>Tabla 5.</b> Granulometría del agregado grueso .....	25
<b>Tabla 6.</b> Granulometría del agregado fino .....	26
<b>Tabla 7.</b> Contenido de humedad del agregado grueso .....	27
<b>Tabla 8.</b> Contenido de humedad del agregado fino .....	28
<b>Tabla 9.</b> Peso específico del agregado grueso .....	29
<b>Tabla 10.</b> Absorción del agregado grueso .....	29
<b>Tabla 11.</b> Peso específico del agregado fino .....	30
<b>Tabla 12.</b> Absorción del agregado fino .....	31
<b>Tabla 13.</b> Peso unitario suelto seco del agregado grueso .....	31
<b>Tabla 14.</b> Peso unitario compacto seco del agregado grueso .....	32
<b>Tabla 15.</b> Peso unitario suelto seco del agregado fino .....	32
<b>Tabla 16.</b> Peso unitario compacto seco del agregado fino .....	33
<b>Tabla 17.</b> Características del concreto de diseño .....	34
<b>Tabla 18.</b> Características de los agregados.....	34
<b>Tabla 19.</b> Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm <sup>2</sup> – muestra patrón .....	35
<b>Tabla 20.</b> Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm <sup>2</sup> – adición de 5% de ceniza de hoja de planta de plátano. ....	36
<b>Tabla 21.</b> Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm <sup>2</sup> – adición de 10% de ceniza de hoja de planta de plátano. ....	37
<b>Tabla 22.</b> Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm <sup>2</sup> – adición de 15% de ceniza de hoja de planta de plátano. ....	38
<b>Tabla 23.</b> Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm <sup>2</sup> – adición de 20% de ceniza de hoja de planta de plátano. ....	39
<b>Tabla 24.</b> Penetración de la aguja de Vicat a diferentes tiempos según cada porcentaje de adición de ceniza. ....	40
<b>Tabla 25.</b> Resultados de resistencia a compresión de testigos de concreto a 14 días de curado. ....	44

<b>Tabla 26.</b> Resultados de resistencia a compresión de testigos de concreto a 28 días de curado. ....	45
<b>Tabla 27.</b> Resumen de resultados de tiempo de fraguado de muestra de cemento .....	46
<b>Tabla 28.</b> Resumen de resultados de resistencia a compresión de probetas de concreto .....	47
<b>Tabla 29.</b> Prueba de normalidad de datos de resistencia a compresión a 14 días .....	49
<b>Tabla 30.</b> Prueba de normalidad de datos de resistencia a compresión a 28 días .....	49
<b>Tabla 31.</b> Análisis de varianza de los datos de resistencia a compresión a 14 días .....	51
<b>Tabla 32.</b> Resumen del modelo ANOVA para resistencia a compresión a 14 días .....	51
<b>Tabla 33.</b> Agrupación de información de resistencia a compresión a 14 días – Método de Tukey.....	52
<b>Tabla 34.</b> Análisis de varianza de los datos de resistencia a compresión a 28 días .....	53
<b>Tabla 35.</b> Resumen del modelo ANOVA para resistencia a compresión a 28 días .....	53
<b>Tabla 36.</b> Agrupación de información de resistencia a compresión a 28 días – Método de Tukey.....	54

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Representación gráfica de las probetas de concreto.....	15
<b>Figura 2.</b> Curva granulométrica del agregado grueso .....	26
<b>Figura 3.</b> Curva granulométrica del agregado fino.....	27
<b>Figura 4.</b> Curva de tiempo de fraguado de mezcla patrón (MP) .....	41
<b>Figura 5.</b> Curva de tiempo de fraguado de MP más 5% de ceniza.....	41
<b>Figura 6.</b> Curva de tiempo de fraguado de MP más 10% de ceniza.....	42
<b>Figura 7.</b> Curva de tiempo de fraguado de MP más 15% de ceniza.....	42
<b>Figura 8.</b> Curva de tiempo de fraguado de MP más 20% de ceniza.....	43
<b>Figura 9.</b> Comparación del tiempo de fraguado inicial y final .....	46
<b>Figura 10.</b> Comparación de resistencia a compresión de las probetas de concreto .....	47
<b>Figura 11.</b> Diagrama de Tukey de los datos de resistencia a compresión a 14 días .....	52
<b>Figura 12.</b> Diagrama de Tukey de los datos de resistencia a compresión a 28 días .....	54

## Resumen

El desarrollo de esta investigación fue realizado para analizar la influencia de ceniza de hoja de planta de plátano sobre la resistencia a compresión y tiempo de fraguado de un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que para alcanzar nuestros objetivos se realizaron 10 muestras para determinar el tiempo de fraguado y 30 especímenes para determinar su resistencia a compresión para un tiempo de 14 y 28 días, adicionando 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de hoja de planta de plátano, donde el 0% es la muestra patrón. Como resultado, se obtuvo que para el tiempo de fraguado la muestra patrón obtuvo un tiempo de fraguado inicial de 73.63 minutos, a 10% de ceniza se obtuvo un tiempo de fraguado de 97.5 minutos, siendo el resultado máximo obtenido con un 32.42% mayor al de la muestra patrón. Por otra parte, para el ensayo de resistencia a compresión, la muestra patrón obtuvo una resistencia de 210.54 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días, y a 10% presentó una resistencia de 244.21 kg/cm<sup>2</sup> siendo este resultado el máximo obtenido ya que presentó 15.99% superior a la muestra sin adición de ceniza, además se validó la hipótesis a través del programa de análisis estadístico Minitab. En conclusión, se analizó que la ceniza de hoja de planta de plátano influye significativamente en las características físicas y mecánicas del concreto, siendo el 10% el porcentaje que presenta óptimos resultados para la resistencia a compresión y tiempo de fraguado.

**Palabras Claves:** Concreto, compresión, tiempo de fraguado, ceniza de hoja de plátano.

## Abstract

The development of this research was carried out to analyze the influence of banana plant leaf ash on the compressive strength and setting time of a 210 kg/cm<sup>2</sup> concrete. Therefore, to achieve our objectives, 10 samples were made to determine the setting time and 30 specimens to determine their compressive strength for a period of 14 and 28 days, adding 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of banana plant leaf ash, where 0% is the standard sample. As a result, it was obtained that for the setting time the standard sample obtained an initial setting time of 73.63 minutes, at 10% ash a setting time of 97.5 minutes was obtained, the maximum result obtained being 32.42% greater than of the standard sample. On the other hand, for the compression resistance test, the standard sample obtained a resistance of 210.54 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days, and 10% presented a resistance of 244.21 kg/cm<sup>2</sup>, this being the maximum result already obtained. which presented a 15.99% higher than the sample without adding ash, in addition the hypothesis was validated through the Minitab statistical analysis program. In conclusion, it was analyzed that the banana plant leaf ash significantly influenced the physical and mechanical characteristics of the concrete, with 10% being the percentage that presents optimal results for compressive strength and setting time.

**Keywords:** Concrete, compression, setting time, banana leaf ash.

## I. INTRODUCCIÓN

El sector construcción al igual que otras áreas siempre está en constante desarrollo debido al crecimiento de las necesidades de la población sobre infraestructura de viviendas, por ello se busca nuevas alternativas para ensayar novedosos productos o materiales con propiedades mejoradas para estructuras de una construcción, con el fin de resistir y durar ante la presencia de cargas en la vida útil (Qureshi, Ahmad y Salahuddin, 2017).

Por otra parte, es importante tener en cuenta que nuestro país está ubicado en una zona de altos movimientos telúricos denominada “Cinturón de Fuego”. Por lo cual, conforme al informe realizado por Radio Programas del Perú (2021), existe un 80% de construcciones que son informales de mayor vulnerabilidad ante la presencia de un sismo de gran magnitud, es así que el concreto debe presentar óptimas propiedades y ello se lograría usando materiales que garanticen el mejoramiento y duración de las estructuras. Asimismo, en el Perú se presentan aproximadamente 550 sismos al año (Instituto Geofísico del Perú, 2019), es así que se vienen estudiando la resistencia y durabilidad de los componentes adicionando y/o reemplazándolas por nuevos materiales que pueden ser reutilizados como es la ceniza de hoja de planta de plátano.

Por lo cual, este material orgánico se ha buscado encontrarle un uso adicional para la construcción en donde al ser calcinada presenta compuestos como son la sílice que apoya a su resistencia con la compresión, logrando así dar una utilización que normalmente se quema sin darle ningún uso y disminuyendo así que contamine el medio ambiente.

Es por ello que se plantea el siguiente **problema de investigación**: ¿Cómo influye la ceniza de hoja de planta de plátano sobre la resistencia a compresión y tiempo de fraguado de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>?

Es así que nuestro proyecto se **justifica teóricamente** porque recopila información teórica y procedimientos de diferentes investigaciones y normativas que permiten el identificar sus propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto; además se especifica procedimiento para el análisis de mecánica de

suelos, del diseño de mezcla de concreto y los ensayos relacionados al tiempo de fraguado como su resistencia a compresión de un concreto modificado con porcentajes de ceniza de hoja de planta de plátano. Por otra parte, se **justifica metodológicamente** por brindar procedimientos sistematizados mediante ensayos que otorgan datos confiables para analizar la influencia de la ceniza sobre sus propiedades antes mencionadas.

Además, presenta una **justificación práctica** porque busca una alternativa de reemplazo para los materiales que son utilizados para el concreto al reemplazar de ceniza por cemento, lo que brindaría beneficios como son el mejoramiento de las propiedades, ahorro en el abastecimiento de materiales y para la contribución del cuidado del medio ambiente. Por lo que, esta investigación ayudará a determinar si es viable o no el uso de este material reutilizado, considerando que la hoja de planta de plátano se encuentra en una gran cantidad en la zona norte y selva de nuestro país.

Para lograr una respuesta al problema formulado, el **objetivo general** para la investigación es: Analizar la influencia de ceniza de hoja de planta de plátano sobre la resistencia a compresión y tiempo de fraguado de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. A su vez, los **objetivos específicos** son: Determinar un estudio de mecánica de suelos para analizar las propiedades físicas de los agregados de un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza de hoja de planta de plátano, Realizar el diseño de mezcla del concreto patrón y modificado con ceniza de hoja de planta de plátano, Determinar las características físicas, tiempo de fraguado, del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> modificado con ceniza de hoja de planta de plátano, Determinar las características mecánicas, resistencia a la compresión, del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> modificado con ceniza de hoja de planta de plátano, Comparar los resultados de los ensayos de resistencia a compresión y tiempo de fraguado del concreto patrón y modificado con ceniza de hoja de planta de plátano, Realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos de los ensayos del concreto patrón y modificado con ceniza de hoja de planta de plátano.

Por otra parte, la **hipótesis** con la que se trabajará será: Al adicionar ceniza de hoja de planta de plátano, influirá positivamente mejorando la resistencia a compresión y tiempo de fraguado de un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

## II. MARCO TEÓRICO

Parte de nuestra investigación consistió en identificar antecedentes que nos permita referenciar nuestra investigación, por lo que como antecedentes internacionales tenemos:

### ***“Investigación Experimental sobre Propiedades del Concreto por Reemplazo Parcial de Cemento con Ceniza de Hoja de Banano”***

**Pawar y Khaire (2018)**, en su artículo científico realizado para la 6ta Conferencia Internacional sobre Tendencias Recientes en Ingeniería y Tecnología, de la Guru Gobing Singh College of Engineering and Research Centre, Nashik, India. Tuvo por **objetivo** el determinar cómo es por la ceniza de hoja de plátano puede reemplazar al cemento en dicha mezcla de concreto de manera completa. Por lo que su metodología fue experimental, ya que modificaron a porcentajes de 0%, 15% y 25% de ceniza de hoja de plátano. Ya que consideraron que al sustituir esta ceniza por el cemento lo que genera es cambios en su rigidez compresiva y flexura de cemento. Con respecto al **ensayo de resistencia a compresión**, dichas probetas de concreto de 150x150x150 mm se ensayaron a 7 y 28 días de curado. Por lo que, **concluyeron** que a medida que se incrementa el porcentaje de ceniza, dicha resistencia a compresión llega una calidad ideal a un porcentaje de 15% a 28 días, obteniendo una resistencia de 30.13 N/mm<sup>2</sup>; sin embargo, esta propiedad disminuye a los 25% de reposición. **El aporte principal para nuestro proyecto de investigación, es analizar cómo influye la ceniza de plátano como material puzolánico partiendo de las propiedades tanto físicas como químicas y mecánicas donde es utilizado como adición para dicha mezcla en concreto siendo así de alta resistencia a compresión.**

### ***“Uso de ceniza de hoja de plátano como reemplazo parcial del cemento Portland en concretos ecológicos”.***

**Tavares et al. (2022)**, en su artículo científico sobre Construcción y Materiales de Construcción, Brasil. Tuvo por **objetivo** el investigar el uso de ceniza de hoja de plátano como sustituto del cemento Portland en concretos ecológicos. Por lo cual, su **metodología** también fue experimental, ya que elaboraron probetas de concreto mejorado con ceniza de hoja de plátano a 0%, 5%, 10% y 15% según



el peso del ligante dejándolos a 7, 28 y 90 días de curado, con el fin de analizar las propiedades físicas como sus consistencia, densidad aparente, densidad seca y absorción del agua; asimismo también las propiedades que son mecánicas como es en la resistencia a compresión. En consecuencia, llegaron hacia una **conclusión** que los concretos mejorados con la ceniza de hoja de plátano lograron mejoras hacia las propiedades físicas y mecánicas con la adición de un 10%, llegando a 30MPa a los 28 días de curado; sin embargo, en el 15% de su resistencia a compresión disminuyó. Además, según sus análisis microestructurales consideraron que la ceniza genera una reacción química con el  $\text{Ca(OH)}_2$  que es liberado en el transcurso de la hidratación del cemento ocasionando que se produzca C-S-H adicional que aumentó la resistencia a compresión. De manera que, debido al efecto puzolánico y de relleno, esta ceniza ha desarrollado concretos eco amigables llegando a mejorar su resistencia a compresión con 18% de aumento a los 90 días de curado respecto a los concretos de referencia de 0%. **El aporte principal para nuestro proyecto de investigación es adicionar materiales puzolánicos orgánicos como las cenizas de hoja de plátano al cemento a fin de aumentar sus propiedades mecánicas en el concreto e identificar lo cual mientras aumenta su resistencia a compresión aumenta su tiempo de fraguado.**

***“Propiedades mecánicas y de durabilidad del hormigón por reemplazo parcial del cemento con ceniza de hoja de plátano”***

**Madhu y Eswanth (2019)**, en su artículo científico realizado en el Departamento de Ingeniería Civil, G. Pulla Reddy Engineering College, Kurnool, Andhra Pradesh, India. Tuvo por **objetivo** el determinar la resistencia del concreto para producir un buen material de cementación mediante el uso de ceniza de hojas de plátano. Por lo que su **metodología** fue también experimental, ya que esta ceniza se produjo a partir de un proceso de quemar las hojas secas del plátano. Lo cual, se utilizaron porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% respectivamente. Además, sus propiedades mecánicas y la durabilidad, como su resistencia a la compresión, además de la tracción dividida sin embargo hacia su flexión, se determinaron mediante la fundición de cubos, cilindros y vigas. Por lo que **concluyeron** que su resistencia a compresión del concreto con ceniza de

hojas de plátano ha mejorado al 10% del reemplazo del cemento lo que generó un aumento al 12.82% según los resultados comparados con la mezcla patrón. Esto debido a que la ceniza está compuesta por sílice y alúmina, compuestos esenciales para mejorar las propiedades del concreto, conteniendo un 74.78% que sería la media de los compuestos esenciales puzolánicos según los valores de otras investigaciones.

***“Cenizas de hojas de plátano como puzolanas para concretos y morteros de cemento portland”***

**Bonato et al. (2014)**, en su artículo de investigación sobre construcción y materiales de construcción, Curitiba, Paraná, Brasil. Tuvo como **objetivo** el investigar la adición de estos residuos de ceniza de hoja de plátano sobre morteros. Lo cual su **metodología** también fue experimental porque se ensayaron a porcentajes de 0, 5%, 7.5% y 10% reemplazándolo por el peso del cemento Portland como material puzolánico. Por lo que, los **resultados** que obtuvieron fueron que su resistencia mecánica de un concreto de 20% de ceniza de hoja de plátano obtuvo un valor de 48 MPa a 28 días, mejorando a comparación del concreto patrón. Por lo tanto, **concluyeron** que los concretos mejorados con ceniza de hoja de plátano tuvieron un buen comportamiento en relación a sus parámetros de un estado fresco como mecánico es decir de su estado endurecido, donde la resistencia a compresión del concreto mejorado con el 10% de ceniza obtuvo un 25% superior a la de la muestra patrón.

Asimismo, como antecedentes nacionales tenemos:

***“Comparación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando cenizas de hojas de plátano y vidrio reciclado en pavimentos rígidos”***

Herbas y Vargas (2020), realizaron una tesis en la Universidad César Vallejo, por lo que mantuvo por **objetivo** determinar la influencia del reemplazo del cemento por de 7%, 14% y 21% de ceniza de hoja de plátano y vidrio reciclado con el fin de aumentar las propiedades mecánicas del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> para un pavimento rígido. Por lo que presentaron una **metodología** experimental aplicada y explicativa. Con respecto a sus **resultados**, obtuvieron que su concreto patrón presentó la resistencia a compresión de 234.07 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días

de curado. Además, dichos porcentajes de adición de ceniza fueron de 7%, 14% y 21% obteniendo resistencias de  $f'c$  de 226.87 kg/cm<sup>2</sup>, 246.47 kg/cm<sup>2</sup> y 204.64 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, **concluyeron** que al reemplazar ceniza de hoja de plátano más vidrio reciclado presentan una mejora de las características del concreto. **El aporte de nuestra investigación es ver cómo influye las cenizas de hojas de plátano sobre tiempo de fraguado, resistencia a la compresión y actividad puzolánica de un concreto ya que en esta investigación han demostrado que tiene un buen comportamiento mejorando sus propiedades del concreto convencional usando las cenizas de hojas de plátano.**

***“Adición de ceniza de tarwi en la producción de concreto con  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>”***

**Quispe (2019)**, en su tesis realizada en la Universidad Peruana Unión, presentó como objetivo el estimar su influencia de la adición de ceniza de residuo de tarwi sobre su propiedad de trabajabilidad, donde su resistencia a la compresión del concreto  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo cual aplicó una metodología experimental y cuantitativa, modificando al concreto con 5%, 10% y 15%. Dentro de su investigación realizó el ensayo de tiempo de fraguado según la norma ASTM C191. Por lo que como resultados se obtuvo que al adicionar 10% de ceniza de tarwin presenta una mayor influencia en su tiempo de fraguado ya que presentó disminución del 43.67% en esta propiedad. **El aporte que brinda a la investigación es que las propiedades físicas, como el tiempo de fraguado, presenta una influencia por parte de la adición de la ceniza puzolánica a causa de los compuestos presentes.**

***“Efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades mecánicas del concreto y físicas del mortero Huancayo 2021”.***

Girón, Mancha y Romero (2021), realizado en la Universidad Continental. La metodología utilizada para lograr sustituirlo del cemento por ceniza de hoja de eucalipto en diferentes cantidades que fueron 5%, 10% y 15%. Por lo que se elaboraron probetas a 0% y las modificadas en relación a un concreto de  $f'c$  = 210 kg/cm<sup>2</sup> de tiempo de curado de 7, 14 y 28 días. Lo cual, se ensayaron para

identificar sus propiedades físicas y mecánicas del mortero. Esta investigación fue experimental y aplicada. De los cuales los resultados obtenidos fueron que su resistencia a compresión de un mortero con 15% de ceniza supera los datos de la muestra patrón, y lo mismo sucede con los ensayos de fluidez y contenido de aire. Por lo tanto, concluyeron que al adicionar esta ceniza tuvo significativamente resultado negativos en los ensayos de tiempo de fraguado, ya que al sustituir con 5% de cemento este aumenta en 7.7% en comparación con la patrón.

Por otra parte, consideramos los siguientes antecedentes locales:

***“Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto”***

Pastor (2017), en su tesis realizada en la Universidad César Vallejo, sostiene por objetivo el determinar cómo afecta el porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar encima de sus propiedades mecánicas (compresión) del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La cual consistió en reemplazar parcialmente el cemento por este tipo de ceniza, de los cuales los resultados obtenidos de sus probetas experimentales relacionadas al día de curado, de 7 días obtuvieron 144.25 kg/cm<sup>2</sup> para las muestras patrón, y para las muestras con 20% alcanzaron los 140 kg/cm<sup>2</sup>, donde las de 40 % de ceniza alcanzaron una resistencia que es 117.75 kg/cm<sup>2</sup>. Por otra parte, a un curado de 28 días presentaron resistencias bajas, como fue para la muestra patrón de 212.75 kg/cm<sup>2</sup>, para las de 20% con un 162 kg/cm<sup>2</sup> y para las de 40% con un promedio de 162.5 kg/cm<sup>2</sup>. Lo cual, deduce en lo cual la ceniza de bagazo de caña de azúcar parece ser un uso parcial entre 20%, y 40%, reduciendo así considerablemente sus propiedades en el concreto. **El aporte que brinda este antecedente es que, ante un rango máximo de porcentaje de ceniza, empezará aminorando su resistencia a compresión.**

***“Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021”***

Bautista (2021), en su tesis realizada de la Universidad César Vallejo, sostiene por **objetivo** el determinar su resistencia a compresión para el concreto

mejorado con ceniza de cascarilla de arroz. Lo cual, sustituyó cantidad de cemento por cantidad de ceniza (5%, 10% y 15%), por lo que comparó los resultados obtenidos de la muestra patrón y las adicionadas. Como **resultados** obtuvieron que las probetas de concreto ensayadas a 7, 14 y 28 días alcanzaron resistencia de 222.90 kg/cm<sup>2</sup> en su prueba patrón, siendo de 5 %, 10% y 15% obtuvieron sus valores de 220.86 kg/cm<sup>2</sup>, 217.10 kg/cm<sup>2</sup> además 212.44 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que **concluyó** que presenta una proximidad o superación a mayor edad de curado. Por lo que, **el aporte que brinda a la investigación es identificar qué tanto afecta la ceniza de hoja de planta de plátano a tiempos de curado de 14 y 28 días, ya que según la teoría esta alcanza su mayor resistencia a los 60 días.**

Teniendo en cuenta los antecedentes se presenta el siguiente marco teórico que complementaría la presente investigación:

**El concreto** es un material compuesto que también se le conoce como hormigón, el cual se constituye de agregados finos y gruesos (componentes pétreos) como la arena y la piedra triturada y de la pasta que se conforma del cemento y el agua. Por lo que al presentar cemento y posteriormente adicionar agua, esto genera una reacción exotérmica que brinda fluidez en la mezcla y endurecimiento a un determinado tiempo. (Hernández y Rodas, 2018)

Por otra parte, en un concreto común, se utiliza al cemento y el agua como medio aglomerante, pero ciertas investigaciones han identificado que se le puede adicionar contenidos puzolánicos y/o aditivos para mejorar sus (NTP 339.047, 2014)

Existen diversos **tipos de concreto** como son:

**Concreto simple**, que consta de agregados pétreos, que son arena y piedra, cemento portland y agua. Por lo que, se debe considerar una dosificación ya que los agregados gruesos deben estar recubiertos de esta pasta de cemento mientras la arena rellena vacíos y al mismo tiempo recubrirse de la pasta. (Acevedo, 2013)

**Concreto armado**, el cual consiste de un concreto simple, donde mejora su resistencia a la flexión añadiendo un refuerzo de acero, ya que se diseña para

que en conjunto trabajen ambos materiales para mejorar sus propiedades de tracción y compresión (Acevedo, 2013).

**Concreto prefabricado** se considera a aquel concreto elaborado antes y en otra ubicación donde se colocará como estructura. (Acevedo, 2013)

**Concreto ciclópeo**, se considera al concreto simple pero su única diferencia es en el predominante tamaño de los agregados gruesos como grandes piedras o bloques, pero no cuenta con un refuerzo de acero. (Acevedo, 2013)

**Concreto de cascote**, de igual manera es un concreto simple, pero se adiciona agregado fino de cascote de ladrillo. (Acevedo, 2013)

**Concreto premezclado**, considerado a aquella mezcla de concreto que se elabora en fábrica y que es transportada por un camión mezclador hacia la obra que se ha solicitado. NTP 339.114:2012. (Acevedo, 2013)

**Concreto bombeado**, es aquella mezcla de concreto que se impulsa por un equipo de bombeo hacia una ubicación en específico. (Acevedo, 2013)

Asimismo, es importante tener en cuenta que el concreto esté compuesto por:

**Cemento:** Material donde alcanza la pulverización del Clinker, donde incluye, sílice, alúmina, óxido de calcio, óxido de hierro y otros compuestos, donde al adicionarle agua causa una mezcla conglomerante donde posteriormente se endurece. Dentro de los cementos, se excluye a las cales hidráulicas, aéreas como también a los yesos. (Duran, 2016)

El cemento tiene como principal propiedad el de formar masas pétreas y durables más aún al mezclarse con los áridos y el agua. Por lo que sus componentes anteriormente mencionados se encuentran entre un 95% a 97% de la composición, además de presentar en menos cantidades a otros tipos de óxidos (Hernández y Rodas, 2018).

Los compuestos químicos del cemento Portland, se presentan en la etapa de calcinación del Clinker, generando compuestos ácidos que presenta el cemento, como es silicato, aluminato, alumiferrito y cal libre.

