



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  – 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

TIMOTEO CARO, Yomer Ricardiño (ORCID: 0000-0001-5106-8257)

**ASESOR:**

Ing. MARIN CUBAS, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5235-2499)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

HUARAZ – PERÚ

2021

## Dedicatoria

A mis padres Rosalina Caro y Carlos Timoteo por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros se lo debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Gracias madre y padre.

## Agradecimiento

### A mi asesor

Ing. Marín Cubas, Percy. Sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Gracias por sus orientaciones.

### A mis padres

Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro querido padres, como una meta más conquistada. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Índice	
Caratula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO.....	3
III. METODOLOGIA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	10
3.3. Población, muestra y muestreo .....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	13
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS .....	17
V. DISCUSIÓN .....	38
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS .....	44
ANEXOS.....	48

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Descripción de las Muestras. ....	12
<b>Tabla 2:</b> dosificación en peso resultante por m <sup>3</sup> . ....	17
<b>Tabla 3:</b> Calculo de volumen de la probeta. ....	18
<b>Tabla 4:</b> dosificación en peso para cada probeta. ....	18
<b>Tabla 5:</b> Cantidad de materiales para cada probeta del concreto patrón. ....	19
<b>Tabla 6:</b> Cantidad de materiales para cada probeta sustituyendo el 10% de cemento. ....	20
<b>Tabla 7:</b> Cantidad de materiales para cada probeta sustituyendo el 15% de cemento. ....	21
<b>Tabla 8:</b> Cantidad de materiales para cada probeta sustituyendo el 20% de cemento. ....	22
<b>Tabla 9:</b> Cantidad de materiales usados para el proyecto. ....	23
<b>Tabla 10:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	24
<b>Tabla 11:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	25
<b>Tabla 12:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	26
<b>Tabla 13:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el 10% de ceniza. ....	27
<b>Tabla 14:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el 10% de ceniza. ....	28
<b>Tabla 15:</b> <i>Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> con el 10% de ceniza. ....</i>	29
<b>Tabla 16:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el 15% de ceniza. ....	30
<b>Tabla 17:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el 15% de ceniza. ....	31
<b>Tabla 18:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el 15% de ceniza. ....	32
<b>Tabla 19:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el 20% de ceniza. ....	33

<b>Tabla 20:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el 20% de ceniza. ....	34
<b>Tabla 21:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el 20% de ceniza. ....	35
<b>Tabla 22:</b> Resumen del comportamiento de la rotura de las probetas con 0%, 10%, 15% y 20% de sustitución a los 7, 14 y 28 días de curado. ....	36

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto patrón $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	24
<b>Gráfico 2:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto patrón $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	25
<b>Gráfico 3:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto patrón $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	26
<b>Gráfico 4:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con el 10% de ceniza.....	27
<b>Gráfico 5:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con el 10% de ceniza.....	28
<b>Gráfico 6:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con el 10% de ceniza.....	29
<b>Gráfico 7:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con el 15% de ceniza.....	30
<b>Gráfico 8:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con el 15% de ceniza.....	31
<b>Gráfico 9:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con el 15% de ceniza.....	32
<b>Gráfico 10:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con el 20% de ceniza.....	33
<b>Gráfico 11:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con el 20% de ceniza.....	34
<b>Gráfico 12:</b> Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con el 20% de ceniza.....	35
<b>Gráfico 13:</b> Resumen del comportamiento de la rotura de las probetas con 0%, 10%, 15% y 20% de sustitución a los 7, 14 y 28 días de curado.....	37

## RESUMEN

Esta investigación que eh desarrollado es de tipo aplicada y diseño experimental – correlacional, trata de la elaboración de concreto con ceniza de madera como sustituto del cemento en diferentes porcentajes, además se verificó la resistencia a compresión. Dentro de esta investigación se propone el uso de la ceniza como material sustituyente del cemento para la elaboración del concreto. El objetivo de esta investigación determinar la influencia del porcentaje de ceniza en peso que sustituye al cemento en la elaboración del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ . La ceniza fue recolectada de un horno artesanal de la localidad. Luego de adquirir todos los materiales a utilizar, se realizó el diseño del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  para luego realizar los cálculos de sustitución de ceniza por cemento, seguidamente se hizo el vaciado de las 36 probetas, curándolas en un tiempo de 7, 14 y 28 días. Luego se llevó a cabo el ensayo de resistencia a la compresión llegando a las siguientes conclusiones: al reemplazar el 10% de ceniza por cemento al realizar los tres periodos de curado (7, 14 y 28 días) se obtuvo las siguientes resistencias  $f'c= 164 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 191 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 236 \text{ kg/cm}^2$  a los 7,14 y 28 días de curado respectivamente, al reemplazar el 15% de cemento por ceniza la resistencia que se obtuvo a los tres periodos de curado fueron las siguientes:  $f'c= 157 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 187 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 231 \text{ kg/cm}^2$  a los 7,14 y 28 días de curado respectivamente, al reemplazar el 20% de cemento por ceniza la resistencia del concreto disminuyo en comparación al concreto patrón de tal manera se obtuvo las nuevas resistencias que fueron las siguientes:  $f'c= 157 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 206 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 205 \text{ kg/cm}^2$  a los 7,14 y 28 días de curado respectivamente en comparación del concreto patrón que su resistencia máxima obtenida es:  $f'c= 238 \text{ kg/cm}^2$ . En cuanto a la proporción adecuada de ceniza que se debe usar para la elaboración del concreto se obtuvo que el 10% es lo adecuado ya que el concreto elaborado con esa proporción obtiene una mejor resistencia a la compresión siendo esta resistencia de  $f'c= 236 \text{ kg/cm}^2$ .

Palabras clave: Resistencia a la compresión, ceniza, concreto patrón.

## **ABSTRACT**

This research that has been developed is of applied type and experimental design – correlational, deals with the elaboration of concrete with wood ash as a substitute for cement in different percentages, in addition the compressive strength was verified. Within this research, the use of ash as a substitute material for cement for the elaboration of concrete is proposed. The objective of this research is to determine the influence of the percentage of ash by weight that replaces cement in the elaboration of concrete  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ . The ash was collected from a local artisan oven. After acquiring all the materials to be used, the design of the concrete  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  was made and then the calculations of replacement of ash by cement were carried out, then the