Asimismo, consideramos los siguientes conceptos:

**Agregados finos:** Provenientes de la disminución del tamaño de partículas de suelo, los cuales deben pasar el tamiz de 3/8", cumpliendo con los criterios de la Normativa NTP 400.037, la **Arena** que se obtiene de disminuir el tamaño natural de las rocas. (NTP 400.037).

**Agregado Grueso:** Agregado con un mayor tamaño, siendo retenido en el tamiz N°4, que también puede obtenerse al descomponerse de las rocas cumpliendo con sus criterios de la NTP 400.037. Por lo que, la grava es considerada como un agregado grueso al ser obtenido de una desintegración de los materiales pétreos. (NTP 400.037)

**El agua:** Material que se aplica al cemento para generar su reacción de hidratación y para que posteriormente se endurezca, por lo que se debe considerar que debe ser potable y sin ningún contaminante para seguir con los criterios de la Norma NTP 339.088.

Por lo tanto, el concreto cuenta con las siguientes **propiedades** físicas, químicas y mecánicas donde son determinadas por su composición y elaboración lo que brindaría mayor durabilidad a factores externos que se encontrarán sometidos.

Asimismo, se presenta una reacción entre los compuestos del cemento (Sílice y alúmina) lo cual genera la formación de hidrato de silicato de calcio (CSH) e hidrato de aluminato de calcio (CAH13), que contribuyen a la formación de mezclas de alta resistencia y baja permeabilidad. (Hernández y Rodas, 2018)

Las **propiedades físicas** como:

- **Trabajabilidad:** Se define como la dificultad en el mezclado y transporte del concreto, por lo que se influye según su contacto de agua y cemento que depende de su diseño de mezcla considerado, así como las proporciones de agregados presentes. En este caso, el ensayo que determina la propiedad donde el asentamiento (Slump) utilizando el cono de Abrams. (Alvarado, 2016)
- **Consistencia:** Es una propiedad donde identifica la humedad del concreto según su estado de fluidez, por lo que mientras más cantidad de agua contenga eso quiere decir que el concreto fluirá con mayor facilidad. (Alvarado, 2016)

- **Segregación:** Relacionado con la separación por falta de cohesión de los agregados del concreto, lo cual se podría presentar en las siguientes formas:
  - Desunión entre agregados gruesos y finos: generado por la gravedad lo que ocasiona que desciendan los agregados, lo que generaría vacíos al momento de endurecerse.
  - Desunión entre la pasta y los agregados: Al presentar un elevado contenido de humedad en la mezcla. (Coyasamin, 2016)
- **Exudación:** Propiedad relacionada con la porción de agua presente para la mezcla, la cual produce una división en su masa al presentar exceso de agua. Esta característica es inevitable en el concreto cuando se está fraguando, por lo que esto generaría patologías en el estado endurecido del concreto. Es por ello, que se realizan las pruebas estándar que son administradas por la Norma ASTM C-232. (Coyasamin, 2016)

Presenta también **propiedades mecánicas** como son:

- **Resistencia a la compresión.** Representa la fuerza máxima donde el concreto puede comprimir antes de su ruptura. La mayor resistencia es la fuerza de compresión, diez veces superior a la fuerza de tracción (flexión y tracción indirecta), calculada a los 7 y 28 días después de la puesta en servicio, siendo esta última la resistencia considerada en el cálculo de la estructura” (Hernández y Rodas, 2018).

Otro concepto importante para la comprensión de esta investigación es **la puzolana**, material aplicado desde hace mucho tiempo. Por lo que la norma ASTM C 618 considera a este material como compuesto silicio y luminiscente que tiene poco o ningún valor cementoso en sí mismo, pero que genera reacción química más el hidróxido de calcio de forma dispersa (molida) y en presencia de humedad a temperatura ambiente, formando que no lo hacen. tienen propiedades cementosas. (Coyasamin, 2016)

Asimismo, este material natural que es la ceniza también presenta silicio y aluminio. Por lo cual, los diferentes tipos de puzolana pueden ser aquellas obtenidas de materiales orgánicos o subproductos industriales, pero se diferenciarán de su contenido de óxido de calcio u otros compuestos presentes en su estructura. (AMBROCIO, 2015).



Por otro lado, **la actividad puzolánica** se describe como el grado de reacción a lo largo del tiempo entre una puzolana y  $\text{Ca}^{2+}$  o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en presencia de agua (Gutiérrez, 1989). La fuerza impulsora subyacente a la actividad puzolánica es la diferencia en la energía libre de Gibbs entre la etapa inicial y final de la reacción, mientras que la reacción cinética está gobernada por la barrera de energía de activación que tiene que superarse para continuar en la reacción (Felipe et al. 2001).

Stulz y Mukerji (1993) añaden que hay 2 tipos de puzolanas: las artificiales y las volantes. La ceniza volcánica natural es esencialmente la ceniza de la actividad volcánica actual geológicamente. Las puzolanas son artificiales más con el resultado siendo diferentes su desarrollo industrial y agrícola más en su mayoría son sub productos. Es decir, son artificiales más relevantes, que es la arcilla cocida, la ceniza de combustible en polvo (pfa), la escoria de alto horno granulada molida (ggbfs) más la ceniza de cascarilla de arroz. (RHA).

Los autores mencionados además dicen que se puede suplir la proporción de cemento por puzolanas en un 15 - 40% sin minimizar de manera significativa su resistencia.

Asimismo, las cenizas son los resultados de un proceso de combustión a altas temperaturas de un material orgánico, cambiando su composición original por ello las materias primas, siendo del ámbito en la construcción, pueden utilizarse como complementos o reemplazos de los materiales cementicios (Herbas Chircca, 2022).

Por otra parte, las cenizas de hoja de planta de plátano son obtenidas de la quema de resto de este tipo de vegetal, lo cual las hojas se presentan en estado de marchitación (secas), los cuales no son alterados por ninguna actividad industrial – química manteniendo sus propiedades iniciales como ceniza. Por ello, las cenizas se aplican como materiales cementosos puzolánicos que pueden complementar al cemento para mejorar sus propiedades (Herbas Chircca, 2020).

## **Marco conceptual** (Alvarado, 2016)

- **Cemento:** conglomerado obtenido al calcinar materia caliza y arcilla, que ante el contacto con el agua se genera una reacción exotérmica presentando una propiedad de endurecimiento.
- **Fraguado:** Considerado como la velocidad en que se endurece el concreto después de su estado de mezcla bajo ciertas y determinadas condiciones de tiempo y temperatura.
- **Mortero:** mezcla entre agregado fino (arena), cemento y agua, que posiblemente cuente con aditivos u otro material inorgánico. Por lo que su utilización es en el asentamiento de elementos estructurales o enlucido.
- **Resistencia a compresión:** Siendo un esfuerzo máximo permitido y donde resiste, determinadamente el material sometido a una fuerza de carga de aplastamiento. Por lo cual, esta propiedad se puede medir mediante una carga máxima aplicada donde se aplica en el área transversal de una probeta de ensayo a compresión.
- **Segregación:** Falta de cohesión entre los agregados del concreto, lo cual genera una separación y una deficiente distribución heterogénea.

## **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de Investigación**

La presente investigación según el propósito será de tipo **aplicada**, ya que se busca dar una solución a un problema el cual afecta a uno o un grupo existente relativo al método experimental. (Hernández, y otros, 2014)

#### **3.1.2. Diseño de Investigación**

El diseño será de tipo **experimental puro**, en vista de que cumple con los criterios principales como son aleatoriedad, control local y repetición, realizando así un control de los factores que ayudan a verificar la validez interna y externa; lo que quiere decir, es que se considerará muestras iguales las cuáles serán las muestras patrón y las que tendrán los diferentes porcentajes los cuales serían 10%, 20%, 30% y 40% de ceniza de hoja de plátano. (Hernández, y otros, 2014)

## 3.2. Variables y operacionalización

### 3.2.1. Variables

Nuestras variables se caracterizan por ser observables y medibles, además que se presentan en cantidades y cualidades que dependerá del nivel de investigación que se aplique en la investigación (Herbas y Vargas, 2020),

En nuestra investigación consideramos como **variable independiente** a la ceniza de hoja de planta de plátano, y como variables **dependientes** tendremos a las características físicas de concreto que sería su tiempo de fraguado y a las características mecánicas que sería su resistencia a la compresión.

**Tabla 1.** Niveles de estudio de las variables

<i><b>Variables independientes</b></i>	<i><b>Niveles de estudio</b></i>
Ceniza de hoja de planta de plátano	a1: 5%
	a2: 10%
	a3: 15%
	a4: 20%
<i><b>Variables dependientes</b></i>	
Resistencia a compresión a 14 y 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	
Tiempo de fraguado (min)	

Fuente: elaboración propia

### 3.2.2. Matriz de operacionalización de variable

El cuadro de operacionalización está en anexos 4.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

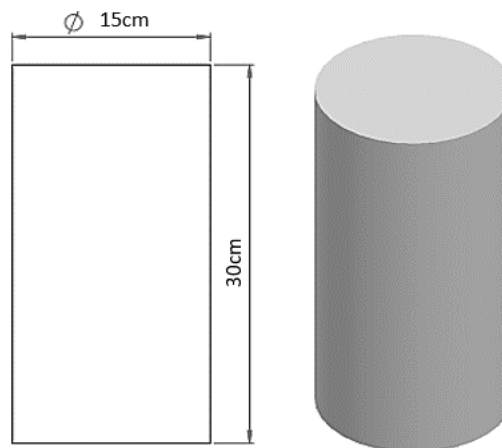
#### 3.3.1. Población

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

- **Criterios de inclusión:** los testigos cómo fueron las probetas para realizar los ensayos se consideraron si solo sí, al no presentar deficiencias para el ensayo en su estado endurecido, ya sea presencia de grietas, corte, u otras patologías.
- **Criterios de exclusión:** por otro lado, las probetas serán descartadas cuando presenten condiciones como grietas, cortes, etc.

#### 3.3.2. Muestra

Las muestras fueron 30 probetas que son cilíndricas de 15 x 30 cm y 5 muestras de pasta de cemento, ambas con porcentaje de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de hoja de planta de plátano a fin de que el ensayo de resistencia a la compresión y tiempo de fraguado.



**Figura 1.** Representación gráfica de las probetas de concreto

Fuente: Elaboración propia

#### 3.3.3. Muestreo

La técnica de muestreo que se utilizará es no probabilística debido a que el tamaño de la muestra se seleccionará sobre los conocimientos, juicios profesionales e investigaciones realizadas. Por ello, se necesitó de la norma ASTM C39 para ensayar a compresión, ASTM C191 para el ensayo de tiempo de fraguado y ASTM C311 para el ensayo de actividad puzolánica.

### 3.3.4. Unidad de análisis

- **ENSAYO EN ESTADO FRESCO**

Para las muestras de este ensayo, se considerará 5 muestras por cada porcentaje de ceniza de hoja de planta de plátano.

**Tabla 2.** *Número de muestra para el ensayo de tiempo de fraguado*

Tipo de ensayo	Porcentaje de ceniza de hoja de planta de plátano.	Tiempo de fraguado		Total, de muestras
		1 día		
Tiempo de fraguado	0%	1		1
	5%	1		1
	10%	1		1
	15%	1		1
	20%	1		1
Total		5		5

Fuente: Elaboración propia

- **ENSAYO EN ESTADO ENDURECIDO**

Para este ensayo se consideró las siguientes muestras:

**Tabla 3.** *Cantidad de probetas de concreto para ensayo a compresión*

Tipo de ensayo	Porcentaje de ceniza de hoja de planta de plátano.	Tiempo de curado		Total, de muestras
		14 días	28 días	
Resistencia a la compresión	0%	3	3	6
	5%	3	3	6
	10%	3	3	6
	15%	3	3	6
	20%	3	3	6
Total		15	15	30

Fuente: Elaboración propia

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnicas de recolección de datos**

Se utilizó la observación directa y experimental como técnicas para esta investigación, debido a que se realizaron ensayos de laboratorio, donde nos permitió estar en contacto con las unidades de estudio.

#### **3.4.2. Instrumento de recolección de datos**

Se utilizaron como instrumentos a la guía de observación donde se registraron los resultados de los ensayos realizados en la muestra patrón y mejoradas mediante equipos aptos para la investigación, así como softwares para el procesamiento de los datos, referencias bibliográficas, manuales y normativas de ensayos vigentes.

#### **3.4.3. Validez**

Para la presente investigación, la validez se estableció partiendo de los datos alcanzados en el laboratorio aplicando normativas más manuales vigentes que nos respaldan, los cuales serán puestos en formatos estandarizados y respaldados por normativas vigentes según los ensayos como la NTP, ASTM, ACI.

#### **3.4.4. Confiabilidad**

Será verificado por el jefe de un laboratorio mediante un certificado técnico para determinar los ensayos necesarios para la investigación.

### **3.5. Procedimiento**

El diagrama del procedimiento experimental se encuentra en Anexo 2.

- **Materiales**

Se escogieron los materiales teniendo en cuenta el tipo de cemento que será el Cemento Portland Pacasmayo Tipo I, donde los agregados (grueso y fino) traídos de cantera El Milagro y la hoja de planta de plátano la cual será obtenida de un fundo en Tumbes, la cual fue calcina en dicho lugar para poder obtener la ceniza.

- **Ensayo de Mecánica de suelo de los agregados**

**Ensayo de granulometría (ASTM C136, NTP 400.012)**

Este ensayo se realizó para clasificar los agregados de la muestra a partir del uso de tamices, para ello se tomó 2000g de gravilla y 1000g de arena. Las aberturas de los tamices para agregado grueso fueron 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8 y fondo; y para los agregados fino fueron 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y el fondo (bandeja ciega), los cuales fueron pesados previamente. Después, se tapó la torre de tamices y se agitó manualmente por 5 minutos, posteriormente se pesaron los tamices con muestra retenida.

Para el cálculo del porcentaje retenido se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%W_{\text{retenido}} = \frac{W_{\text{retenido}}}{W_{\text{total}}} * 100$$

Para el porcentaje acumulado se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%W_{\text{acumulado}} = \%W_{\text{retenido}}(n - 1) + \%W_{\text{retenido}}(n)$$

Por último, para el porcentaje que pasa se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$\%W_{\text{que pasa}} = 100 - \%W_{\text{acumulado}}$$

**Contenido de humedad (ASTM C566 y NTP 339.127)**

En este ensayo, se empezó pesando los recipientes metálicos por cada tipo de agregado, para después colocar las muestras. Después, se le quitó la humedad colocándolas en el horno a 110°C ± 5°C durante 24 horas.

Por lo que, se utilizaron las siguientes ecuaciones para calcular su contenido de humedad:

$$W (\%) = \frac{W1 - W2}{W2 - Wc} * 100$$

$$W (\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

### **Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128 y NTP 400.022)**

El procedimiento consistió en remojar la muestra en agua durante 24 horas, y posteriormente decantar cuidadosamente sobre una bandeja para que seque en una estufa eléctrica.

Luego, se colocó la muestra en un cono metálico llenándolo por 3 capas compactando con 25 golpes con el pisón, para después retirar el cono. Posteriormente se agrega esa muestra en una fiola previamente pesada y se llenó con agua hasta el punto que indica. En una superficie plana se rodó por 1 minuto la fiola para eliminar el contenido de aire que tenía adentro.

Después, se retira el material que está dentro de la fiola y se colocó al horno a una temperatura de 100°C para obtener su peso seco. Por lo cual, para el análisis de datos, se consideraron las siguientes ecuaciones:

Peso específico de masa:

$$P_{em} = \frac{A}{B + S - C}$$

Peso específico de la masa saturada:

$$P_{emsss} = \frac{S}{B - S - C}$$

Peso específico aparente:

$$P_{ea} = \frac{A}{B + A - C}$$

Absorción:

$$Abs. (\%) = \frac{S - A}{A} * 100$$



### **Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C127 y NTP 400.021)**

En este ensayo primero pusimos en remojo la muestra de agregado grueso durante 24 horas, con el fin de eliminar el polvo y después se colocó al horno a temperatura de entre los 100 y 110 °C. Lo cual, los resultados permitieron medir el peso de la muestra saturada.

Luego, esta muestra se coloca en una canastilla para determinar su peso en agua, para después de nuevo secarlo a una temperatura de 100 °C ± 5°C. Por lo tanto, se utilizaron las siguientes ecuaciones para determinar estas propiedades:

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{B - C}$$

$$\% \text{Absorción} = \frac{B - A}{A} * 100$$

### **Peso unitario suelto seco – PUSS (ASTM C29 y NTP 400.017)**

Para el PUSS se consideró la muestra en kilogramos tanto del agregado fino como grueso, los cuales se colocaron en una bandeja para secarlo al horno a 110 °C ± 5°C durante unas 24 horas.

Después, calculamos el volumen del envase, midiendo la temperatura del agua y su densidad, lo cual vertimos el agua en el recipiente y medimos el peso para recién utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen del recipiente} = \frac{\text{Peso del agua en el recipiente}}{\text{Factor del agua a temperatura ambiente}}$$

Para ello, se puede utilizar la tabla de densidad del agua que nos presenta la norma ASTM C29:

**Tabla 4.** Densidad del agua a diferentes temperaturas

Temperatura		kg/m3	lb/p3
C	F		
15.6	60.0	999.01	62.366
18.3	65.0	998.54	62.336
21.1	70.0	997.97	62.301
23.0	73.4	997.54	62.274
23.9	75.0	997.32	62.261
26.7	80.0	996.59	62.216
29.4	85.0	995.83	62.166

Fuente: Norma ASTM C29

Finalmente, se utilizó la siguiente fórmula para el PUSS:

$$PUSS = \frac{G_s - T}{V}$$

#### **Peso unitario compacto seco – PUSC (ASTM C29 y NTP 400.017)**

Los mismos pasos del PUSS se realiza en esta parte, solo que se diferencian en que se vierte en 3 capa que fueron compactaron por 25 veces y 15 golpes alrededor del recipiente, utilizando una varilla metálica y un martillo de goma para distribuirlo por todo el recipiente.

Y la fórmula utilizada es la misma que la anterior.

- **Diseño de mezcla (ACI 211)**

A partir del método de diseño de mezcla ACI 211, para elaborar un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, como se requirió de los resultados de los ensayos iniciales que se les hicieron a los agregados que se utilizaron para elaborar el concreto, para después calcular la dosificación necesaria corregida por los datos de absorción y humedad.

- **Elaboración de probetas de concreto (ASTM C31)**

Se elaboraron 5 probetas de concreto por la patrón y cada cantidad de ceniza de hoja de planta de plátano, de las cuales fueron ensayadas a 14 y 28 días de curado.

Se utilizaron materiales como desencofrante, bolsas y la mezcla de concreto que varió. Asimismo, se utilizaron moldes de 15 x 30cm de altura, martillo de goma, espátula y badilejo.

El procedimiento empezó realizando la mezcla de concreto, para después verter en moldes a 3 capas de 10 cm de espesor para después con una varilla realizar 25 chuceadas y 15 golpes usando el martillo de goma para asentar adecuadamente la mezcla y quitar vacíos. Todo ello según la normativa ASTM C31. Posterior, se dejó secar en un ambiente adecuado, y se desencofraron para continuar con la etapa de curado.

- **Ensayos del concreto en estado fresco**

**Tiempo de fraguado del concreto (ASTM C191)**

Para este ensayo se elaboraron mezclas de cemento, ceniza y agua. El procedimiento es colocar en el recipiente del equipo de la Aguja de Vicat una cantidad de la pasta creada con una determinada cantidad de agua, para después colocar en la parte superior la aguja que la función que hará es penetrar a la mezcla por su propio peso durante 30 segundos. Por lo cual, primero se realiza una lectura a los 30 minutos, y después se miden a 3 rango de 15 minutos para conseguir la penetración inicial que debe ser igual o menor a 25mm.

- **Ensayos del concreto en estado endurecido**

**Resistencia a compresión de las probetas de concreto (ASTM C39 y NTP339.034)**

Después de pasar el tiempo de curado respectivo de cada probeta, se ensayaron las probetas de 15X30 cm, las cuales fueron 3 muestras por cada

porcentaje de ceniza, a dos tiempos de curados. Lo cual después se realizó un promedio para identificar el resultado de la resistencia a compresión.

Con respecto al ensayo, se midieron los diámetros de las probetas y se posicionaron en la máquina de ensayos universales, colocándolos alineados al centro del equipo de compresión, posteriormente se coloca una carga a una velocidad constante de 2.4 kN/s hasta que ocurra la máxima carga, la misma que la máquina nos avisará.

Por último, se recolecta los datos de resistencia de cada probeta, donde la resistencia se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{F}{A}$$

- **Análisis estadísticos de los resultados**

Los datos obtenidos de los ensayos de tiempo de fraguado y resistencia a compresión fueron analizados mediante la aplicación de estadística inferencial para poder identificar su validez y comprobar nuestra hipótesis. Por lo cual, este análisis estadístico se realizó mediante las pruebas de normalidad (Método de Anderson Darling) y análisis de varianza (ANOVA), utilizando el software Minitab 19.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se necesitó del Excel para realizar una base de datos, para registrar los datos de los ensayos realizados a los agregados, así como el diseño de mezcla, y los resultados de los ensayos de resistencia a compresión y tiempo de fraguado. A su vez, se utilizó el análisis de varianza ANOVA, que permite determinar la significancia de los niveles ensayados y así determinar la influencia de la ceniza en el concreto.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se consideraron legítimos nuestros resultados y a su vez confiables, ya que se obtuvieron siguiendo las normativas y manuales vigentes de cada ensayo realizado como son el método ACI, las normativas ASTM y NTP. Por lo que, respetamos los procedimientos y criterios que cada normativa nos exige, teniendo concordancia con la realidad y sin ser manipulados por el investigador y con originalidad.

#### IV. RESULTADOS

Para nuestra investigación, se realizaron los ensayos de caracterización de los agregados que fueron extraídos de la cantera El Milagro, ubicado en el distrito de Huanchaco, en el Departamento de La Libertad.

##### 4.1. Estudio de mecánica de suelos

##### 4.1.1. Análisis granulométrico del agregado grueso y fino

###### Granulometría del agregado grueso

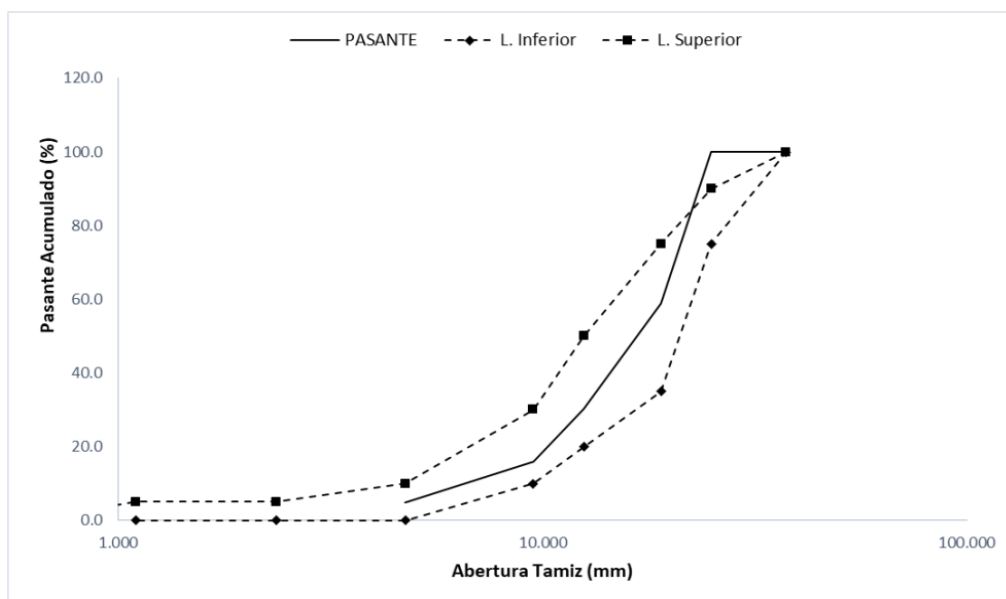
Se ensayaron 2000 gr de muestra de agregado grueso, lo cual su distribución se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 5.** *Granulometría del agregado grueso*

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	% Pasante
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.00	824.60	41.23	41.2	58.8
1/2"	12.50	568.11	28.41	69.6	30.4
3/8"	9.50	288.50	14.43	84.1	15.9
N°4	4.75	219.88	10.99	95.1	4.9
N°8	2.36	98.91	4.95	100.0	0.0
N°16	1.10	0.00	0.00	100.0	0.0
N°30	0.60	0.00	0.00	100.0	0.0
N°50	0.297	0.00	0.00	100.0	0.0
N°100	0.149	0.00	0.00	100.0	0.0
N°200	0.075	0.00	0.00	100.0	0.0
Fondo	Menos de 0.075	0.00	0.00	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		2000.00	100		

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, se obtuvo a partir de la curva granulométrica como módulo de fineza de 8.06, un tamaño máximo nominal de 3/4", lo cual cumple con los porcentajes establecidos por la norma NTP 400.012.



**Figura 2.** Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

### Granulometría del agregado fino

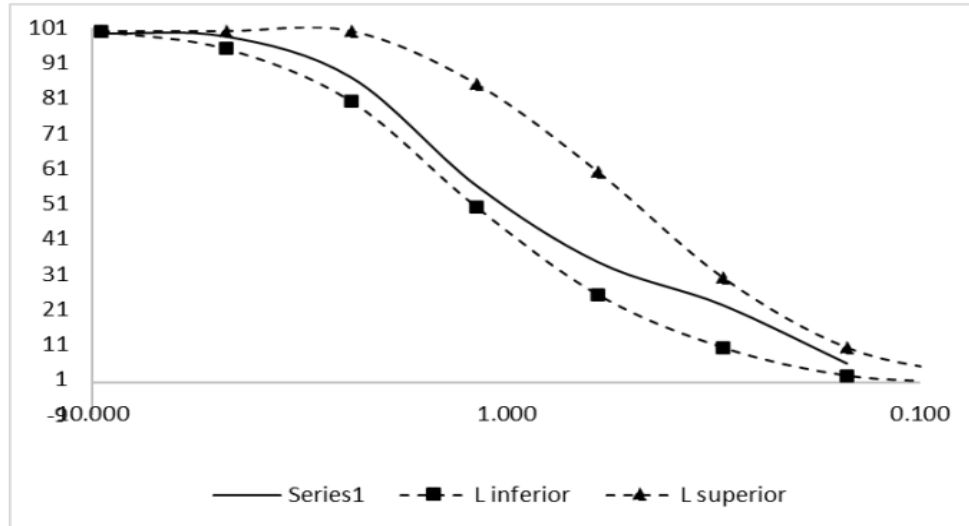
Asimismo, se realizó el tamizado para el agregado fino con 1000 g de muestra:

**Tabla 6.** Granulometría del agregado fino

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	% Pasante
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.00	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.0	100.0
3/8"	9.50	5.19	1.00	1.0	99.0
N°4	4.75	8.58	1.00	1.0	99.0
N°8	2.36	116.85	12.00	13.0	87.0
N°16	1.10	306.52	31.00	44.0	56.0
N°30	0.60	217.85	22.00	65.0	35.0
N°50	0.297	122.18	12.00	78.0	22.0
N°100	0.149	166.57	17.00	94.0	6.0
N°200	0.075	6.06	1.00	94.0	6.0
Fondo	Menos de 0.075	62.32	6.00	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		2000.00	1000.00	100	

Fuente: Elaboración propia

En relación a los resultados, se consiguió un módulo de fineza de 2.96, lo cual se presenta en la curva granulométrica del agregado fino.



**Figura 3.** Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. Contenido de humedad

##### Contenido de Humedad del agregado grueso

Para este ensayo, calculamos el promedio del porcentaje de humedad, teniendo como resultado:

**Tabla 7.** Contenido de humedad del agregado grueso

Descripción	Muestra N°1	Muestra N°2	Muestra N°3
Peso de la tara (g)	71.49	72.15	71.72
Peso de la muestra seca + tara (g)	195.52	205.25	199.78
Peso de la muestra natural (g)	131.45	141.42	136.42
Contenido de humedad (%)	6.0	6.3	6.5
<b>Promedio (%)</b>		6.3	

Fuente: Elaboración propia



Para el agregado grueso obtuvimos un contenido de humedad de 6.3% para el agregado grueso.

### **Contenido de Humedad del agregado fino**

Por otra parte, para el agregado fino se presentaron los siguientes datos:

**Tabla 8.** *Contenido de humedad del agregado fino*

<b>Descripción</b>	<b>Muestra N°1</b>	<b>Muestra N°2</b>	<b>Muestra N°3</b>
Peso de la tara (g)	72.45	72.15	71.72
Peso de la muestra seca + tara (g)	213.52	213.46	212.58
Peso de la muestra natural (g)	143.17	143.58	142.03
Contenido de humedad (%)	1.5	1.3	1.5
<b>Promedio (%)</b>		1.4	

Fuente: Elaboración propia

Para el agregado fino, se obtuvo un contenido de humedad de 1.4%.

#### **4.1.3. Pesos específicos y absorción**

##### **Peso específico y absorción del agregado grueso**

Para ello se seleccionó la muestra por el método del cuarteo para después pesas 450g. La cual estuvo previamente lavada, para luego depositarla en la canastilla metálica y sumergirla en agua para determinar el peso de muestra saturada. Por último, se le quitó su humedad colocándolo a 24 horas en el horno a 100 °C.

**Tabla 9.** *Peso específico del agregado grueso*

Descripción	Muestras		
	M-1	M-2	M-3
B = Peso de la muestra SSS (g)	426.74	427.18	427.51
C = Peso de la muestra SSS en el agua (g)	258.35	262.69	259.85
A = Peso de la muestra secada en el horno (g)	423.76	413.62	421.47
Peso específico de masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2534.24	2597.00	2549.86
Peso específico aparente (kg/m <sup>3</sup> )	4253.37	5045.74	4436.26
Peso específico de masa (kg/m <sup>3</sup> )	2517	2515	2514
Promedio (kg/m <sup>3</sup> )		2515	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.** *Absorción del agregado grueso*

Descripción	Muestras		
	M-1	M-2	M-3
B = Peso de la muestra SSS (g)	426.74	427.18	427.51
A = Peso de la muestra secada en el horno (g)	423.76	413.62	421.47
Porcentaje de absorción (%)	0.7	3.3	1.4
Promedio (%)		1.8	

Fuente: Elaboración propia

Como peso específico del agregado grueso se obtuvo 2515 kg/m<sup>3</sup> y una absorción de 1.8%.

### **Peso específico y absorción del agregado fino**

Se empezó seleccionando por cuarte a la muestra, la cual se secó a 100 – 110 °C, para después colocarlo en una fiola y se aplicó baño maría a 21 o 25 °C por una hora. Posteriormente, se vertió en una bandeja para luego colocarlo en el horno por 24 horas para pesar esa muestra seca.

**Tabla 11.** *Peso específico del agregado fino*

<b>Descripción</b>	<b>Muestras</b>		
	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>
B = Peso de la fiola + agua (g)	658.91	657.42	658.24
C = Peso de la fiola + Peso de muestra SSS + Agua (g)	951.45	949.51	951.68
A = Peso de la muestra secada al horno (g)	431.25	432.11	427.30
S = Peso de la muestra SSS (g)	452.66	452.34	448.19
Peso específico de masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2827	2823	2896
Peso específico aparente (kg/m <sup>3</sup> )	3109	3086	3192
Peso específico de masa (kg/m <sup>3</sup> )	2693	2696	2761
Promedio (kg/m <sup>3</sup> )		2717	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.** *Absorción del agregado fino*

Descripción	Muestras		
	M-1	M-2	M-3
B = Peso de la muestra SSS (g)	452.66	452.34	448.19
A = Peso de la muestra secada en el horno (g)	431.25	432.11	427.30
Porcentaje de absorción (%)	5.0	4.7	4.9
Promedio (%)	4.8		

Fuente: Elaboración propia

Como peso específico del agregado fino se obtuvo 2717 kg/m<sup>3</sup> y una absorción de 4.8%.

#### 4.1.4. Pesos unitarios

##### Pesos Unitarios del Agregado grueso

Para este ensayo se tuvieron que pesar los moldes donde se colocaron las muestras de agregado grueso, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.** *Peso unitario suelto seco del agregado grueso*

Descripción	Muestras		
	M-1	M-2	M-3
Peso del molde	1.2	1.2	1.2
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.01060	0.01060	0.01060
Peso del molde + muestra	17.751	17.869	17.852
Peso Unitario Suelto (P.U.S.S)	1561	1572	1571
Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1568		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14.** *Peso unitario compacto seco del agregado grueso*

Descripción	Muestras		
	M-1	M-2	M-3
Peso del molde	1.2	1.2	1.2
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.01060	0.01060	0.01060
Peso del molde + muestra	19.625	19.428	19.751
Peso Unitario Suelto seco (P.U.C.S.)	1738	1719	1750
Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1736		

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un PUSS de 1568 kg/m<sup>3</sup> y un PUCS de 1736 kg/m<sup>3</sup> para el agregado grueso.

### **Pesos Unitarios del Agregado fino**

Para este ensayo se tuvieron que pesar los moldes de metal donde se colocaron las muestras de agregado fino que posteriormente se pesaron, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 15.** *Peso unitario suelto seco del agregado fino*

Descripción	Muestras		
	M-1	M-2	M-3
Peso del molde	1.202	1.202	1.202
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.01060	0.01060	0.01060
Peso del molde + muestra	19.584	19.842	19.468
Peso Unitario Suelto (P.U.S.S)	1734	1758	1723
Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1738		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16.** *Peso unitario compacto seco del agregado fino*

Descripción	Muestras		
	M-1	M-2	M-3
Peso del molde	1.202	1.202	1.202
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.01060	0.01060	0.01060
Peso del molde + muestra	20.158	21.426	21.547
Peso Unitario compacto seco (P.U.C.S.)	1788	1907	1919
Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1871		

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un PUSS de 1738 kg/m<sup>3</sup> y un PUCS de 1871 kg/m<sup>3</sup> para el agregado fino.

#### 4.2. Diseño de mezcla

Para los diseños de mezcla de los concretos, tanto patrón como mejorados, fueron realizados siguiendo la norma ACI 211.1, por lo que utilizamos los datos obtenidos de la caracterización de los agregados finos y gruesos. Por lo que, para esta investigación utilizamos el cemento PACASMAYO Tipo I que cuenta con un peso específico de 3.12 g/cm<sup>3</sup>, con una consistencia de 3" a 4" siendo plástica.

Por lo cual, según los cálculos nos salió una relación a/c = 0.68 ya que consideramos que la resistencia del concreto debe ser 210 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual utilizamos 234.5 litros por m<sup>3</sup>. El contenido de aire presente será de 2% por lo cual el contenido de cemento es de 299.7 kg por m<sup>3</sup>.

Por lo cual, para el cálculo del diseño de mezcla se requirió de tablas que se encuentran en el Anexo 6.

**Tabla 17. Características del concreto de diseño**

Tipo de cemento	PACASMAYO TIPO 1
Peso específico del cemento	3.12 g/cm <sup>3</sup>
Peso específico del Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia a compresión del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Consistencia de la mezcla	3" – 4"

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se presentan un resumen de las características de los materiales usados en el diseño de mezcla.

**Tabla 18. Características de los agregados**

Características	Agregado fino	Agregado grueso
Peso unitario suelto seco (PUSS)	1738 kg/m <sup>3</sup>	1568 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compacto (PUCS)	1871 kg/m <sup>3</sup>	1736 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico	2717 kg/m <sup>3</sup>	2515 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de finura	2.96	-
Tamaño máximo nominal	-	3/4"
Porcentaje de absorción (%)	4.8	1.8
Porcentaje de humedad (%)	1.4	6.3

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1. Mezcla Patrón

Siguiendo las recomendaciones de la norma ACI 211.1, se determinó el diseño de mezcla patrón teniendo los siguientes resultados:

**Tabla 19.** *Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm<sup>2</sup> – muestra patrón*

Material	Diseño en seco (kg/m <sup>3</sup> )	Diseño en húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Dosificación	Relación agua/cemento
Cemento	299.7	299.7	0.1	1.00	
Agregado fino	715	725.4	0.3	2.84	
Agregado grueso	1048	1075.3	0.4	4.57	0.68
Agua (Litros)	205	234.5	0.2	1.67	
Ceniza de hoja de plátano (0%)	0	0	0.0	0.00	

Fuente: Elaboración propia

Para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> se presenta una dosificación de 1:2.84:4.57, sin adición de ceniza de hoja de planta de plátano, y con una relación A/C de 0.68.

#### 4.2.2. Mezcla patrón más 5% de ceniza de hoja de planta de plátano

Siguiendo las recomendaciones de la norma ACI 211.1, se determinó el diseño de mezcla adicionando 5% de ceniza de hoja de planta de plátano, obteniendo los siguientes resultados:



**Tabla 20.** *Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm<sup>2</sup> – adición de 5% de ceniza de hoja de planta de plátano.*

Material	Diseño en seco (kg/m <sup>3</sup> )	Diseño en húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Dosificación	Relación agua/cemento
Cemento	299.7	299.7	0.1	1.00	
Agregado fino	715	725.4	0.3	2.84	
Agregado grueso	1048	1075.3	0.4	4.57	0.68
Agua (Litros)	205	234.5	0.2	1.67	
Ceniza de hoja de plátano (5%)	14.98	14.98	-	-	

Fuente: Elaboración propia

Para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> se presenta una dosificación de 1:2.84:4.57, adicionando 14.84 kg por m<sup>3</sup> de ceniza de hoja de planta de plátano, y con una relación A/C de 0.68.

#### **4.2.3. Mezcla patrón más 10% de ceniza de hoja de planta de plátano**

Siguiendo las recomendaciones de la norma ACI 211.1, se determinó el diseño de mezcla adicionando 10% de ceniza de hoja de planta de plátano, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 21.** *Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm<sup>2</sup> – adición de 10% de ceniza de hoja de planta de plátano.*

Material	Diseño en seco (kg/m <sup>3</sup> )	Diseño en húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Dosificación	Relación agua/cemento
Cemento	299.7	299.7	0.1	1.00	
Agregado fino	715	725.4	0.3	2.84	
Agregado grueso	1048	1075.3	0.4	4.57	0.68
Agua (Litros)	205	234.5	0.2	1.67	
Ceniza de hoja de plátano (10%)	29.97	299.97	-	-	

Fuente: Elaboración propia

Para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> se presenta una dosificación de 1:2.84:4.57, adicionando 29.97 kg por m<sup>3</sup> de ceniza de hoja de planta de plátano, y con una relación A/C de 0.68.

#### **4.2.4. Mezcla patrón más 15% de ceniza de hoja de planta de plátano**

Siguiendo las recomendaciones de la norma ACI 211.1, se determinó el diseño de mezcla adicionando 15% de ceniza de hoja de planta de plátano, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 22.** *Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm<sup>2</sup> – adición de 15% de ceniza de hoja de planta de plátano.*

Material	Diseño en seco (kg/m <sup>3</sup> )	Diseño en húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Dosificación	Relación agua/cemento
Cemento	299.7	299.7	0.1	1.00	
Agregado fino	715	725.4	0.3	2.84	
Agregado grueso	1048	1075.3	0.4	4.57	0.68
Agua (Litros)	205	234.5	0.2	1.67	
Ceniza de hoja de plátano (15%)	44.96	44.96	-	-	

Fuente: Elaboración propia

Para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> se presenta una dosificación de 1:2.84:4.57, adicionando 44.96 kg por m<sup>3</sup> de ceniza de hoja de planta de plátano, y con una relación A/C de 0.68.

#### **4.2.5. Mezcla patrón más 20% de ceniza de hoja de planta de plátano**

Según la norma ACI 211.1, se determinó el diseño de mezcla adicionando 20% de ceniza de hoja de planta de plátano, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 23.** *Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm<sup>2</sup> – adición de 20% de ceniza de hoja de planta de plátano.*

Material	Diseño en seco (kg/m <sup>3</sup> )	Diseño en húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Dosificación	Relación agua/cemento
Cemento	299.7	299.7	0.1	1.00	
Agregado fino	715	725.4	0.3	2.84	
Agregado grueso	1048	1075.3	0.4	4.57	0.68
Agua (Litros)	205	234.5	0.2	1.67	
Ceniza de hoja de plátano (20%)	59.94	59.94	-	-	

Fuente: Elaboración propia

Para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> se presenta una dosificación de 1:2.84:4.57, adicionando 59.94 kg por m<sup>3</sup> de ceniza de hoja de planta de plátano, y con una relación A/C de 0.68.

### 4.3. Características físicas

#### 4.3.1. Tiempo de fraguado

Para este ensayo se tomó en cuenta la norma ASTM C191, mediante el uso de la aguja de Vicat, equipo que aplicó una penetración a la pasta de cemento más adición de ceniza, lo cual fue realizado en intervalos de tiempo en minutos.

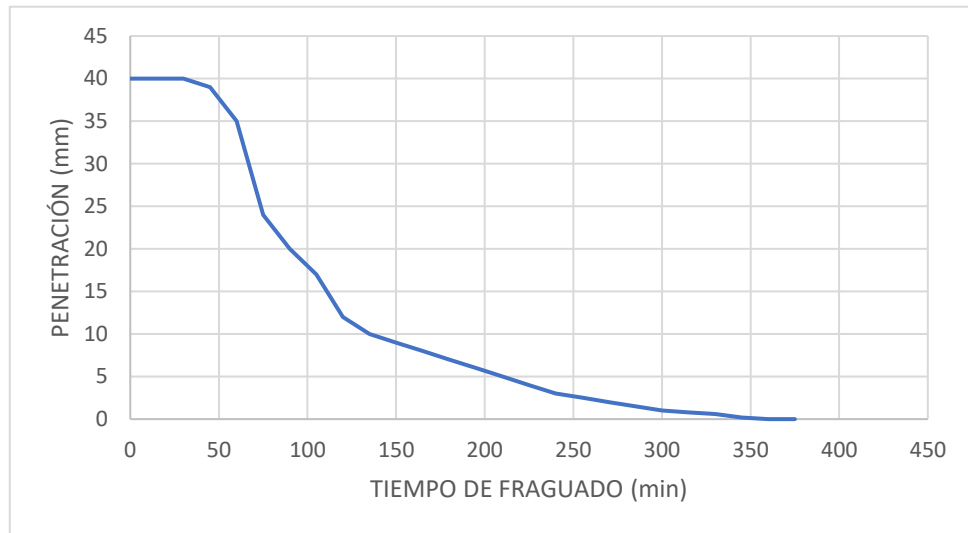
Por lo que, se elaboraron solo una muestra por cada porcentaje de adición de ceniza de hoja de planta de plátano adicionado más la muestra de cemento patrón de tipo I.

**Tabla 24.** Penetración de la aguja de Vicat a diferentes tiempos según cada porcentaje de adición de ceniza.

Tiempo de fraguado (min)	PENETRACIÓN (mm)				
	0	5%	10%	15%	20%
0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
15	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
30	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
45	39.0	38.0	39.0	38.0	38.0
60	35.0	33.0	36.0	35.0	33.0
75	24.0	28.0	34.0	28.0	26.0
90	20.0	23.0	27.0	23.0	19.0
105	17.0	19.0	23.0	16.0	16.0
120	12.0	13.0	20.0	11.0	13.0
135	10.0	10.0	16.0	8.0	11.0
150	9.0	9.0	13.0	7.0	9.0
165	8.0	7.0	11.0	6.0	8.0
180	7.0	5.0	9.0	5.0	7.0
195	6.0	4.0	7.0	4.0	5.0
210	5.0	3.5	5.0	3.0	2.5
225	4.0	3.0	4.0	2.6	1.9
240	3.0	2.8	3.5	2.4	1.6
255	2.5	2.5	2.5	2.1	1.2
270	2.0	2.0	2.0	1.8	0.9
285	1.5	1.5	1.8	1.6	0.7
300	1.0	1.0	1.5	1.4	0.6
315	0.8	0.9	1.3	1.0	0.4
330	0.6	0.8	1.1	0.8	0.2
345	0.2	0.5	1.0	0.4	0.0
360	0.0	0.3	0.5	0.2	
375		0.0	0.2	0.0	
390			0.0		
405					

Fuente: Elaboración propia

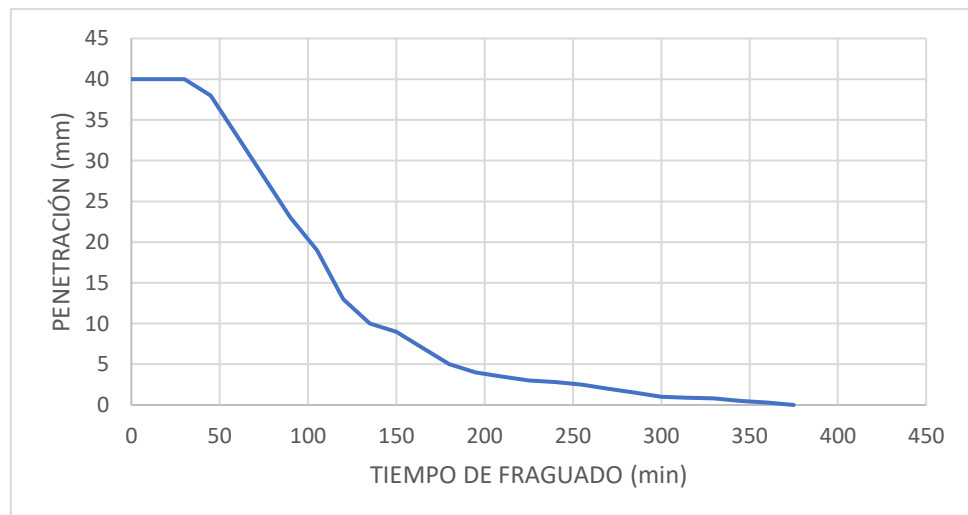
Es así, que en esta tabla se puede apreciar los resultados obtenidos del tiempo de fraguado de la muestra patrón de cemento más adiciones de ceniza. Por lo que, se puede identificar un incremento en los resultados, siendo a 10% de ceniza, la mezcla que presenta mayor tiempo de fraguado.



**Figura 4.** Curva de tiempo de fraguado de mezcla patrón (MP)

Fuente: Elaboración propia

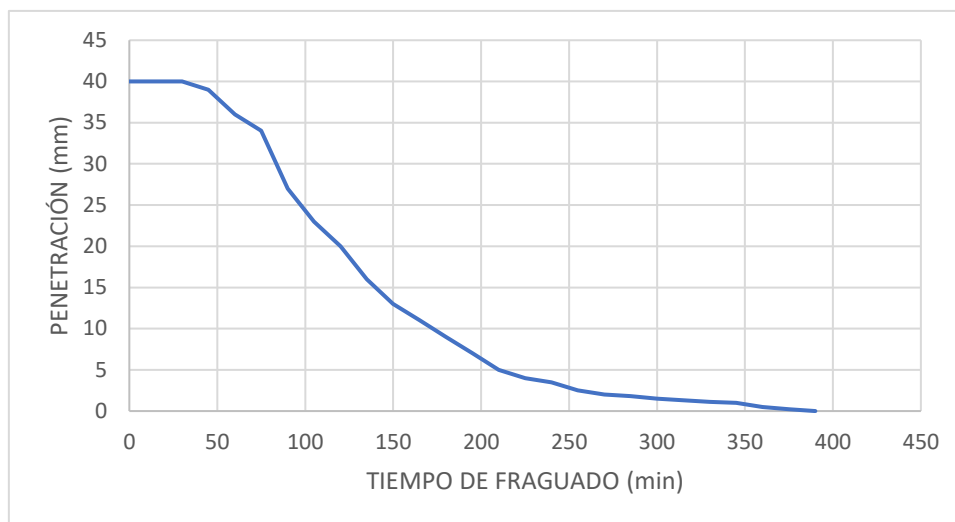
Para la mezcla patrón, presentó una curva de tiempo de fraguado donde su declive empezó a los 40 minutos, teniendo un tiempo inicial (25 mm de penetración) de 73.63 minutos y su tiempo de fraguado final de 360 minutos.



**Figura 5.** Curva de tiempo de fraguado de MP más 5% de ceniza

Fuente: Elaboración propia

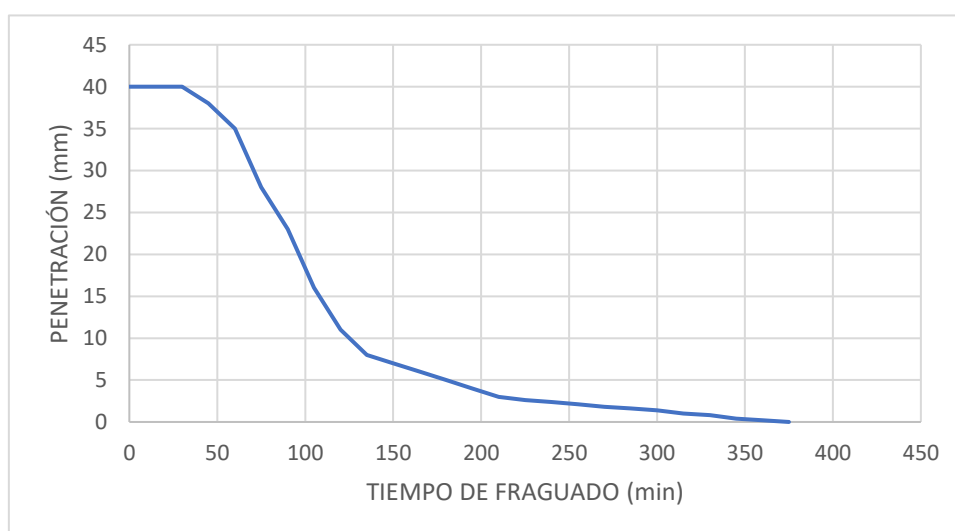
Para la mezcla patrón más adición de 5% de ceniza, presentó una curva de tiempo de fraguado donde su declive empezó a los 30 minutos, teniendo un tiempo inicial (25 mm de penetración) de 84.00 minutos y su tiempo de fraguado final de 375 minutos.



**Figura 6.** Curva de tiempo de fraguado de MP más 10% de ceniza

Fuente: Elaboración propia

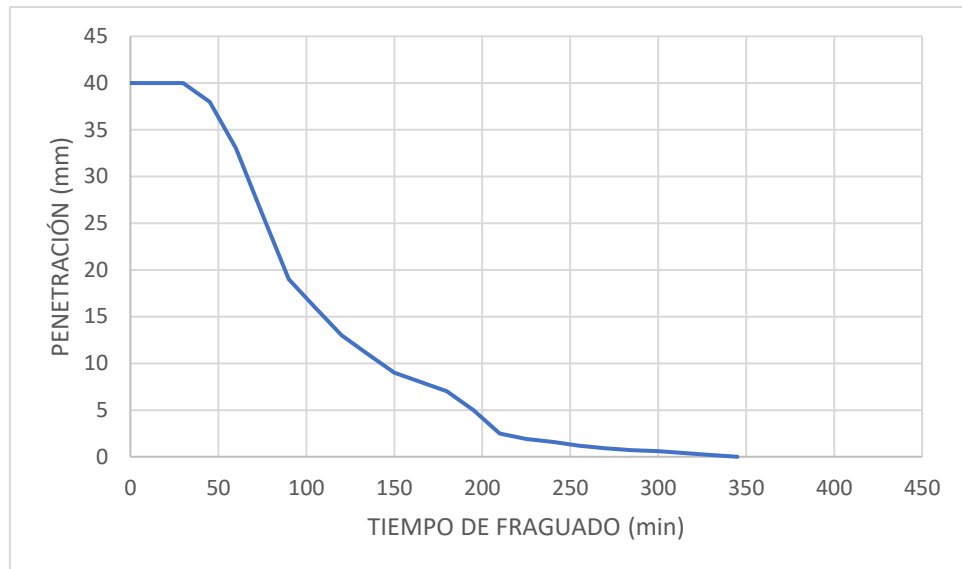
Para la mezcla patrón más adición de 10% de ceniza, su declive en la curva empezó a los 30 minutos, teniendo un tiempo inicial (25 mm de penetración) de 97.5 minutos y su tiempo de fraguado final de 390 minutos.



**Figura 7.** Curva de tiempo de fraguado de MP más 15% de ceniza

Fuente: Elaboración propia

Para la mezcla patrón más adición de 15% de ceniza, su declive de la curva empezó a los 25 minutos, teniendo un tiempo inicial (25 mm de penetración) de 84.23 minutos y su tiempo de fraguado final de 375 minutos.



**Figura 8.** Curva de tiempo de fraguado de MP más 20% de ceniza

Fuente: Elaboración propia

Para la mezcla patrón más adición de 20% de ceniza, presentó una curva de tiempo de fraguado donde su declive empezó a los 30 minutos, teniendo un tiempo inicial (25 mm de penetración) de 77.14 minutos y su tiempo de fraguado final de 345 minutos.

#### **4.4. Características mecánicas**

##### **4.4.1. Resistencia a compresión**

Este ensayo se desarrolló tomando en cuenta las normas ASTM C39 y la NTP 339.034, el cual consistió en aplicar una carga axial, mediante el equipo de ensayo universal, al área superior circular de la probeta hasta obtener la rotura de la muestra.

Por lo que, se elaboraron 30 probetas, las cuales tuvieron como tiempo de curado de 14 y 28 días, considerando 3 muestras por cada porcentaje de ceniza de hoja de planta de plátano adicionado (5%, 10%, 15% y 20%) más las probetas patrón.



**Tabla 25.** Resultados de resistencia a compresión de testigos de concreto a 14 días de curado.

DETALLES	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
	195.16	
Probeta patrón	196.45	195.91
	196.12	
	204.56	
Probeta con 5% de ceniza de hoja de planta de plátano	204.13	203.82
	202.76	
	208.87	
Probeta con 10% de ceniza de hoja de planta de plátano	206.94	208.11
	208.51	
	205.13	
Probeta con 15% de ceniza de hoja de planta de plátano	205.13	205.00
	204.75	
	182.34	
Probeta con 20% de ceniza de hoja de planta de plátano	183.61	183.09
	183.32	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 se evidencia los resultados de resistencia a compresión del concreto mejorado con ceniza de hoja de planta de plátano puesto a 14 días de curado. Por lo cual se puede apreciar que su mayor resistencia alcanzada a este tiempo es de 208.11 kg/cm<sup>2</sup> siendo este concreto mejorado con 10% de ceniza.

Por otra parte, presentamos los resultados de las probetas de concreto con un tiempo de curado de 28 días:

**Tabla 26.** Resultados de resistencia a compresión de testigos de concreto a 28 días de curado.

DETALLES	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
	210.6	
Probeta patrón	209.85	210.54
	211.16	
	236.63	
Probeta con 5% de ceniza de hoja de planta de plátano	234.86	236.41
	237.75	
	244.65	
Probeta con 10% de ceniza de hoja de planta de plátano	244.13	244.21
	243.86	
	234.87	
Probeta con 15% de ceniza de hoja de planta de plátano	234.32	234.87
	235.43	
	221.78	
Probeta con 20% de ceniza de hoja de planta de plátano	219.65	220.00
	218.56	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 se evidencia los resultados de resistencia a compresión del concreto mejorado con ceniza de hoja de planta de plátano puesto a 28 días de curado. Por lo cual se puede apreciar que su mayor resistencia alcanzada a este tiempo es de 244.21 kg/cm<sup>2</sup> siendo este concreto mejorado con 10% de ceniza.

#### 4.5. Comparación de la muestra patrón y adicionadas

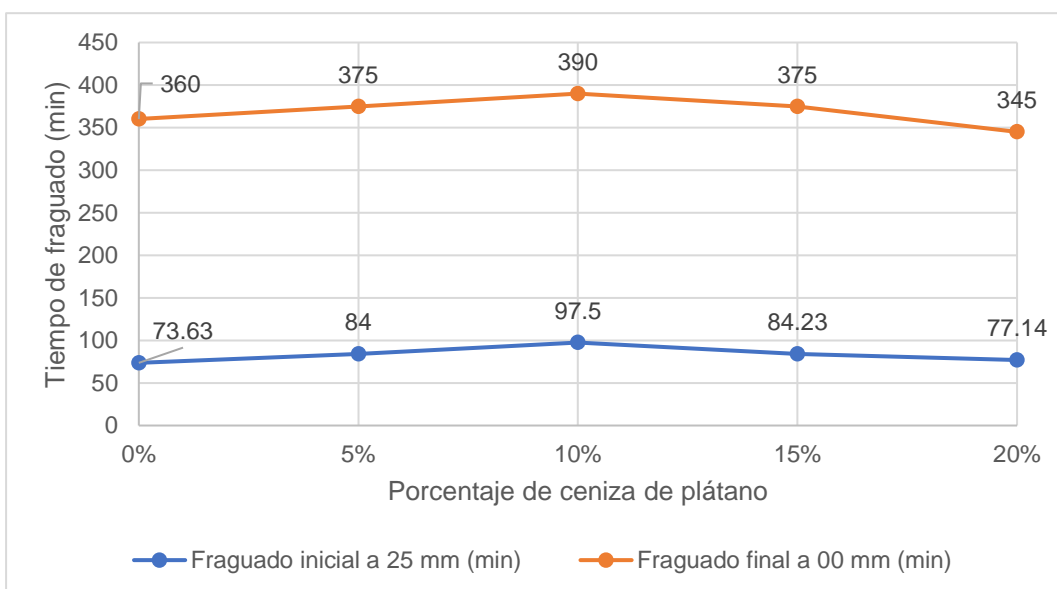
##### 4.5.1. Comparación de los resultados de tiempo de fraguado

Para realizar una comparación de los datos de tiempo de fraguado, se elaboró una tabla resumen de los resultados y factores necesarios para su interpretación.

**Tabla 27.** Resumen de resultados de tiempo de fraguado de muestra de cemento

% de ceniza	Temperatura ambiente (°C)	Relación a/c (%)	Fraguado inicial a 25 mm (min)	Fraguado final a 00 mm (min)
0%	18.8	33.45	73.63	360
5%	19.5	37.15	84.0	375
10%	20.1	42.32	97.5	390
15%	19.4	53.51	84.23	375
20%	18.2	61.46	77.14	345

Fuente: Elaboración propia



**Figura 9.** Comparación del tiempo de fraguado inicial y final

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico de comparación, se observa un aumento del tiempo de fraguado en relación a la muestra patrón. De los cuales la muestra con 10% de ceniza de hoja de planta de plátano alcanzó 97.5 minutos de tiempo de fraguado inicial, lo mismo sucede con el tiempo final donde alcanzó 390 minutos. Sin embargo, mientras se agrega mayor porcentaje, esta propiedad empieza a disminuir, llegando a tener valores por debajo de la muestra patrón.

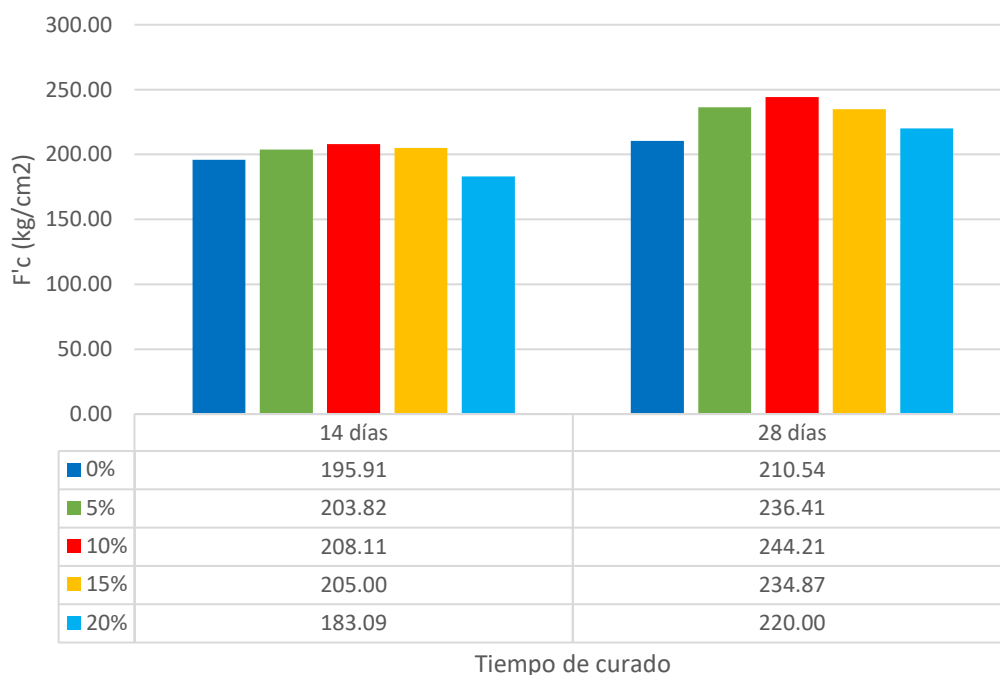
#### 4.5.2. Comparación de los resultados de resistencia a compresión

Para ello, se elaboró una tabla con los resúmenes de los resultados de resistencia a compresión obtenidos a 14 y 28 días de curado y adición de ceniza de hoja de plata de plátano.

**Tabla 28.** Resumen de resultados de resistencia a compresión de probetas de concreto

Tiempo de curado (días)	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )				
	Probeta patrón	Probeta con 5% de ceniza de plátano	Probeta con 10% de ceniza de plátano	Probeta con 15% de ceniza de plátano	Probeta con 20% de ceniza de plátano
14	195.91	203.82	208.11	205.00	183.09
28	210.54	236.41	244.21	234.87	220.00

Fuente: Elaboración propia



**Figura 10.** Comparación de resistencia a compresión de las probetas de concreto

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico, se puede observar que la probeta patrón alcanzó los porcentajes de resistencia según lo estipulado en las normas a partir del tiempo de curado. De los cuales, a 14 días de curado se obtuvo una resistencia de 195.91 kg/cm<sup>2</sup> para las probetas patrón, en el caso de 5% de ceniza se obtuvo una resistencia de 203.82 kg/cm<sup>2</sup> siendo 4.04% mayor al resultado de la muestra patrón, para 10% de ceniza se presentó una resistencia de 208.11 kg/cm<sup>2</sup> siendo 6.23% mayor a las patrón, para 15% de ceniza se obtuvo una resistencia de 205 kg/cm<sup>2</sup> incrementando un 4.6% y por último para 20% de ceniza se obtuvo una resistencia de 183.09 kg/cm<sup>2</sup> siendo inferior al resultado de la muestra patrón disminuyendo un 6.5%.

## **4.6. Análisis Estadístico**

### **4.6.1. Prueba de normalidad**

Según Benites y Lozano (2022), para identificar si los resultados están normalmente distribuidos se tomó en cuenta estas relaciones:

- H<sub>0</sub>: Hipótesis nula. Los resultados de la variable si están normalmente distribuidos
- H<sub>1</sub>: Hipótesis alterna. Los resultados de la variable no se encuentran normalmente distribuidos.

Las siguientes hipótesis se pueden aceptar o rechazar de acuerdo al nivel de significancia:

- Si  $P > 0.05$ , se considera H<sub>0</sub> y se obvia H<sub>1</sub>, por lo que se asemejan a una distribución normal.
- Si  $P < 0.05$ , se considera H<sub>1</sub> y se obvia H<sub>0</sub>, por lo que no se asemejan a una distribución normal.

### **Tiempo de fraguado**

Al realizarse solo una muestra por cada adición de ceniza de hoja de planta de plátano, no se puede aplicar la prueba de normalidad.

## Resistencia a compresión

**Tabla 29.** Prueba de normalidad de datos de resistencia a compresión a 14 días

MUESTRAS	MÉTODO ANDERSON DARLING			
	Media	Desviación Estándar	N° Muestras	Significancia
Patrón	195.9	0.6701	3	0.344
MP + 5%	203.8	0.9400	3	0.314
MP + 10%	208.1	1.026	3	0.229
MP + 15%	205.0	0.2194	3	0.057
MP + 20%	183.1	0.6655	3	0.296

Fuente: Elaboración propia

Por lo cual, se observa que los valores de significancia son mayores a 0.05 por lo que se considera la hipótesis nula, dando a entender que los resultados de resistencia a compresión a 14 días de curado presentan una distribución normal.

**Tabla 30.** Prueba de normalidad de datos de resistencia a compresión a 28 días

MUESTRAS	MÉTODO ANDERSON DARLING			
	Media	Desviación Estándar	N° Muestras	Significancia
Patrón	210.5	0.6573	3	0.595
MP + 5%	236.4	1.4570	3	0.551
MP + 10%	244.2	0.4015	3	0.503
MP + 15%	234.9	0.5550	3	0.631
MP + 20%	220.0	1.638	3	0.496

Fuente: Elaboración propia

Por lo cual, se observa que los valores de significancia son mayores a 0.05 por lo que se considera la hipótesis nula, dando a entender que los

resultados de resistencia a compresión a 28 días de curado presentan una distribución normal.

#### **4.6.2. ANOVA**

Después de analizar la distribución nominal, se realizó la prueba de análisis de varianza, lo cual nos permitió identificar la significancia de la influencia presente de la variable independiente en las variables dependientes. Por lo cual se realizó a partir de una confiabilidad de 95% y con un nivel estándar de significancia de  $\alpha=0.05$ .

Por lo cual, se consideró la interpretación de las siguientes hipótesis:

- H0: Hipótesis nula. La variable independiente no presenta influencia significativa sobre las variables dependientes.
- H1: Hipótesis alterna. La variable independiente sí presenta influencia significativa sobre las variables dependientes.

Las siguientes hipótesis se pueden aceptar o rechazar de acuerdo al nivel de significancia, es decir:

- Si  $P > 0.05$ , se considera H0 y se obvia H1, por lo que no presenta influencia significativa de la variable independiente.
- Si  $P < 0.05$ , se considera H1 y se obvia H0, por lo que si presenta influencia significativa de la variable independiente (Benites y Lozano, 2022).

#### **Tiempo de Fraguado**

Al realizarse solo una muestra por cada adición de ceniza de hoja de planta de plátano, no se puede aplicar el análisis de varianza ANOVA, ya que los R – cuadrados se encuentran al 100%.

## Resistencia a compresión a los 14 días de curado

**Tabla 31.** *Análisis de varianza de los datos de resistencia a compresión a 14 días*

Fuente	ANOVA				
	Grado de libertad	Suma de cuadrados	MC Ajust.	MC Ajust.	Significancia
Factor	4	1214.03	303.507	527.47	0.000
Error	10	5.75	0.575		
Total	14	1219.78			

Fuente: Elaboración propia

Por lo cual, se identificó que el valor de significancia es menor a 0.05 por lo que se considera la hipótesis alterna, es decir que la ceniza de hoja de planta de plátano si influye significativamente en la resistencia a compresión a 14 días.

**Tabla 32.** *Resumen del modelo ANOVA para resistencia a compresión a 14 días*

S	R - cuadrado	R - cuadrado (ajustado)	R – Cuadrado (predicción)
0.758551	99.53%	99.34%	98.94%

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla, el R – cuadrado nos representa el porcentaje de variación en la respuesta, que es explicado en el modelo. Por lo que, el R – cuadrado de predicción obtuvo un valor de 98.94%, significando que el modelo tiene mayor capacidad de predicción.

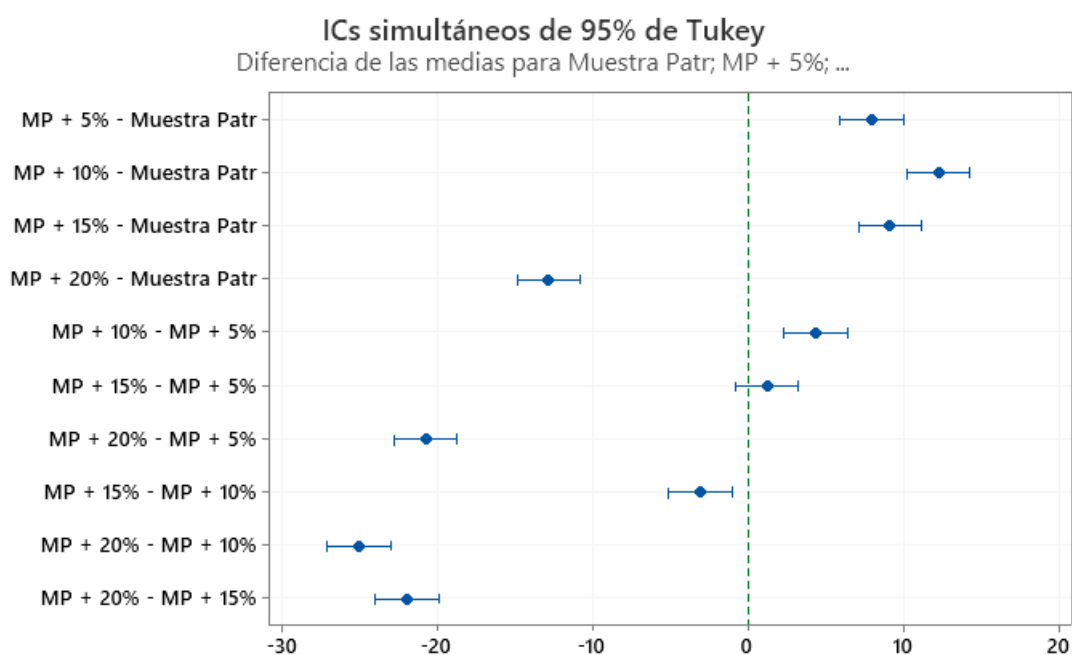
Por otra parte, mediante el software Minitab también pudimos elaborar una gráfica de caja de los valores de resistencia a compresión a 14 días, mediante el método de Tukey y una confianza de 95%.



**Tabla 33.** Agrupación de información de resistencia a compresión a 14 días – Método de Tukey

Factor	Nº de muestras	Media	Intervalos de confianza	Agrupación
MP + 10%	3	208.107	(207.131; 209.082)	A
MP + 15%	3	205.003	(204.028; 205.979)	B
MP + 5%	3	203.817	(202.841; 204.792)	B
Muestra Patrón	3	195.910	(194.934; 196.886)	C
MP + 20%	3	183.090	(182.114; 184.066)	D

Fuente: Elaboración propia



**Figura 11.** Diagrama de Tukey de los datos de resistencia a compresión a 14 días

Fuente: Elaboración propia

En este diagrama se realizó una comparación de los factores que fueron la muestra patrón más adiciones de ceniza de hoja de planta de plátano, por lo que se observó mediante los intervalos de confianza, que la mayoría de las

comparaciones no contiene cero por lo que sus medias correspondientes son significativamente diferentes, a excepción de la comparación entre la MP + 15% y la MP +5% donde sus intervalos si se cruzan por lo que comparten la misma agrupación.

### Resistencia a compresión a los 28 días de curado

**Tabla 34.** *Análisis de varianza de los datos de resistencia a compresión a 28 días*

Fuente	ANOVA				
	Grado de libertad	Suma de cuadrados	MC Ajust.	MC Ajust.	Significancia
Factor	4	2227.92	556.980	488.00	0.000
Error	10	11.41	1.141		
Total	14	2239.33			

Fuente: Elaboración propia

Es así que se identificó que el valor de significancia es menor a 0.05 por lo que se considera la hipótesis alterna, es decir que la ceniza de hoja de planta de plátano si influye significativamente en la resistencia a compresión a 28 días.

**Tabla 35.** *Resumen del modelo ANOVA para resistencia a compresión a 28 días*

S	R - cuadrado	R - cuadrado (ajustado)	R - Cuadrado (predicción)
1.06834	99.49%	99.29%	98.85%

Fuente: Elaboración propia

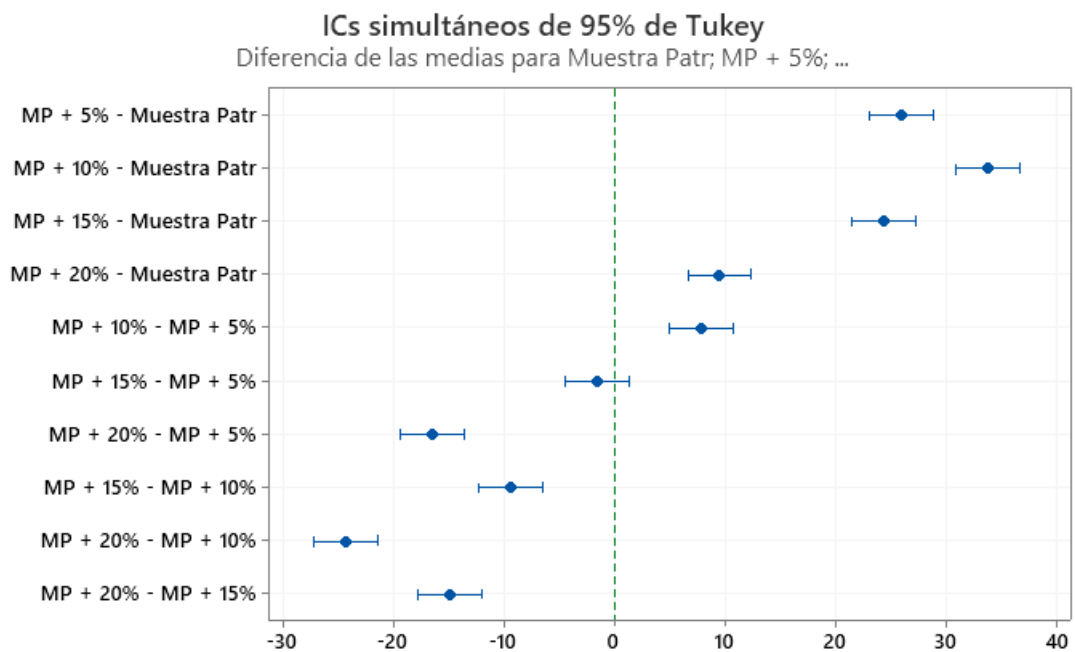
El R – cuadrado de predicción obtuvo un valor de 98.85%, significando que el modelo tiene mayor capacidad de predicción.

Por otra parte, también pudimos elaborar una gráfica de caja de los datos de resistencia a compresión a 28 días, mediante el método de Tukey y una confianza de 95%.

**Tabla 36.** Agrupación de información de resistencia a compresión a 28 días – Método de Tukey

Factor	N° de muestras	Media	Intervalos de confianza	Agrupación
MP + 10%	3	244.213	(242.839; 245.588)	A
MP + 5%	3	236.413	(235.039; 237.788)	B
MP + 15%	3	234.873	(233.499; 236.248)	B
MP + 20%	3	219.997	(218.622; 221.371)	C
Muestra patrón	3	210.537	(209.162; 211.911)	D

Fuente: Elaboración propia



**Figura 12.** Diagrama de Tukey de los datos de resistencia a compresión a 28 días

Fuente: Elaboración propia

También se realizó una comparación de los factores que fueron la muestra patrón más adiciones de ceniza de hoja de planta de plátano, por lo que se

observó mediante los intervalos de confianza, que la mayoría de las comparaciones no contiene cero por lo que sus resultados correspondientes son significativamente diversos, y aun así también se obtuvo que la comparación entre la MP + 15% y la MP +5% presenta intervalos que se cruzan por lo que comparten la misma agrupación.

## V. DISCUSIONES

### **Para el ensayo de mecánica de suelos de los agregados y diseño de mezcla.**

- Se utilizaron agregados finos y gruesos obtenidos de la cantera El Milagro, de los cuales para el ensayo de granulometría se necesitó de 2000 g de muestra de agregado grueso y 1000 g de agregado fino. La curva granulométrica permitió identificar que el agregado fino presentó un módulo de fineza de 2.96, y para el agregado grueso presentó un TMN de 3/4", donde se retuvo la mayor cantidad de muestra con un 41.23%. Los contenidos de humedad de los agregados presentaron un 6.3% para el agregado grueso y un 1.4 para el agregado fino; mientras que, en los pesos específicos y absorción, el agregado grueso obtuvo 2515 kg/m<sup>3</sup> en peso específico y 1.8% de absorción, y el agregado fino obtuvo 2717 kg/m<sup>3</sup> en peso específico y 4.8% de absorción. Con respecto a los pesos unitarios, para el agregado grueso presentó 1568 kg/m<sup>3</sup> de PUSG y 1736 kg/m<sup>3</sup> de PUSC, mientras que el agregado fino obtuvo 1738 kg/m<sup>3</sup> de PUSG y 1871 kg/m<sup>3</sup> de PUSC. Por lo que cumplen con los criterios de la norma y se aceptaron para realizar el cálculo de diseño de mezcla del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, ya que los pesos unitarios nos brindan información de los pesos de los agregados en volumen que son empleados para la mezcla, así como los porcentajes de absorción que nos permitió calcular los cambios de masas al presentar agua absorbida en los agregados.

### **Para el ensayo de tiempo de fraguado del cemento.**

- Quispe (2019), en su tesis realizó el ensayo de tiempo de fraguado para evaluar cómo influye la adición de ceniza de tarwin en un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, considerando oportuno trabajar con los siguientes porcentajes: 5% y 10%. Como resultado final, obtuvo que para la muestra sin adición de ceniza de tarwin utilizó una relación a/c de 33.85% dando un tiempo de fraguado inicial de 183.75 minutos; por otra parte, para una mezcla con 5% de ceniza de tarwin utilizó 38.46% de relación a/c lo cual presentó un tiempo de fraguado inicial de 126.88 minutos; por último, para la muestra

de 10% de ceniza utilizó 42.31% de relación agua cemento obteniendo 103.5 minutos de tiempo de fraguado inicial. Por lo que, en su investigación se observa un declive en esta propiedad física, reduciendo un 30.94% al adicionar 5% de ceniza y 43.67% al adicionar 10% de ceniza de tarwin. Mientras tanto, en nuestra muestra patrón se aplicó una relación a/c de 33.45% obteniendo un tiempo de fraguado del 73.63 minutos; para la muestra con 5% de adición de ceniza de plátano se utilizó una relación a/c del 37.15% presentando un tiempo de fraguado inicial de 84.00 minutos, para una muestra con 10% de adición de ceniza de plátano se aplicó una relación a/c de 42.32% obteniendo 97.5 minutos de tiempo de fraguado inicial, para una muestra con 15% de adición de ceniza de plátano se aplicó una relación a/c de 53.51% obteniendo 84.23 minutos de tiempo de fraguado inicial; y para una muestra con 20% de ceniza de plátano se utilizó una relación de a/c de 61.46% obteniendo un tiempo de fraguado inicial de 77.14 minutos. Por lo cual, en nuestra investigación, se presenta un aumento en esta propiedad llegando a presentar un máximo tiempo de fraguado al adicionar 10% de ceniza de hoja de plátano presentando un crecimiento del 32.42%, pero después presentó un declive a los 15% y 20% de ceniza, disminuyendo 13.6% y 20.88% respectivamente en función al tiempo inicial máximo. Por lo tanto, coincidimos que a un 10% de ceniza puzolánica es donde presenta una influencia significativa en el tiempo de fraguado del cemento.

#### **En el ensayo de resistencia a compresión del concreto.**

- Pawar y Khaire (2018), en su artículo científico realizaron el ensayo de resistencia a compresión de probetas mejoradas con 0%, 15% y 25% de ceniza de hoja de planta de plátano a 7 y 28 días de curado. Lo cual, para su muestra patrón a 7 días de curado presentó una resistencia de 20.41 N/mm<sup>2</sup> y a 28 días de curado presentó una resistencia de 34.91 N/mm<sup>2</sup>, aumentando un 71.04%. Con respecto a las probetas con 15% de ceniza de plátano presentaron una resistencia de 13.64 N/mm<sup>2</sup> a 7 días de curado y a los 28 días aumentó a un 30.13 N/mm<sup>2</sup>. Y para la muestra con 25% presentó una resistencia de 10.29 N/mm<sup>2</sup> a 7 días de curado y 19.72

N/mm<sup>2</sup> a 28 días de curado. Sin embargo, en esta investigación se observa que la ceniza influye negativamente en la resistencia a compresión, ya que al incrementar el porcentaje de ceniza disminuye su propiedad mecánica. Por otra parte, en nuestra investigación presenta un incremento de la resistencia a 5% y 10% de ceniza, obteniendo valores de 236.41 kg/cm<sup>2</sup> y 244.21 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días de curado, pero a 15% y 20% disminuye a valores de 234.87 kg/cm<sup>2</sup> y 220.00 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, coincidimos que a 15% y 20% influye negativamente en la propiedad mecánica del concreto.

- Tavares et al. (2022), en su artículo científico también realizaron el ensayo de resistencia a compresión de especímenes de concreto mejoradas con 5%, 10% y 15%, los cuales concluyeron que la resistencia a la compresión de los concretos fue aumentando con edades avanzadas y a contenido máximo de 10% de ceniza de plátano. Sin embargo, a 15%, se obtuvo un decrecimiento en la resistencia en comparación con las demás mezclas, por lo que el límite ideal para ellos es incorporar un 10% de ceniza a la mezcla de concreto. Por lo tanto, en nuestra investigación también coincidimos que a 10% de ceniza es el límite máximo para aumentar las características mecánicas del concreto, ya que al seguir adicionando ceniza esto genera un decrecimiento drástico en su resistencia a compresión.
- Madhu y Eswanth (2019), en su artículo científico realizaron una investigación de la influencia de porcentaje de ceniza de plátano sobre las características mecánicas y durabilidad del concreto, aplicando cantidades de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% ensayándolos a compresión a 7 y 28 días de curado, relacionado a nuestra investigación comparamos la resistencia a compresión a 28 días obteniendo que para 5% de ceniza presentó 39.39 N/mm<sup>2</sup>, para 10% de ceniza obtuvo una resistencia de 42.07 N/mm<sup>2</sup>, para 15% presentó una resistencia de 44.44 N/mm<sup>2</sup>, a 20% obtuvo una resistencia de 38.66 N/mm<sup>2</sup> y a 25% de ceniza obtuvo una resistencia de 36.14%. Por lo que la máxima resistencia se

obtuvo a los 10% de ceniza de plátano aumentando un 11.36% en relación al valor de la muestra patrón. Por lo que, con respecto a nuestra investigación, coincidimos que a 10% presenta su máxima resistencia a compresión, siendo en nuestro caso un aumento del 15.99% en relación a la muestra patrón.

- Bonato et al. (2014), en su artículo científico realizaron una investigación en función a la ceniza de plátano sobre concreto y morteros de cemento portland, por lo cual elaboraron concreto con 5%, 7.5% y 10% de ceniza ensayándolos a 28, 56 y 91 días de curado. Lo cual, presentaron como resultados que a 28 días de curado para una muestra patrón presentó 26 MPa de resistencia, para una muestra con 5% de ceniza presentó una resistencia de 33 MPa, para una muestra de 7.5% de ceniza presentó una resistencia de 36 MPa y para una muestra con 10% presentó también una resistencia de 36 MPa. Por lo que, a comparación de la muestra patrón incrementaron un 38% su resistencia. En cuanto a nuestra investigación, también coincidimos que a 10% presenta su máxima resistencia a compresión, pero nuestro aumento fue menor siendo 15.99% en relación a la muestra patrón.



## VI. CONCLUSIONES

- Se analizó la influencia de la ceniza de hoja de planta de plátano sobre la resistencia a compresión y tiempo de fraguado de un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, ya que a en función a los ensayos aplicados logramos identificar que la adición de un 10% de ceniza de hoja de planta de plátano mejora significativamente las propiedades del concreto, permitiendo obtener un concreto de mayor calidad para su uso en los elementos estructurales que requieran de concreto con valores de dichas propiedades, evitando que este material falle y presente fisuras, grietas o rajaduras durante su utilidad y que generen disminución en sus funcionalidad, por lo que al aplicarlo también conlleva a una disminución de los costos en el mantenimiento de los elementos estructurales.
- Se determinó un estudio de mecánica de suelos, de los cuales nos permitieron obtener las propiedades de los agregados del concreto, teniendo como resultados de la granulometría el agregado grueso presentó un TMN de 3/4" mientras el agregado fino presentó un módulo de finura de 2.96, en el ensayo de contenido de humedad el agregado grueso presentó un contenido de humedad de 6.3% mientras el agregado fino obtuvo 1.4%, con respecto al ensayo de pesos específicos y absorción el agregado grueso obtuvo como peso específico 2515 kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de absorción de 1.8 mientras el agregado fino obtuvo 2717 kg/cm<sup>3</sup> y 4.8%, y finalmente en el ensayo de pesos unitarios el agregado obtuvo como peso unitario seco suelto un resultado de 1568 kg/cm<sup>3</sup> y un valor de peso unitario compacto de 1736 kg/cm<sup>3</sup> mientras en el agregado fino obtuvo 1738 kg/cm<sup>3</sup> de PUSS y 1871 kg/cm<sup>3</sup> de PUCS.
- Se realizó un diseño de mezcla para obtener un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> mejorado con 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de hoja de planta de plátano , por lo que se calculó tomando en cuenta la norma ACI 211.1 utilizando cemento Pacasmayo tipo I y ceniza puzolánica de material

orgánico, por lo cual en relación a los resultados de mecánica de suelo de los agregados se presentó una relación a/c de 0.68, teniendo como proporciones finales del diseño de mezcla por metros cúbicos de 299.7 kg de cemento, 715 kg de agregado grueso, 1048 kg de agregado fino, 205 litros de agua potable. Por lo que, a partir de estos datos obtuvimos una dosificación de 1:2.84:4.57:1.67. Por otra parte, el porcentaje de ceniza de hoja de planta de plátano estuvo en relación a la cantidad de cemento, para un 5% se requirió de 14.98 kg de ceniza, para 10% se requirió de 29.97 kg de ceniza, para 15% se requirió de 44.96 kg de ceniza y para un porcentaje de 20% se requirió de 59.94 kg de ceniza de hoja de planta de plátano.

- Se determinó las características físicas siendo el tiempo de fraguado una de las variables estudiadas en este trabajo de investigación, por lo que se midió el tiempo de endurecimiento del cemento adicionado con 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de hoja de planta de plátano. Por lo que se concluye que este ensayo se desarrolló en función a la normativa ASTM C191, por lo que el tiempo de fraguado inicial y final de la muestra patrón fueron de 73.63 y 360 minutos, por otra parte la muestra con 5% de ceniza obtuvo un tiempo de fraguado inicial y final de 84.0 y 375 minutos, para la muestra con 10% de ceniza obtuvo un tiempo inicial de 97.5 y 390 minutos, para la muestra de 15% de ceniza obtuvo un tiempo inicial y final de 84.23 y 375 minutos, y por último, la mezcla con 20% de ceniza obtuvo un tiempo inicial y final de 77.14 y 345 minutos.
- Se determinó las características mecánicas siendo la resistencia a compresión una de las variables estudiadas en esta investigación, por lo cual se evaluó la característica mecánica como es la resistencia a compresión para un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  mejorado con 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de hoja de planta de plátano para un tiempo de curado de 14 y 28 días, por lo cual se concluye que este ensayo se desarrolló mediante las normativas ASTM C39 y la NTP 339.034, donde la probeta patrón obtuvo una resistencia de  $210.54 \text{ kg/cm}^2$ , asimismo la muestra de concreto con 10% de ceniza la que obtiene mayor resistencia

a compresión con un valor de 244.21 kg/cm<sup>2</sup>, mejorando un 6.23% en su propiedad mecánica. Sin embargo, al seguir aumentando en adición de ceniza lo que genera es que su resistencia empiece a disminuir, como fue el caso de las muestras con 15% y 20% de ceniza que se alcanzaron resistencias de 234.87 kg/cm<sup>2</sup> y 220.00 kg/cm<sup>2</sup>, pero aun así permanecieron siendo superiores al valor de la muestra patrón.

- Se compararon los diferentes datos obtenidos de los ensayos de resistencia a compresión y tiempo de fraguado del concreto patrón y modificado con ceniza de hoja de planta de plátano, demostrando que la ceniza si influye significativamente en estas dos variables de estudios. Por lo que se concluyó que a un concreto de 10% de ceniza obtiene los valores mayores de los datos obtenidos tanto para el tiempo de fraguado como para la resistencia a compresión; sin embargo, mientras se le sigue adicionando estas propiedades disminuyen, llegando a presentar valores menores a los resultados de las muestras patrones.
- Se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos de los ensayos de tiempo de fraguado y resistencia a compresión del concreto patrón y modificado con ceniza de hoja de planta de plátano. Por lo cual, empleamos la prueba de normalidad donde obtuvimos que los resultados de significancia fueron mayores a 0.05, deduciendo que los resultados presentaron una distribución nominal. Por lo que, también aplicamos la prueba ANOVA, complementando con el método Tukey, de lo cual pudimos observar que el valor de significancia fue menor a 0.05, concluyendo que la ceniza de hoja de planta de plátano si influye significativamente en el tiempo de fraguado y resistencia a compresión. Es así que, se identificó que a 10% de ceniza de hoja de planta de plátano presenta óptimos resultados debido a que sus intervalos de confianza fueron superiores a los de los otros porcentajes. Sin embargo, para el ensayo de tiempo de fraguado, al solo poder realizarse una muestra por porcentaje, no se puede realizar un análisis estadístico como es la prueba de normalidad y el ANOVA.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda elaborar los especímenes con materiales que cumplan con los criterios que recomienda la norma NTP 400.012 para poder emplearlos en otras investigaciones con óptimos resultados.
- Se recomienda utilizar hojas de plátano secas para la calcinación y obtención de ceniza, ya que permite una mejor trabajabilidad y mejores resultados, además que se estaría dando un valor agregado a este residuo.
- Se debe considerar que para obtener una mejor distribución de los agregados primero mezclen los agregados finos y gruesos junto con el cemento y la ceniza, para después recién verter el agua en pequeñas cantidades, evitando que se obtenga grumos y partes sin humedecer.
- Para la elaboración de las probetas, es importante considerar que la superficie del molde esté previamente lubricada para adicionar la mezcla. Además, debe estar enrasada cumpliendo con la norma ASTM C31, las cuales deben ser cerradas con un plástico para impedir la evaporación del agua de la mezcla por evaporación para después continuar con la etapa de curado que es esencial para obtener buenos resultados a compresión.
- Se recomienda realizar investigaciones similares utilizando el mismo tipo de concreto y relaciones de ceniza de hoja de planta de plátano utilizado para poder analizar su influencia sobre las variables y otros ensayos relacionados a la resistencia del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se recomienda adicionar el 10% de ceniza de hoja de planta de plátano en función a la cantidad del cemento, para mejorar las propiedades físicas, tiempo de fraguado, y propiedades mecánicas, resistencia a compresión, para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>,

## REFERENCIAS

**Acevedo Jaramillo, Ana Beatriz. 2013.** Caracterización de la ceniza de hoja de bambú y su influencia como material puzolánico en el concreto. *Universidad EAFIT*. [En línea] 2013. <https://docplayer.es/30765937-Characterizacion-de-la-ceniza-de-hojas-de-bambu-y-su-influencia-como-material-puzolanico-en-el-concreto.html>.

**Aggelakopoulou, Eleni, Bakolas, Asterios y Moropoulou, Antonia. 2004.** Evaluation of pozzolanic activity of natural and artificial pozzolans by thermal analysis. *ELSEVIER*. [En línea] 2004. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040603104002369>.

**Alvarado, José, Andrade, Nelson y Hernandez, Juan. 2016.** Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezclas de concreto. *Universidad de El Salvador*. [En línea] 2016. <http://opac.fmoues.edu.sv/infolib/tesis/50108276.pdf>.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2021.** *Especificación estándar para agregados de concreto*. Estados Unidos : ASTM C33, 2021.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2017.** *Método de Prueba estándar para densidad aparente (Peso Unitario) y huecos en el agregado*. Estados Unidos : ASTM C29, 2017.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2015.** *Método de Prueba estándar para densidad relativa (Gravedad Específica) y absorción de agregado fino*. Estados Unidos : ASTM C128, 2015.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2015.** *Método de Prueba estándar para densidad relativa (Gravedad Específica) y absorción del agregado grueso*. Estados Unidos : ASTM C127, 2015.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2020.** *Método de Prueba Estándar para el análisis por tamizado de agregados finos y gruesos*. Estados Unidos : ASTM C136, 2020.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2020.** *Método de Prueba Estandar para Ensayo de Tiempo de Fraguado en Cementos Hidraulicos Usando la Aguja de Vicat.* Estados Unidos : ASTM C191, 2020.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2020.** *Método de prueba patrón para la resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndrico.* Estados Unidos : ASTM C39, 2020.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2020.** *Método de Pruebo estandar de contenido de humedad de los agregados.* Estados Unidos : ASTM C566, 2020.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2008.** *Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra.* Estados Unidos : ASTM C31, 2008.

**Bautista Mendoza, Anibal Alexander. 2021.** Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021. *Universidad César Vallejo, Perú.* [En línea] 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84466>.

**Benites Guevara, Edward Yonnell y Lozano Torres, Danyer Kevin. 2022.** Influencia del tamaño máximo nominal del agregado, tipo y porcentaje de impermeabilizante sobre la absorción y resistencia a cloruros y sulfatos en concretos para cimientos, Trujillo 2022. *Universidad Nacional de Trujillo, Perú.* [En línea] 2022. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/19964>.

**Bermúdez Chacón, Renato David y Vásquez Castillo, María Pilar. 2020.** Efecto de la fibra de acero en las propiedades mecánicas del concreto F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup> aplicado en un pavimento rígido. [En línea] 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48804>.

**Bonato, Marcelle M., y otros. 2014.** Banana leaves ashes as pozzolan for concrete and mortar of Portland cement. *ELSEVIER: Construction and Building Materials.* [En línea] 2014. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061813011860>.

**Bustamante Cedeño, Carlos Enrique. 2021.** Influencia del tipo de agregado y el tipo de cemento MS en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo. *Universidad César Vallejo, Perú.* [En línea] 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97880?show=full>.

**Coyasamin Maldonado, Oscar Vinicio. 2016.** Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC). *Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.* [En línea] 2016. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23482/1/Tesis%201024%20-%20Coyasam%C3%ADn%20Maldonado%20Oscar%20Vinicio.pdf>.

**Duran Herrera, Ninfa Piedad y Velzasquez Amado, Norexy. 2016.** Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente cemento portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar. *Universidad Francisco de Paula Santander.* [En línea] 2016. <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/963/1/28818.pdf>.

**Giron Calderon, Juleymy Shelo, Mancha Caso, Jesica y Romero Yacolca, Le Alberth. 2021.** Efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades mecánicas del concreto y físicas del mortero Huancayo. *Universidad Continental.* [En línea] 2021. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11568>.

**Gutierrez De Gonzalez, Luz Maria. 1989.** Estudio de la reacción en el sistema puzolana natural  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en presencia de agua. *Universidad Autónoma de Nuevo León, México.* [En línea] 1989. <http://eprints.uanl.mx/7020/1/1020074661.PDF>.

**Herbas Chircca, Cristian Samuel y Vargas Zuñiga, Hans. 2020.** Comparación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando cenizas de hojas de plátano y vidrio reciclado en pavimentos rígidos, Mala. *Universidad César Vallejo, Perú.* [En línea] 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67531>.

**Hernandez Huaripata, Marianelly Del Pilar y Rodas Mendoza, Royder. 2018.** Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'_c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín.

*Universidad César Vallejo, Perú.* [En línea] 2018.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31630>.

**Instituto Geofísico del Perú (IGP). 2019.** Más de 500 sismos reportó el Instituto Geofísico del Perú en el 2019. *Gobierno del Perú.* [En línea] 2019.  
<https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/71381-mas-de-500-sismos-reporto-el-instituto-geofisico-del-peru-en-el-2019>.

**Kanning, R.C. 2013.** Utilização da cinza de folha de bananeira como adição em argamassas de cimento Portland. (Thesis). *Universidade Federal do Paraná, Brasil.* [En línea] 2013.  
<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/30448/R%20-%20T%20-%20RODRIGO%20CEZAR%20KANNING.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**Kosmatka, S.H., y otros. 2004.** *Diseño y Control de Mezclas de Concreto, Skokie, Illinois, EE.UU.* 2004.

**Madhu Prasad, K. y Eswanth, P. 2019.** Mechanical and Durability Properties of Concrete by Partial Replacement of Cement with Banana Leaves Ash. *Volume XII Issue XII DECEMBER 2019.* [En línea] 2019. <http://www.jctjournal.com/gallery/25-de2019.pdf>. 0731-6755.

**NORMA TÉCNICA PERUANA . 2013.** *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.* Perú : NTP 400.021, 2013.

**Norma Técnica Peruana. 2013.** *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* Perú : NTP 400.012, 2013.

**Norma Técnica Peruana. 2006.** *Definición y terminología relativas al hormigón y agregados.* Perú : NTP 339.047, 2006.

**Norma Técnica Peruana. 2013.** *Método de ensayo normalizado para la densidad, peso específico y absorción del fino.* Perú : NTP 400.022, 2013.

**Norma Técnica Peruana. 2008.** *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.* Perú : NTP 339.034, 2008.



**Norma Técnica Peruana. 2013.** *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.* Perú : NTP 400.022, 2013.

**Norma Técnica Peruana. 1998.** *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.* Perú : NTP 339.127, 1998.

**NORMA TÉCNICA PERUANA. 1999.** *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.* Perú : NTP 400.017, 1999.

**Pastor Simón, Hary Hernando. 2017.** Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. *Universidad César, Vallejo, Perú.* [En línea] 2017. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29333#:~:text=Llegando%20a%20la%20conclusi%C3%B3n%20que,la%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n..>

**Pawar, Jugal R. y Khaire, Aman S. 2018.** Experimental Investigation on Properties of Concrete by Partial Replacement of Cement with Banana Leaves Ash. *6th International Conference on Recent Trends in Engineering & Technology (ICRTET - 2018).* [En línea] 2018. <https://www.ijream.org/papers/ICRTET0155.pdf>. 2454-9150.

**Quispe, Edwin. 2019.** Adición de ceniza de tarwi en la producción de concreto con f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>. *Universidad Peruana Unión, Perú.* [En línea] 2019. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3335>.

**Qureshi, Liaqat Ali, Ahmad, Junaid y Salahuddin, Hammad. 2017.** Seismic vulnerability assessment of strengthened Glass Fiber Reinforced Concrete (GFRC). *Korean Society of Civil Engineers.* [En línea] 2017. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12205-016-0819-4>.

**Radio Programa del Perú. 2021.** El 80% de las viviendas en el Perú son informales y serían vulnerables ante un terremoto. [En línea] 2021. [https://rpp.pe/economia/economia/el-80-de-las-viviendas-en-el-peru-son-informales-y-serian-vulnerables-ante-un-terremoto-noticia-1343757#:~:text=En%20la%20Per%C3%BA%20el%2080,de%20la%20Construcci%C3%B3n%20\(Capeco\)..](https://rpp.pe/economia/economia/el-80-de-las-viviendas-en-el-peru-son-informales-y-serian-vulnerables-ante-un-terremoto-noticia-1343757#:~:text=En%20la%20Per%C3%BA%20el%2080,de%20la%20Construcci%C3%B3n%20(Capeco)..)

**Rajendra Kumar Goyal, Abhishek Tiwari, 2016.** Use of Banana Leaves Ash in Concrete. *IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development* | Vol. 4, Issue 03. [En línea] 2016. <https://www.ijssrd.com/articles/IJSRDV4I31599.pdf>.

**Ramírez Ruiz, Willie Orlando. 2022.** Efecto del caucho reciclado en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica mediante proceso por vía seca. *Universidad César Vallejo.* [En línea] 2022. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101990>.

**Tavares, Jennef C., y otros. 2022.** Use of banana leaf ash as partial replacement of Portland cement in eco-friendly concretes. *ELSEVIER: Construction and Building Materials.* [En línea] 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822021274>.

## ANEXOS

### Panel Fotográfico

#### Anexo 1. Procedimiento de obtención de la ceniza de hoja de planta de plátano



Recolección de hojas secas de plátano



Calcinación de la hoja seca de plátano





Recolección de la ceniza obtenida de la quema



Almacenamiento de la ceniza en baldes

## Anexo 2. Procedimiento de los ensayos de mecánica de suelo



Ensayos de resistencia a compresión



Ensayo de granulometría del agregado fino



Ensayo de granulometría del agregado grueso

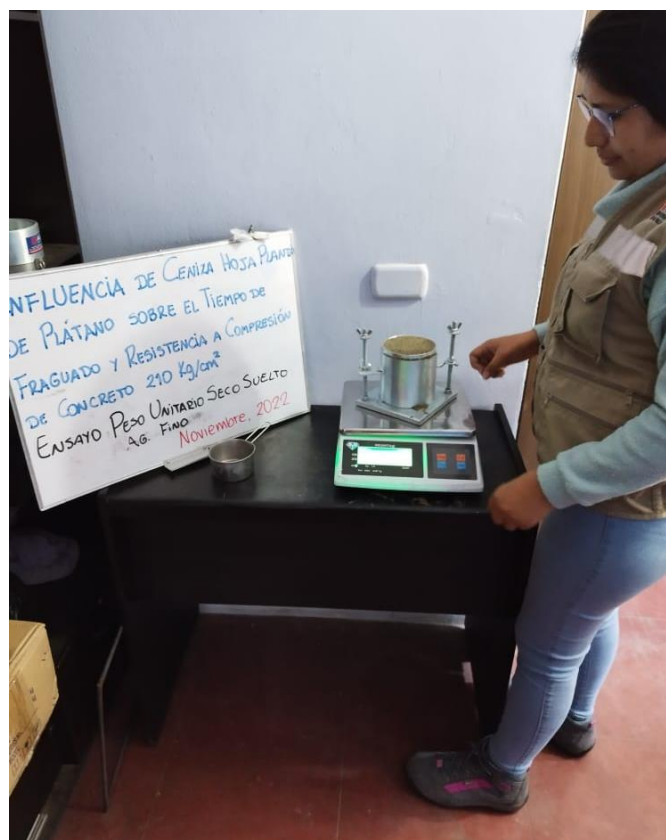


Ensayo de contenido de humedad de los agregados

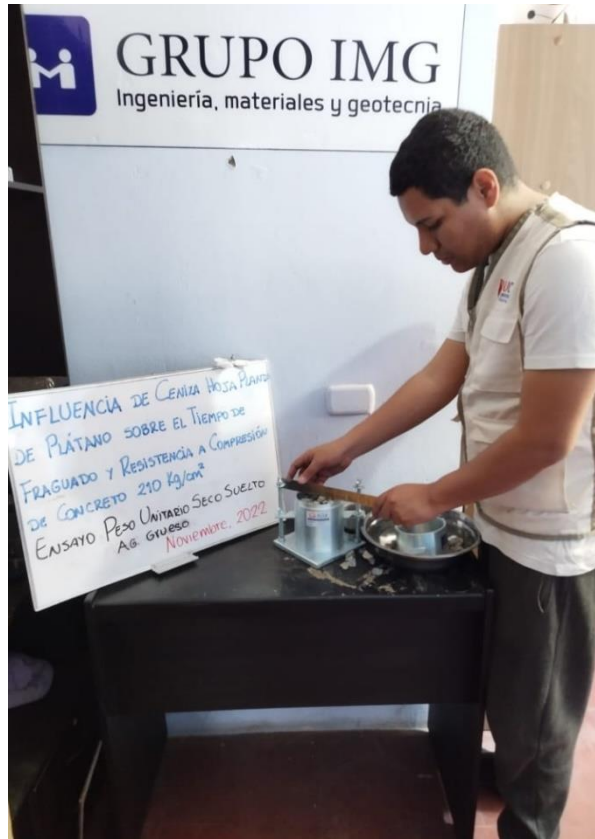




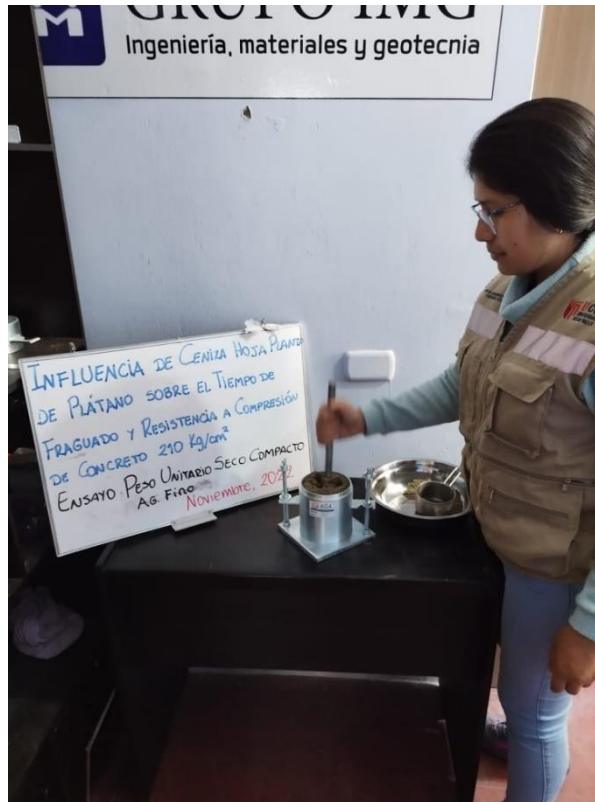
Pesado del molde para el ensayo de pesos unitarios



Ensayo de peso unitario suelto seco del agregado fino

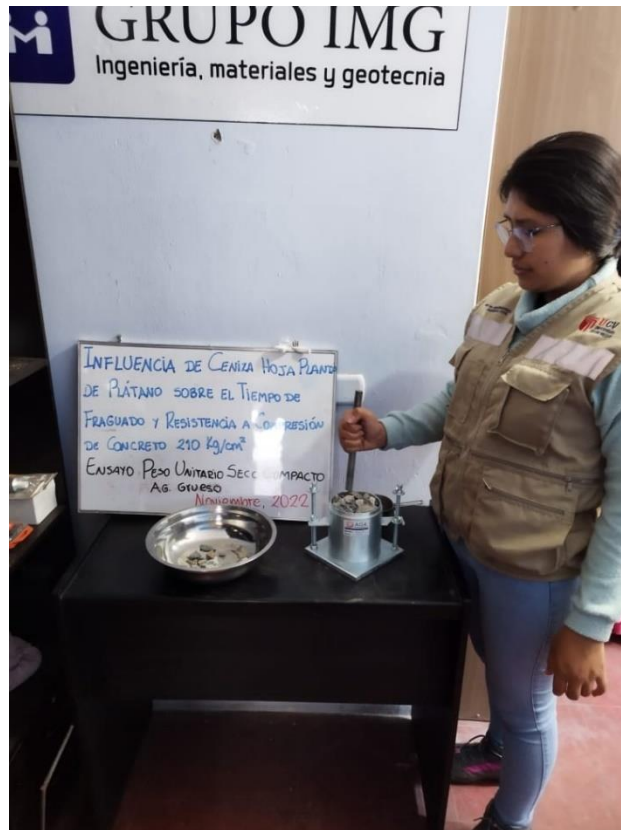


Ensayo de peso unitario suelto seco del agregado grueso



Ensayo de peso unitario compacto seco del agregado fino

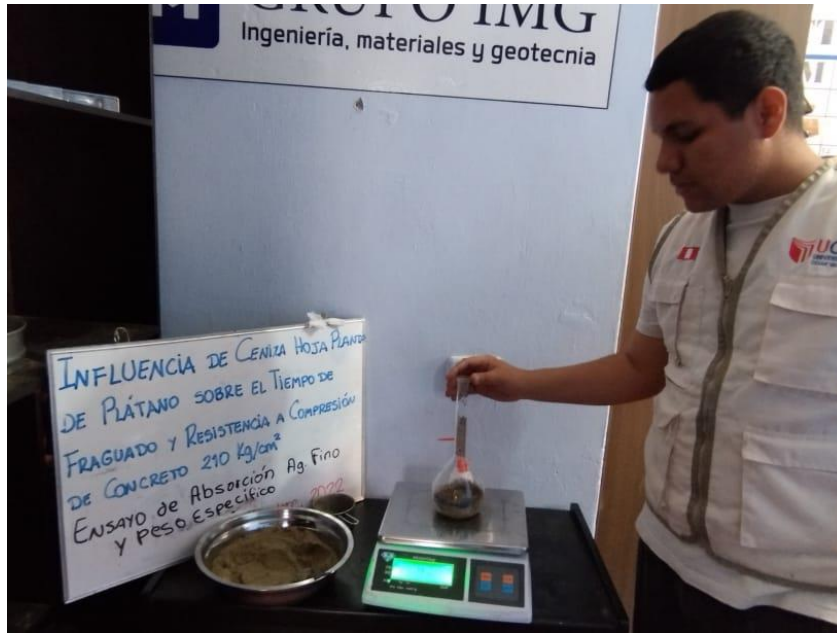




Ensayo de peso unitario compacto seco del agregado grueso



Peso de la fiola para el ensayo de peso específico y absorción del agregado fino



Pesado de la fiola más la muestra de agregado fino



Muestra saturada de agregado fino



Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino



Ensayo de consistencia para la mezcla de concreto





Elaboración de probetas de concreto



Curado de las probetas de concreto



Ensayo de resistencia a compresión de probetas

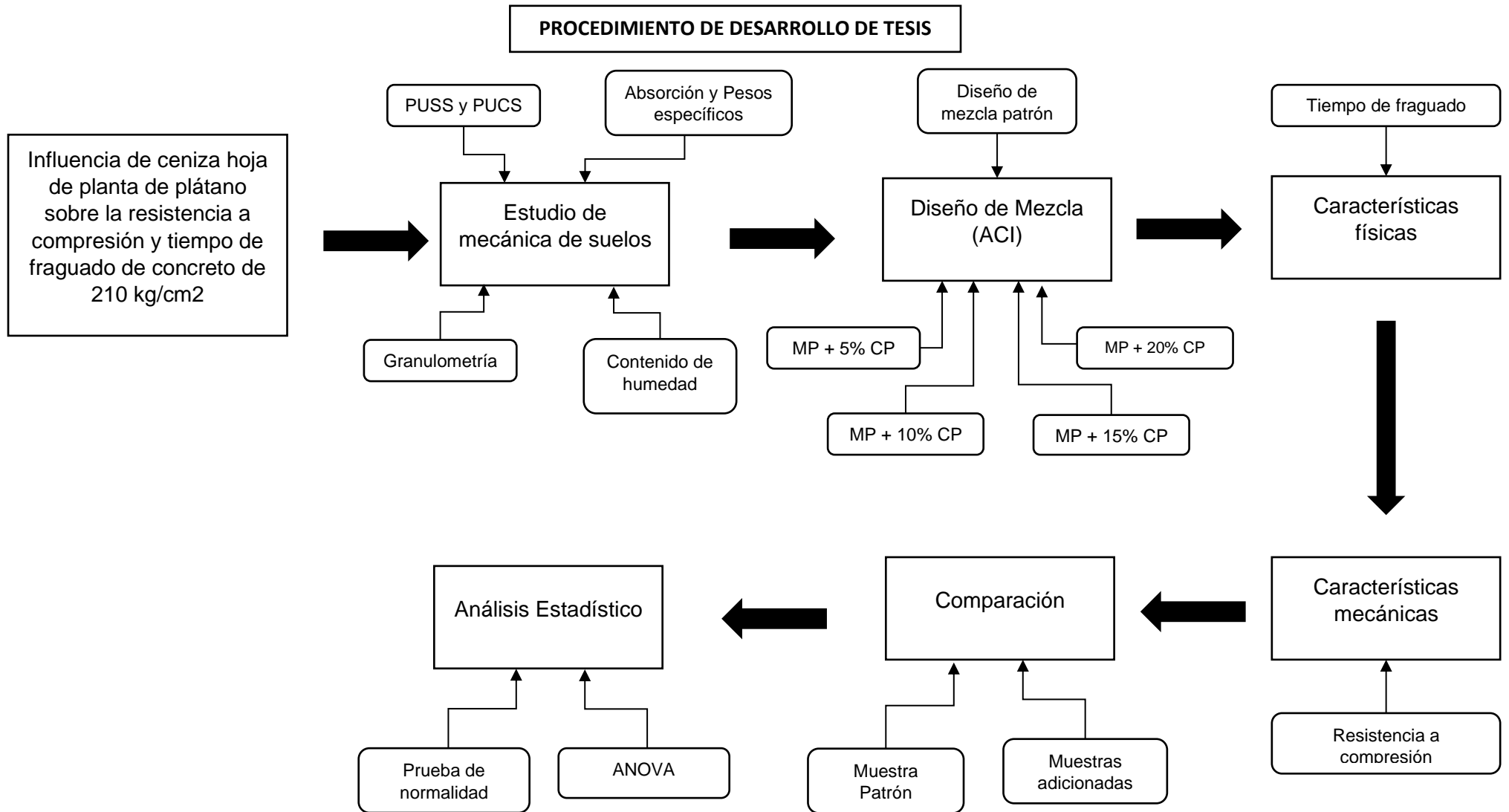


Preparación de la pasta de cemento para el ensayo de tiempo de fraguado

### Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente	Ceniza de hoja planta de plátano	La calcinación de las hojas de la planta de plátano genera cenizas puzolánicas las cuales contienen un alto contenido de sílice y alúmina en su composición los cuales son componentes que dan resistencia al concreto	La elaboración del concreto estará compuesta por cemento portland tipo I, agregado grueso y fino, agua y ceniza de hoja de planta de plátano. Lo cual se adicionará la ceniza en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%, agregado después de que los materiales hayan sido incorporados	Porcentaje de dosificación de la ceniza de hoja de planta de plátano	5% de ceniza de hoja de planta de plátano	Razón
					10% de ceniza de hoja de planta de plátano	
					15% de ceniza de hoja de planta de plátano	
					20% de ceniza de hoja de planta de plátano	
Variables dependientes	Propiedades del concreto	El concreto tiene la capacidad de endurecer a medida que se activa la reacción química entre el cemento y el agua, generando así propiedades en estado fresco y endurecido	Se determinará las propiedades físicas de los agregados a través de una caracterización, luego se realizará el diseño de mezcla de un concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup> considerando los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de hoja de planta de plátano. Posteriormente se determinarán las propiedades mecánicas a través del ensayo de resistencia a compresión para un periodo de 14 y 28 días y el ensayo de tiempo de fraguado que se realizará con la aguja de Vicat por periodos en minutos.	Estudio de mecánica de suelos	Granulometría	Razón
					Contenido de humedad	
					PUS Y PUCS	
					Absorción y Pesos específicos	
				Diseño de mezcla	Diseño de mezcla patrón (DMP)	
					DMP + 5% de ceniza	
					DMP + 10% de ceniza	
					DMP + 15% de ceniza	
				Características físicas	DMP + 20% de ceniza	
					Tiempo de fraguado	
				Características Mecánicas	Resistencia a compresión	
				Comparación	Mezcla Patrón	
					Mezclas Adicionadas	
Análisis estadístico	ANOVA					
	ANOVA					

**Anexo 4.** Diagrama de procedimiento experimental



**Anexo 5.** Certificación de ensayos de mecánica de suelos de los agregados finos y gruesos

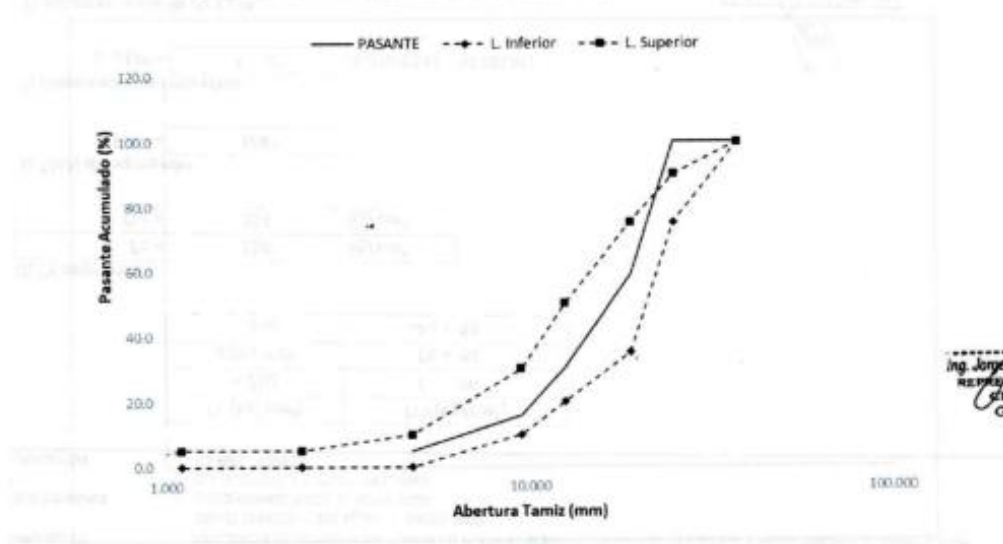


**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**  
NTP 400.012

PROYECTO	: INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
SOLICITANTE	: CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHALLYNO
UBICACIÓN	: TUMBES, TUMBES

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)		LÍMITES	
						RETENIDO	PASANTE	L. Inferior	L. Superior
1 1/2"	37.500	205.4	205.40	0.00	0.00	0.0	100.0	100	100
1"	25.000	175.05	175.05	0.00	0.00	0.0	100.0	75	90
3/4"	19.000	171.01	995.61	824.60	41.23	41.2	58.8	35	75
1/2"	12.500	204.83	772.94	568.11	28.41	69.6	30.4	20	50
3/8"	9.500	186.32	474.82	288.50	14.43	84.1	15.9	10	30
Nº4	4.750	189.87	409.75	219.88	10.99	95.1	4.9	0	10
Nº8	2.360	177.56	276.47	98.91	4.95	100.0	0.0	0	5
Nº16	1.100	128.21	128.21	0.00	0.00	100.0	0.0	0	5
Nº30	0.600	124.67	124.67	0.00	0.00	100.0	0.0	0	0
Nº50	0.297	123.66	123.66	0.00	0.00	100.0	0.0	0	0
Nº100	0.149	115.14	115.14	0.00	0.00	100.0	0.0	0	0
Nº200	0.075	247.01	247.01	0.00	0.00	100.0	0.0		
FONDO	Fondo	218.84	218.84	0.00	0.00	100.0	0.0		
<b>PESO TOTAL</b>				<b>2000.00</b>	<b>100</b>				



*Jorge*  
Ing. Jorge Barnantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
SEIP N° 197384  
GRUPO IMG





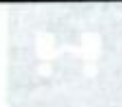
**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO**  
NTP. 400.022 / ASTM C127

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
<b>MUESTRA</b>	:	AGREGADO GRUESO
<b>SOLICITAN</b>	:	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
<b>UBICACIÓN</b>	:	TUMBES, TUMBES

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO**

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
B = Peso de la muestra SSS	g	426.74	427.18	427.51
C = Peso de la muestra SSS en el agua	g	258.35	262.69	259.85
Peso de bandeja	g	86.00	86.00	86.00
Peso de bandeja + Muestra seca	g	337.76	327.62	335.47
A = Peso de la muestra secada en el horno	g	423.76	413.62	421.47
Peso específico de masa SSS	kg/m <sup>3</sup>	2534.24	2597.00	2549.86
Peso específico aparente	kg/m <sup>3</sup>	4253.37	5045.74	4436.26
<b>Peso específico de masa</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>2517</b>	<b>2515</b>	<b>2514</b>
<b>Promedio del peso específico de masa</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>2515</b>		
<b>Peso específico de masa:</b>	<b>2515</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		

  
Ing. Jorge Barrios Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
SEP N° 197384  
GRUPO IMG





**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
 NTP. 400.022 / ASTM C127

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO
<b>SOLICITAN</b>	: CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
<b>UBICACIÓN</b>	: TUMBES, TUMBES

ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-1	M-2	M-3
B = Peso de la muestra SSS	kg	426.74	427.18	427.51
A = Peso de la muestra secada en el horno	kg	423.76	413.62	421.47
<b>Porcentaje de absorción (%)</b>	<b>%</b>	<b>0.7</b>	<b>3.3</b>	<b>1.4</b>
<b>Promedio</b>	<b>%</b>	<b>1.8</b>		
<b>Absorción:</b>	<b>1.8</b>	<b>%</b>		

*[Faint stamp and signature area]*

*[Signature]*  
 Ing. Jorge Barantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 OIP N° 197304  
 GRUPO IMG

*[Faint table with columns for 'Muestra', 'Peso', 'Absorción', etc.]*

*[Faint text]*



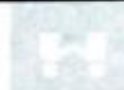
**ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO SUELTO**  
 NTP. 400.017 / ASTM C29

PROYECTO	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
MUESTRA	AGREGADO GRUESO
SOLICITAN	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
UBICACIÓN	TUMBES, TUMBES

PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	17.751	17.869	17.852
<b>Peso Unitario Suelto (P.U.S.)</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1561</b>	<b>1572</b>	<b>1571</b>
<b>Promedio</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1568</b>		
<b>Peso Unitario Suelto (P.U.S.)</b>	<b>1568</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		

DESCRIPCIÓN	UND	M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	17.751	17.869	17.852
<b>Peso Unitario Suelto (P.U.S.)</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1561</b>	<b>1572</b>	<b>1571</b>
<b>Promedio</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1568</b>		
<b>Peso Unitario Suelto (P.U.S.)</b>	<b>1568</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		

  
 Ing. Jorge Barrios Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 RUP N° 197384  
 GRUPO IMG





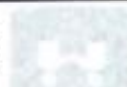
**ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO COMPACTADO**  
 NTP. 400.017 / ASTM C29

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO
<b>SOLICITAN</b>	: CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
<b>UBICACIÓN</b>	: TUMBES, TUMBES

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	19.625	19.428	19.751
<b>Peso Unitario Compactado (P.U.C.)</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1738</b>	<b>1719</b>	<b>1750</b>
<b>Promedio</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1736</b>		
<b>Peso Unitario Compactado (P.U.C.)</b>	<b>1736</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		

*[Faint background image of a laboratory report form with a signature and stamp.]*

**Ing. Jorge Barrientes Villanueva**  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG





**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**  
 NTP. 490.017 / ASTM C29

<b>PROYECTO</b>	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
<b>MUESTRA</b>	AGREGADO GRUESO
<b>SOLICITAN</b>	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
<b>UBICACIÓN</b>	TUMBES, TUMBES

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de tara	g	71.49	72.15	71.72
Peso de la muestra natural	g	131.45	141.42	136.42
Peso de muestra seca + Tara	g	195.52	205.25	199.78
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>6.0</b>	<b>6.3</b>	<b>6.5</b>
<b>Promedio</b>	<b>%</b>	<b>6.3</b>		
<b>Contenido de humedad:</b>	<b>6.3</b>	<b>%</b>		

DESCRIPCIÓN	UND	M-1	M-2	M-3
Peso de tara	g	71.49	72.15	71.72
Peso de la muestra natural	g	131.45	141.42	136.42
Peso de muestra seca + Tara	g	195.52	205.25	199.78
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>6.0</b>	<b>6.3</b>	<b>6.5</b>
<b>Promedio</b>	<b>%</b>	<b>6.3</b>		
<b>Contenido de humedad:</b>	<b>6.3</b>	<b>%</b>		

*Joni*  
 Ing. Jorge Barantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



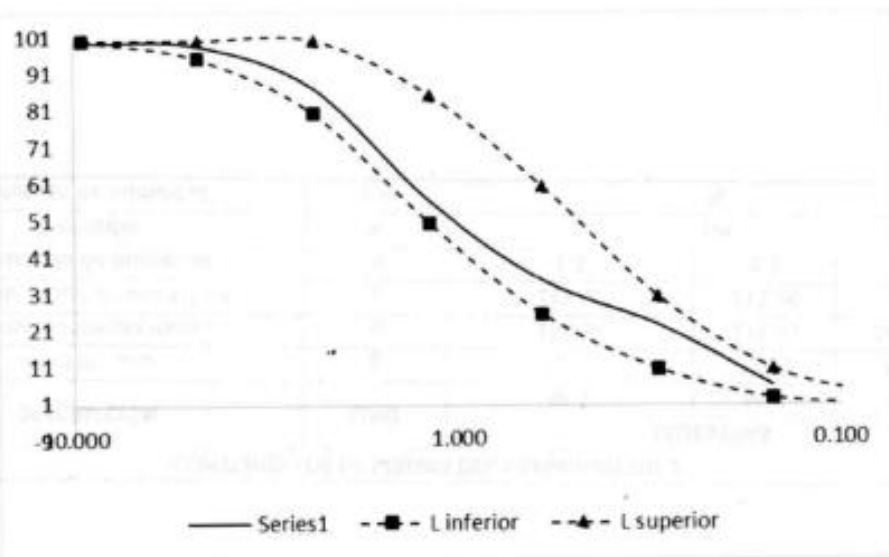




**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**  
**NTP 400.012**

PROYECTO	:	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
MUESTRA	:	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	:	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
UBICACIÓN	:	TUMBES, TUMBES

TAMIZ	ABERTUR A (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENID O (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	186.32	191.51	5.19	1	1	99
N°4	4.750	189.87	198.45	8.58	1	1	99
N°8	2.360	177.56	294.41	116.85	12	13	87
N°16	1.180	128.21	434.73	306.52	31	44	56
N°30	0.600	124.67	342.52	217.85	22	65	35
N°50	0.300	123.66	245.84	122.18	12	78	22
N°100	0.150	115.14	281.71	166.57	17	94	6
N°200	0.075	247.01	240.95	-6.06	-1	94	6
FONDO		218.84	281.16	62.32	6	100	0
<b>PESO TOTAL</b>				1000.00		100	
				<b>M. FINURA</b>		<b>2.96</b>	



Ing. Jorge Durantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO**  
 NTP. 400.022 / ASTM C128

PROYECTO	INFLUENCIA DE GENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
MUESTRA	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
UBICACIÓN	TUMBES, TUMBES

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Volumen de agua en la fiola	cm <sup>3</sup>	500	500	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	159.39	159.39	159.39
<b>B =</b> Peso de la fiola + Agua	g	658.91	657.42	658.24
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	612.05	611.73	607.58
<b>C =</b> Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	951.45	949.51	951.68
Peso del agua (5-4)	g	339.4	337.78	344.1
Peso de recipiente	g	115.62	115.67	114.85
Recipiente + Muestra seca	g	545.23	539.86	542.15
<b>A =</b> Peso de la muestra secada al horno	g	431.25	432.11	427.3
<b>S =</b> Peso de la muestra SSS (4-2)	g	452.66	452.34	448.19
Peso específico de masa SSS	kg/m <sup>3</sup>	2827	2823	2896
Peso específico aparente	kg/m <sup>3</sup>	3109	3086	3192
<b>Peso específico de masa</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>2693</b>	<b>2696</b>	<b>2761</b>
<b>Promedio peso específico de masa</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>2717</b>		
<b>Peso específico de masa:</b>	<b>2717</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		

DESCRIPCIÓN	UND	M-1	M-2	M-3
Volumen de agua en la fiola	cm <sup>3</sup>	500	500	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	159.39	159.39	159.39
<b>B =</b> Peso de la fiola + Agua	g	658.91	657.42	658.24
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	612.05	611.73	607.58
<b>C =</b> Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	951.45	949.51	951.68
Peso del agua (5-4)	g	339.4	337.78	344.1
Peso de recipiente	g	115.62	115.67	114.85
Recipiente + Muestra seca	g	545.23	539.86	542.15
<b>A =</b> Peso de la muestra secada al horno	g	431.25	432.11	427.3
<b>S =</b> Peso de la muestra SSS (4-2)	g	452.66	452.34	448.19
Peso específico de masa SSS	kg/m <sup>3</sup>	2827	2823	2896
Peso específico aparente	kg/m <sup>3</sup>	3109	3086	3192
<b>Peso específico de masa</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>2693</b>	<b>2696</b>	<b>2761</b>
<b>Promedio peso específico de masa</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>2717</b>		
<b>Peso específico de masa:</b>	<b>2717</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		

*[Firma]*  
 Ing. Jorge Durantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

GRUPO IMGP  
 INGENIERÍA, MATERIALES Y GEOTECNIA





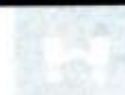
**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
NTP. 400.022 / ASTM C128

PROYECTO	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
MUESTRA	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
UBICACIÓN	TUMBES, TUMBES

ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra SSS (4-2)	g	452.66	452.34	448.19
Peso de la muestra secada al horno	g	431.25	432.11	427.3
Porcentaje de absorción (%)	%	5.0	4.7	4.9
Promedio	%	4.8		
Absorción:	4.8	%		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra SSS (4-2)	g	452.66	452.34	448.19
Peso de la muestra secada al horno	g	431.25	432.11	427.3
Porcentaje de absorción (%)	%	5.0	4.7	4.9
Promedio	%	4.8		
Absorción:	4.8	%		

  
 Ing. Jony Barrantes Villaverde  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 SUP N° 197384  
 GRUPO IMG







**ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO SUELTO**  
NTP. 400.017 / ASTM C29

PROYECTO	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
MUESTRA	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
UBICACIÓN	TUMBES, TUMBES

PESO UNITARIO SECO SUELTO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.202	1.202	1.202
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	19.584	19.842	19.468
<b>Peso Unitario Suelto (P.U.S.)</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1734</b>	<b>1758</b>	<b>1723</b>
<b>Promedio</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1738</b>		
<b>Peso Unitario Suelto (P.U.S.)</b>	<b>1738</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		

  
Ing. Jorge Barrios Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

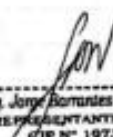




**ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO COMPACTADO**  
NTP. 400.017 / ASTM C29

PROYECTO	:	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
MUESTRA	:	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	:	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
UBICACIÓN	:	TUMBES, TUMBES

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.202	1.202	1.202
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	20.158	21.426	21.547
<b>Peso Unitario Compactado (P.U.C.)</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1788</b>	<b>1907</b>	<b>1919</b>
<b>Promedio</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1871</b>		
<b>Peso Unitario Compactado (P.U.C.)</b>	<b>1871</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		


  
Ing. Jorge Armando Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**  
NTP. 329.185 / ASTM C566

PROYECTO	:	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
MUESTRA	:	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	:	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI
UBICACIÓN	:	CLAVJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
		TUMBES, TUMBES

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de tara	g	72.45	71.69	72.58
Peso de la muestra natural	g	143.17	143.58	142.03
Peso de muestra seca + Tara	g	213.52	213.46	212.58
Contenido de humedad	%	1.5	1.3	1.5
Promedio	%	1.4		
Contenido de humedad:	1.4	%		

  
Ing. Jony Ferrnandes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
SIP N° 197384  
GRUPO IMG





**ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD Y PH**

<b>PROYECTO</b>	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022
<b>MUESTRA</b>	AGREGADOS
<b>SOLICITAN</b>	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
<b>UBICACIÓN</b>	TUMBES, TUMBES

	<b>Codigo</b>	<b>Nivel de pH</b>	<b>Conductividad (uS/cm)</b>
<b>Agregado grueso</b>	A1	7	821.3
	A2	7	822.6
	A3	7	825.5
	Promedio	7.00	823.1
<b>Agregado fino</b>	P1	7.1	1987
	P2	7.2	1981
	P2	7	1986
	Promedio	7.10	1984.7
<b>Agua potable</b>		8	1402.60
<b>H2O destilada</b>		6.9	170.50

  
Ing. Jorge Bermúdez Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197304  
GRUPO IMG

## Anexo 6. Certificación de diseño de mezcla para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>

### DISEÑO DE MEZCLA

ACI 211

PROYECTO	:	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , TUMBES, 2022	:	:
SOLICITANTES	:	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI	:	:
UBICACIÓN	:	CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO	:	:
	:	TUMBES, TUMBES	:	:

f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )
< 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
> 350	f'c + 99

#### 0) f'c requerida

f'c =	210	kg/cm <sup>2</sup>
f'cr =	294	kg/cm <sup>2</sup>

#### 1) TMN del agregado

TMN =

#### 2) Asentamiento requerido

SLUMP =  ASTM C143 (TABLAS)

#### 3) Volumen unitario de agua

Agua =  l/m<sup>3</sup> (TABLAS)

#### 4) Contenido de aire

Aire atrapado =  % (TABLAS)

#### 5) Relación agua/cemento

f'cr (28 días)	r a/c
200	0.7
210	x
250	0.62

(TABLAS)

r a/c = 0.68 relación a/c de diseño

#### 6) Factor cemento

Cantidad de cemento = 299.7 kg

FC = 7.1

#### 7) Volumen absoluto de la pasta (TIPO I: Pacasmayo)

Peso específico de cemento:  g/cm<sup>3</sup>  kg/m<sup>3</sup>

Cemento: 0.096 m<sup>3</sup>

Agua: 0.205 m<sup>3</sup>

Aire: 0.02 m<sup>3</sup>

m<sup>3</sup>

  
 ing. Jorge Barantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

**8) Volumen absoluto del agregado grueso:**

		0.679	m <sup>3</sup>
M.F, Agr. Fino	2.8	<b>2.96</b>	3
	0.62	x	0.6

x= 0.604 m<sup>3</sup>

Contenido del Agregado Grueso = 1048.24 kg/m<sup>3</sup>

Volumen del Agregado Grueso = 0.416 m<sup>3</sup>

Volumen (cemento, agua, aire, A.G.) = 0.737 m<sup>3</sup>

Volumen del Agregado Fino = 0.263 m<sup>3</sup>

Contenido del Agregado Fino = 715.33 kg/m<sup>3</sup>

Volumento Total = 1.000 OK

**9) Corrección de agua**

Aporte de agua de los agregados:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = (\text{Masa (Kg)}) / (\text{Peso Especifico (Kg/m}^3\text{)})$$

<b>Peso húmedo:</b>	Agregado húmedo = Diseño Seco (1+Contenido de Humedad)/100
---------------------	--

Agregado Fino = 725.4 kg/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso = 1075.3 kg/m<sup>3</sup>

**Agua efectiva:** vacíos por llenar

Agregado Fino = 24.61 l/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso = 4.92 l/m<sup>3</sup>

Agua = 205 l/m<sup>3</sup>

<b>Agua Efectiva =</b>	<b>234.5</b>	<b>l/m<sup>3</sup></b>
------------------------	--------------	------------------------

  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

**10) Valores de diseño seco**

Material	Unidad	Cantidad
Cemento Tipo I	kg/m <sup>3</sup>	300
Agua	l/m <sup>3</sup>	205
Agregado Fino	kg/m <sup>3</sup>	715
Agregado Grueso	kg/m <sup>3</sup>	1048



11) Valores corregidos

CEMENTO MS	Unidad	Cantidad	%	Proporcion en peso	volumen m3
Cemento Tipo I	kg/m <sup>3</sup>	299.7	13	1.0	0.1
Agua	l/m <sup>3</sup>	234.5	10	0.8	0.2
Agregado Fino	kg/m <sup>3</sup>	725.4	31	2.4	0.3
Agregado Grueso	kg/m <sup>3</sup>	1075.3	46	3.6	0.4
Total =		2334.9	kg/m <sup>3</sup>		

Peso Esp. Agua	1000	kg/m <sup>3</sup>	R a/c	0.78
----------------	------	-------------------	-------	------

  
 -----  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

## Anexo 7. Certificación del ensayo de tiempo de fraguado



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

### ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DE CEMENTO ADICIONADO ASTM C191

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , 2022
<b>MUESTRAS</b>	: 5 MUESTRAS DE MEZCLA DE CEMENTO CON ADICIÓN DE CENIZA
<b>SOLICITANTE</b>	: CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
<b>FECHA</b>	: NOVIEMBRE DEL 2022

### ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DE CEMENTO

Tiempo de fraguado (min)	PENETRACIÓN (mm)				
	0	5%	10%	15%	20%
0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
15	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
30	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
45	39.0	38.0	39.0	38.0	38.0
60	35.0	33.0	36.0	35.0	33.0
75	24.0	28.0	34.0	28.0	26.0
90	20.0	23.0	27.0	23.0	19.0
105	17.0	19.0	23.0	16.0	16.0
120	12.0	13.0	20.0	11.0	13.0
135	10.0	10.0	16.0	8.0	11.0
150	9.0	9.0	13.0	7.0	9.0
165	8.0	7.0	11.0	6.0	8.0
180	7.0	5.0	9.0	5.0	7.0
195	6.0	4.0	7.0	4.0	5.0
210	5.0	3.5	5.0	3.0	2.5
225	4.0	3.0	4.0	2.6	1.9
240	3.0	2.8	3.5	2.4	1.6
255	2.5	2.5	2.5	2.1	1.2
270	2.0	2.0	2.0	1.8	0.9
285	1.5	1.5	1.8	1.6	0.7
300	1.0	1.0	1.5	1.4	0.6
315	0.8	0.9	1.3	1.0	0.4
330	0.6	0.8	1.1	0.8	0.2
345	0.2	0.5	1.0	0.4	0.0
360	0.0	0.3	0.5	0.2	
375		0.0	0.2	0.0	
390			0.0		
405					

  
Ing. Jorge Barantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS	Las pastas de cemento fueron realizadas por los solicitantes
-----------------------------	--





**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO  
ASTM C191**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , 2022
<b>MUESTRAS</b>	:	15 TESTIGOS ALCANZADOS POR LOS SOLICITANTES
<b>SOLICITANTE</b>	:	CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVIJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
<b>FECHA</b>	:	NOVIEMBRE DEL 2022

**TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DEL CEMENTO**

% de ceniza	Temperatura ambiente (°C)	Relación a/c (%)	Fraguado inicial a 25 mm (min)	Fraguado final a 00 mm (min)
0%	18.8	33.45	73.63	360
5%	19.5	37.15	84	375
10%	20.1	42.32	97.5	390
15%	19.4	53.51	84.23	375
20%	18.2	61.46	77.14	345

  
-----  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

## Anexo 8. Certificación del ensayo de resistencia a compresión



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

### ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO ASTM C39

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , 2022
<b>MUESTRAS</b>	: 15 TESTIGOS ALCANZADOS POR LOS SOLICITANTES
<b>SOLICITANTE</b>	: CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVUJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
<b>FECHA</b>	: NOVIEMBRE DEL 2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 14 DÍAS DE CURADO DE LOS TESTIGOS

N°	Probeta Espécimen	Resist. diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	Fecha de Rotura		Edad (días)	Dimensiones		Relación L/D	Carga (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				Elaboración	Rotura		Diámetro (cm)	Longitud (cm)				
01	PP-01	210	0	21/10/2022	04/11/2022	14	15.15	29.96	2	35181.5	180.27	195.16
02	PP-02	210	0	21/10/2022	04/11/2022	14	15.13	29.98	2	35319.8	179.79	196.45
03	PP-03	210	0	21/10/2022	04/11/2022	14	15.11	29.90	2	35168.2	179.32	196.12
04	PP-01-5	210	5	21/10/2022	04/11/2022	14	15.16	29.97	2	36923.1	180.50	204.56
05	PP-02-5	210	5	21/10/2022	04/11/2022	14	15.08	29.95	2	36457.6	178.60	204.13
06	PP-03-5	210	5	21/10/2022	04/11/2022	14	15.10	29.97	2	36310.3	179.08	202.76
07	PP-01-10	210	10	21/10/2022	04/11/2022	14	15.11	29.91	2	37454.6	179.32	208.87
08	PP-02-10	210	10	21/10/2022	04/11/2022	14	15.15	29.95	2	37305.1	180.27	206.94
09	PP-03-10	210	10	21/10/2022	04/11/2022	14	15.14	29.95	2	37538.1	180.03	208.51
10	PP-01-15	210	15	22/10/2022	05/11/2022	14	15.09	29.92	2	36685.5	178.84	205.13
11	PP-02-15	210	15	22/10/2022	05/11/2022	14	15.11	29.98	2	36783.9	179.32	205.13
12	PP-03-15	210	15	22/10/2022	05/11/2022	14	15.16	29.93	2	36957.4	180.50	204.75
13	PP-01-20	210	20	22/10/2022	05/11/2022	14	15.10	29.99	2	32653.5	179.08	182.34
14	PP-02-20	210	20	22/10/2022	05/11/2022	14	15.12	29.97	2	32967.2	179.55	183.61
15	PP-03-20	210	20	22/10/2022	05/11/2022	14	15.13	29.98	2	32959.1	179.79	183.32

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

El moldeo y curado de los testigos fueron realizados por los solicitantes

VALORES		
EDAD DE CURADO (DÍAS)	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	MÁXIMO
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

*Jorge Barrantes Villanueva*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO  
ASTM C3**

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DE CENIZA HOJA PLANTA DE PLÁTANO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> , 2022
<b>MUESTRAS</b>	: 15 TESTIGOS ALCANZADOS POR LOS SOLICITANTES
<b>SOLICITANTE</b>	: CHUQUIMANGO BACILIO, BEYSI YOSELI CLAVUJO PÉREZ, CLEVER JHULLYNO
<b>FECHA</b>	: NOVIEMBRE DEL 2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS DE CURADO DE LOS TESTIGOS**

N°	Probeta Espécimen	Resist. diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Adición (%)	Fecha de Rotura		Edad (días)	Dimensiones		Relación L/D	Carga (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
				Elaboración	Rotura		Diámetro (cm)	Longitud (cm)				
01	PP-01	210	0	25/10/2022	22/11/2022	28	15.08	29.97	2	37514.1	178.60	210.04
02	PP-02	210	0	25/10/2022	22/11/2022	28	15.11	29.97	2	37629.4	179.32	209.85
03	PP-03	210	0	25/10/2022	22/11/2022	28	15.13	29.98	2	37964.6	179.79	211.16
04	PP-01-5	210	5	25/10/2022	22/11/2022	28	15.10	29.96	2	42375.4	179.08	236.63
05	PP-02-5	210	5	25/10/2022	22/11/2022	28	15.09	29.95	2	42002.7	178.84	234.86
06	PP-03-5	210	5	25/10/2022	22/11/2022	28	15.15	29.97	2	42858.4	180.27	237.75
07	PP-01-10	210	10	25/10/2022	22/11/2022	28	15.12	29.98	2	43927.7	179.55	244.65
08	PP-02-10	210	10	25/10/2022	22/11/2022	28	15.12	29.99	2	43834.4	179.55	244.13
09	PP-03-10	210	10	25/10/2022	22/11/2022	28	15.11	29.96	2	43728.0	179.32	243.86
10	PP-01-15	210	15	25/10/2022	22/11/2022	28	15.12	29.94	2	42189.6	179.55	234.97
11	PP-02-15	210	15	25/10/2022	22/11/2022	28	15.11	29.97	2	42017.3	179.32	234.32
12	PP-03-15	210	15	25/10/2022	22/11/2022	28	15.14	29.96	2	42384.1	180.03	235.43
13	PP-01-20	210	20	25/10/2022	22/11/2022	28	15.13	29.98	2	39874.0	179.79	221.78
14	PP-02-20	210	20	25/10/2022	22/11/2022	28	15.12	29.96	2	39438.9	179.55	219.65
15	PP-03-20	210	20	25/10/2022	22/11/2022	28	15.10	29.95	2	39139.4	179.08	218.56

<b>OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS</b>	El moldeo y curado de los testigos fueron realizados por los solicitantes
------------------------------------	---

VALORES		
EDAD DE CURADO (DÍAS)	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	MÁXIMO
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

*Jorge*  
Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

## Anexo 9. Ficha técnica del cemento Pacasmayo Tipo I



### DESCRIPCIÓN

**Cemento Portland Tipo I.** Gracias a su nuevo diseño de clinker, se logra una mejor resistencia a la compresión garantizando óptimos resultados en tu obra.



### USOS

- Cemento de uso general.

### ATRIBUTOS

**Diseño que supera los requisitos de la normas nacionales**

**Altas resistencias a todas las edades**

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

### RECOMENDACIONES PARA USO Y ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar sobre plataforma de madera y en rumas que no excedan las 8 bolsas

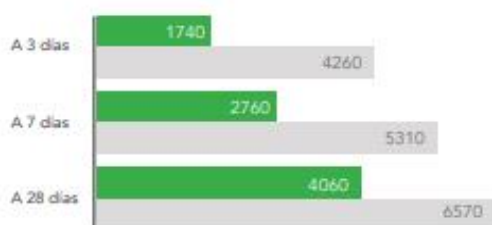


Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



\*Requisito opcional.

**Resistencia a la compresión (psi)**

■ Resultado Promedio ■ Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150



# Cemento Tipo I Estructural

## Cemento Portland Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

### REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO <sub>3</sub>	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

### REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm <sup>2</sup> /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
<b>Resistencia a la compresión</b>					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat</b>					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	139
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250

\*Valores promedios referenciales de lotes despachados / \*\*Requisito opcional.

### VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha Recomendada de Uso: para aprovechar de mejor manera sus propiedades

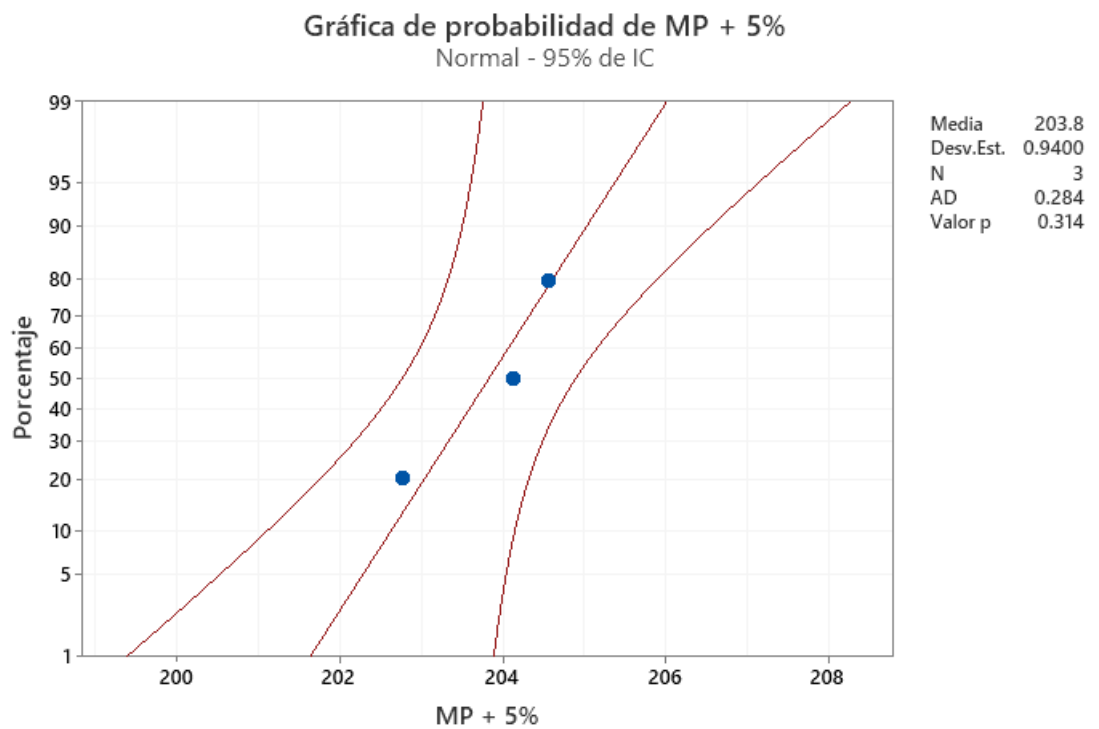


Fecha de Producción: para que utilices el cemento más fresco

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.

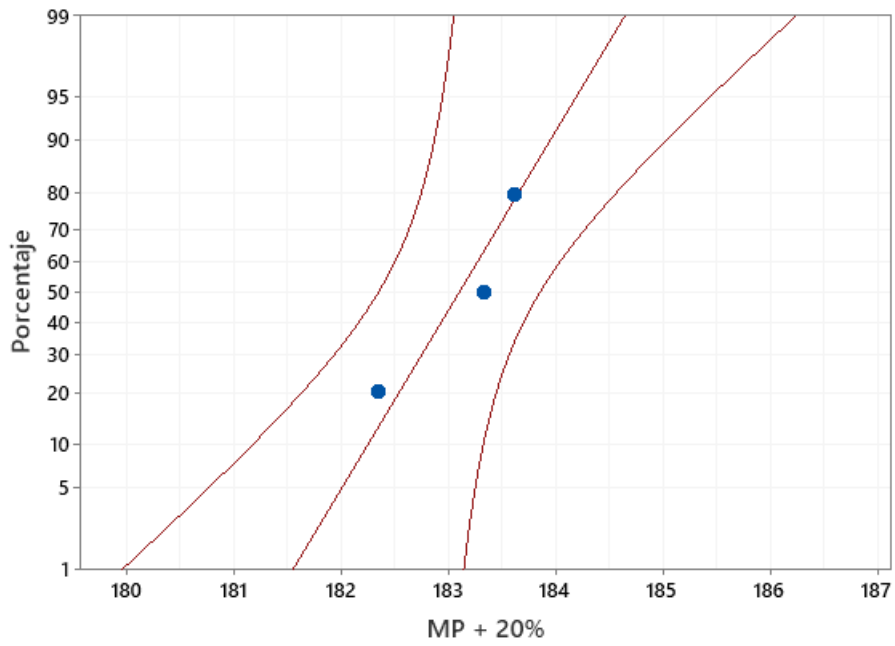
**Anexo 10.** Gráficos de probabilidad del análisis estadístico de prueba de normalidad.

- **Gráficos de probabilidad** de los resultados de resistencia a compresión a 14 días de curado.

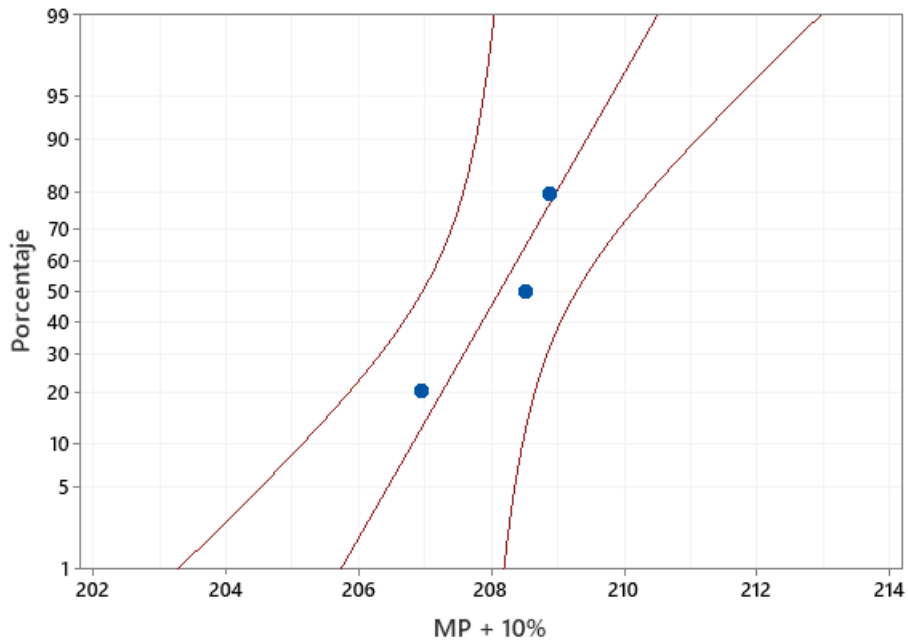


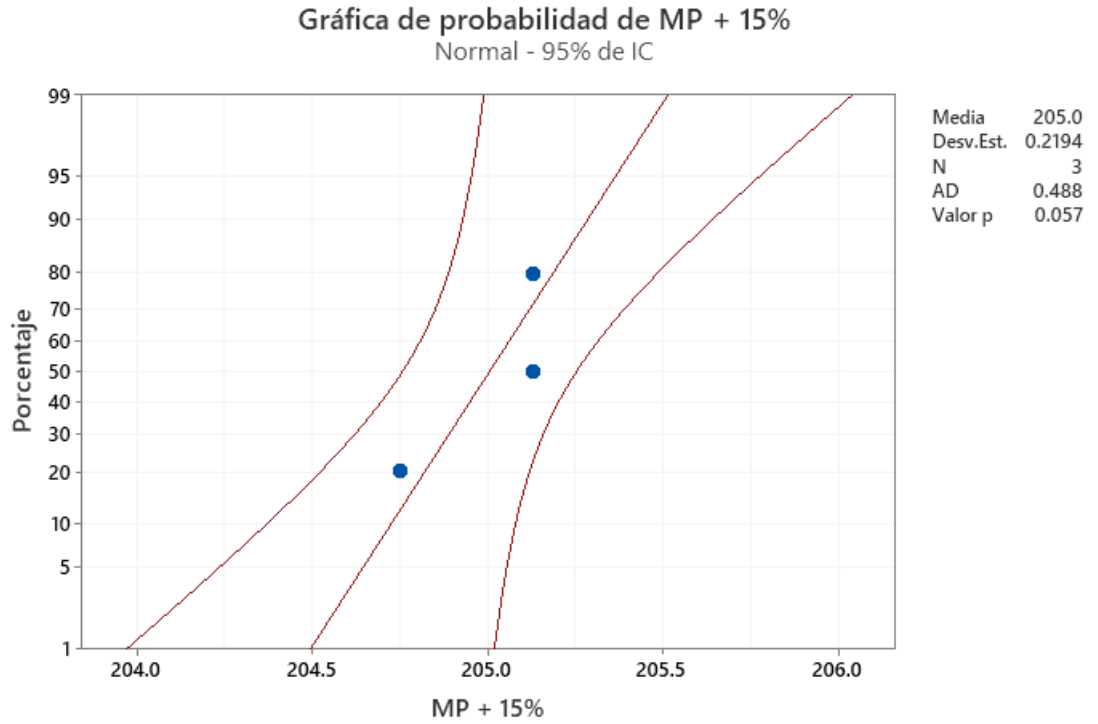


Gráfica de probabilidad de MP + 20%  
Normal - 95% de IC

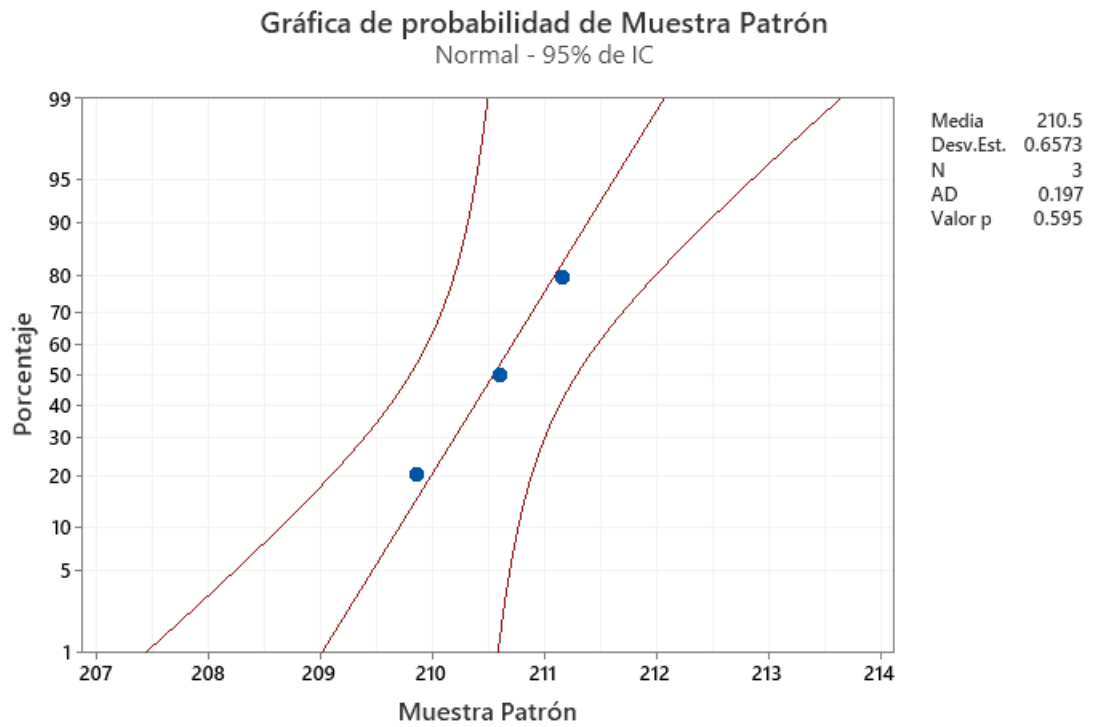


Gráfica de probabilidad de MP + 10%  
Normal - 95% de IC



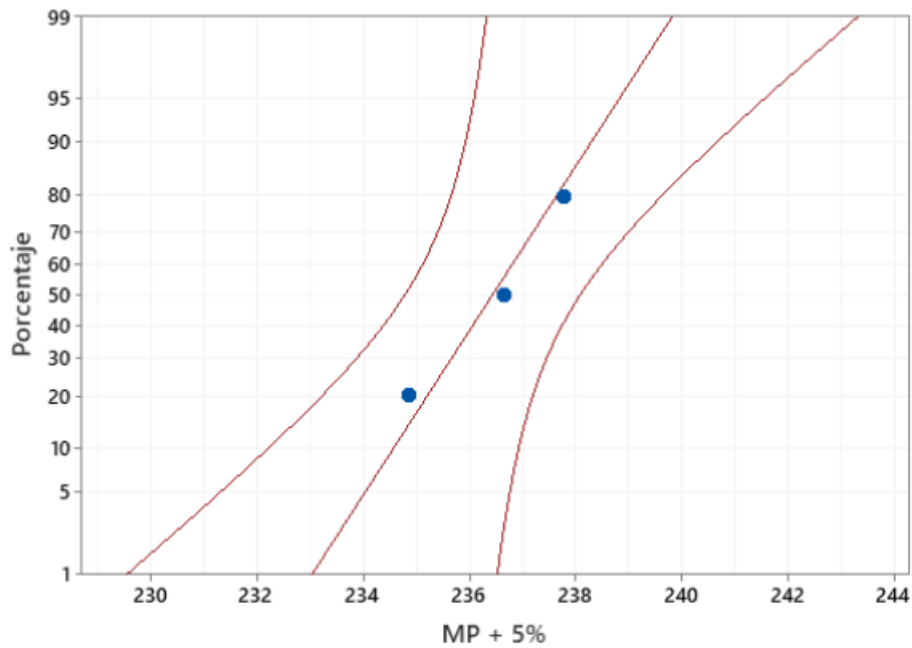


- **Gráficos de probabilidad** de los resultados de resistencia a compresión a 28 días de curado.

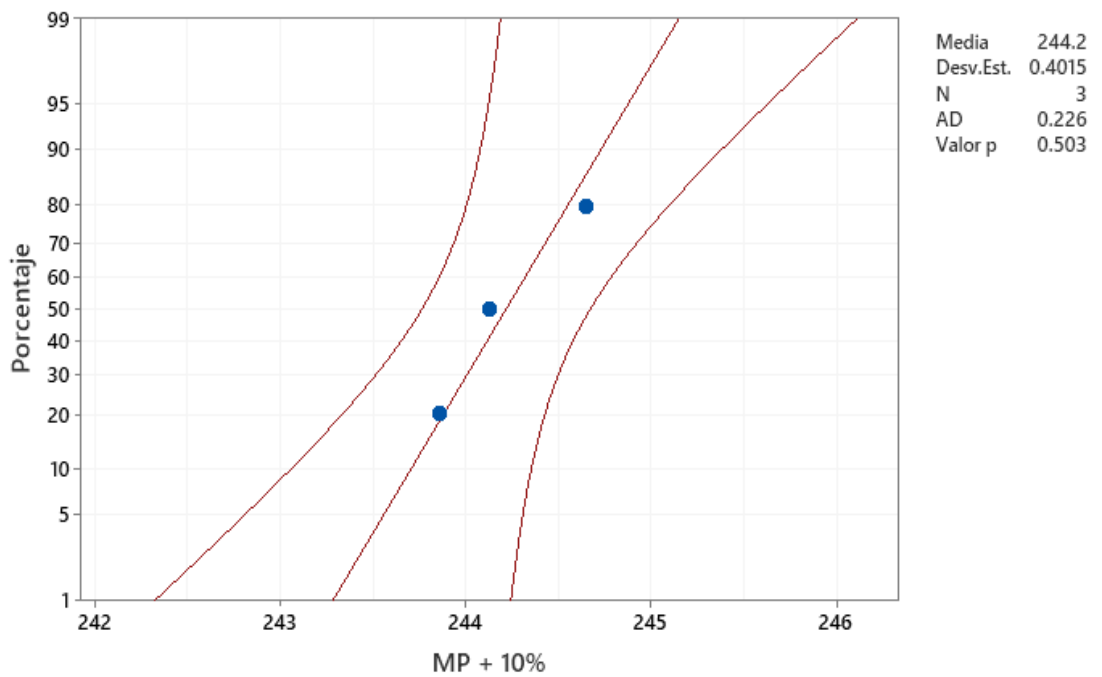




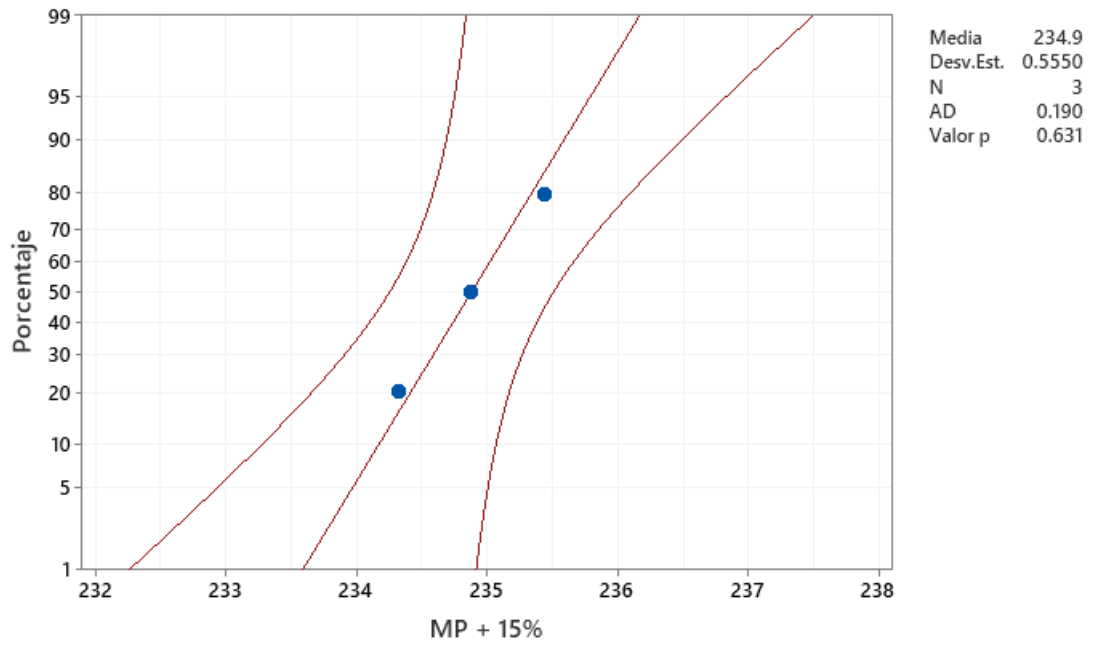
Gráfica de probabilidad de MP + 5%  
Normal - 95% de IC



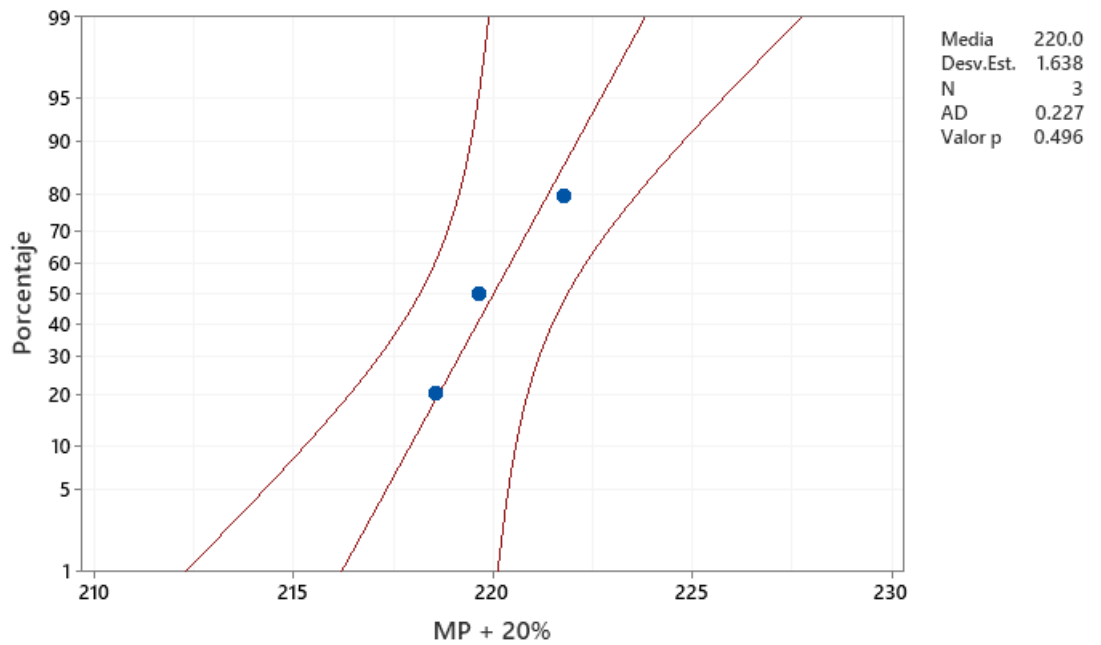
Gráfica de probabilidad de MP + 10%  
Normal - 95% de IC



Gráfica de probabilidad de MP + 15%  
Normal - 95% de IC



Gráfica de probabilidad de MP + 20%  
Normal - 95% de IC



## Anexo 11. Análisis estadístico de varianza ANOVA

- **ANOVA** de los resultados de resistencia a compresión a 14 días de curado.

☒ DATOS RESIS. 14 DÍAS

**ANOVA de un solo factor: Muestra Patrón; MP + 5%; MP + 10%; MP + 15%; MP + 20%**

### Método

Hipótesis nula      Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna      No todas las medias son iguales  
Nivel de significancia       $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	5	Muestra Patrón; MP + 5%; MP + 10%; MP + 15%; MP + 20%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	1214.03	303.507	527.47	0.000
Error	10	5.75	0.575		
Total	14	1219.78			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.758551	99.53%	99.34%	98.94%

### Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra Patrón	3	195.910	0.670	(194.934; 196.886)
MP + 5%	3	203.817	0.940	(202.841; 204.792)
MP + 10%	3	208.107	1.026	(207.131; 209.082)
MP + 15%	3	205.003	0.219	(204.028; 205.979)
MP + 20%	3	183.090	0.666	(182.114; 184.066)

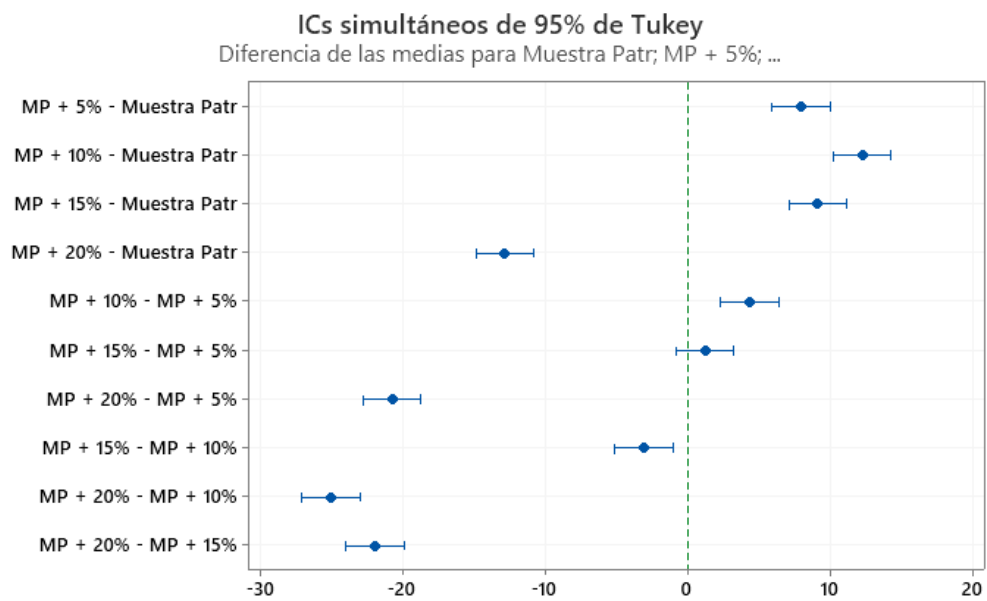
*Desv.Est. agrupada = 0.758551*

## Comparaciones en parejas de Tukey

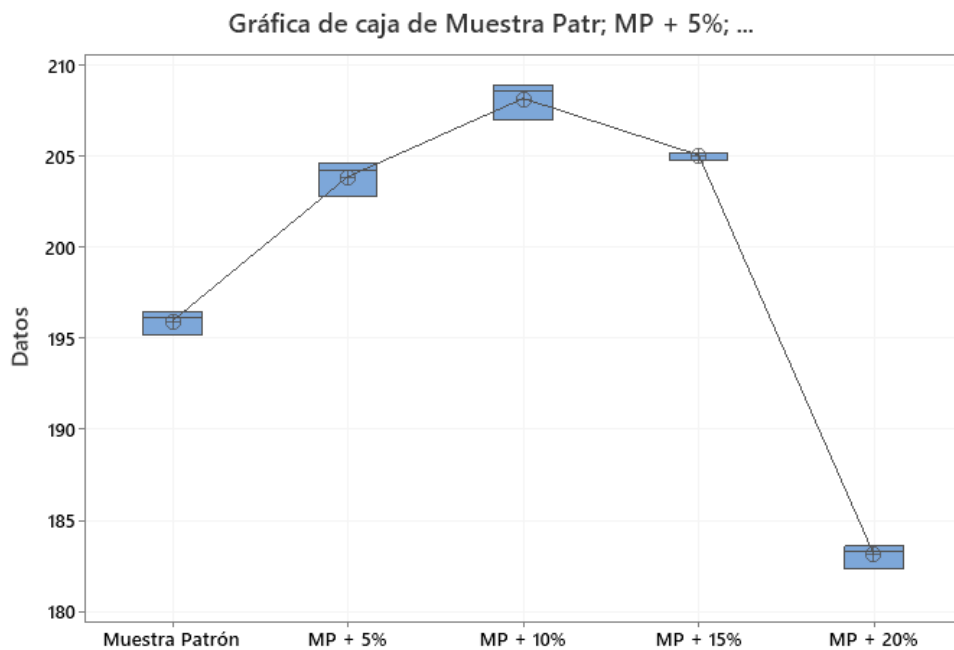
### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
MP + 10%	3	208.107	A
MP + 15%	3	205.003	B
MP + 5%	3	203.817	B
Muestra Patrón	3	195.910	C
MP + 20%	3	183.090	D

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*



*Si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente diferentes.*



- **ANOVA** de los resultados de resistencia a compresión a 28 días de curado.

■ DATOS RESIS. 28 DÍAS

### ANOVA de un solo factor: Muestra Patrón; MP + 5%; MP + 10%; MP + 15%; MP + 20%

#### Método

Hipótesis nula      Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna      No todas las medias son iguales  
 Nivel de significancia       $\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	5	Muestra Patrón; MP + 5%; MP + 10%; MP + 15%; MP + 20%

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	2227.92	556.980	488.00	0.000
Error	10	11.41	1.141		
Total	14	2239.33			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.06834	99.49%	99.29%	98.85%

#### Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra Patrón	3	210.537	0.657	(209.162; 211.911)
MP + 5%	3	236.413	1.457	(235.039; 237.788)
MP + 10%	3	244.213	0.402	(242.839; 245.588)
MP + 15%	3	234.873	0.555	(233.499; 236.248)
MP + 20%	3	219.997	1.638	(218.622; 221.371)

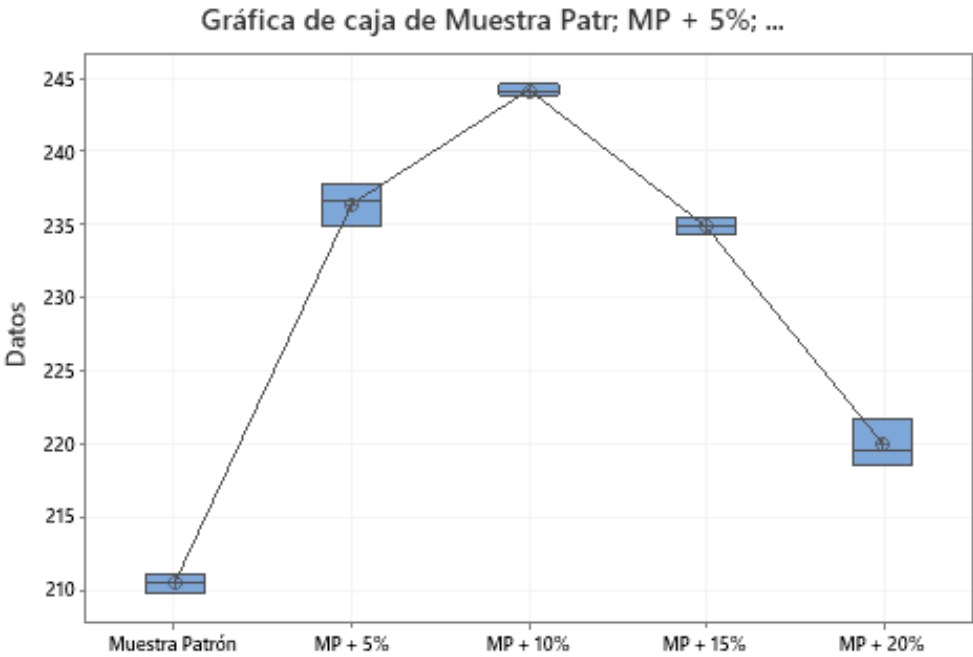
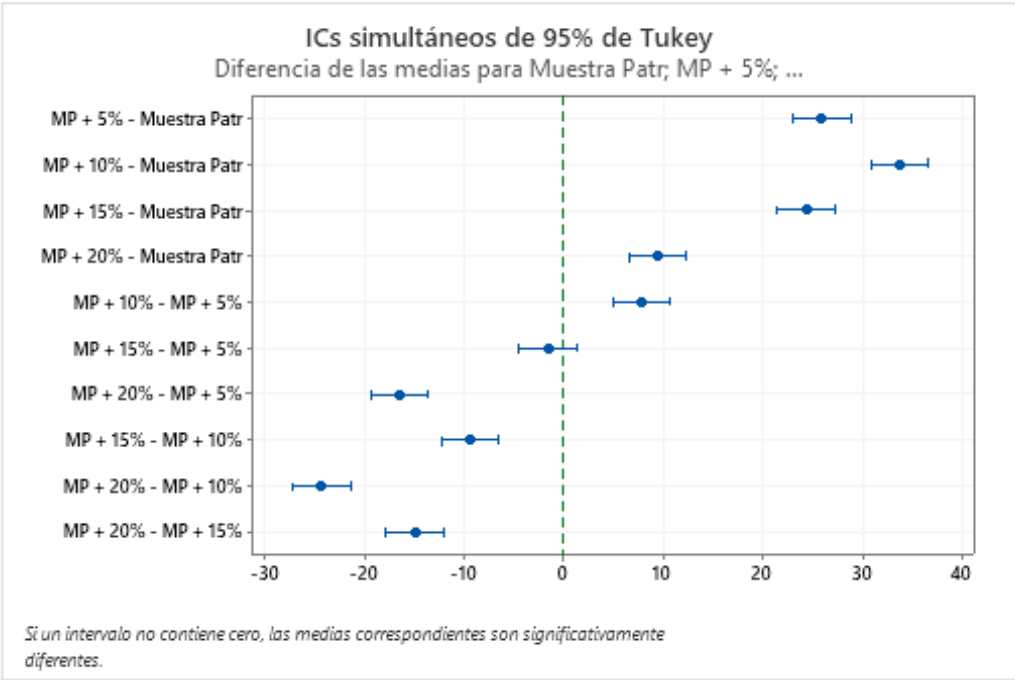
*Desv.Est. agrupada = 1.06834*

#### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
MP + 10%	3	244.213	A
MP + 5%	3	236.413	B
MP + 15%	3	234.873	B
MP + 20%	3	219.997	C
Muestra Patrón	3	210.537	D

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, JORGE LUIS MEZA RIVAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de ceniza hoja de planta de plátano sobre la resistencia a compresión y tiempo de fraguado de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>", cuyos autores son CHUQUIMANGO BACILIO BEYSI YOSELI, CLAVIJO PEREZ CLEVER JHULLYNO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, 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.

TRUJILLO, 09 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JORGE LUIS MEZA RIVAS <b>DNI:</b> 17902304 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 10-12- 2022 05:22:17

Código documento Trilce: TRI - 0480177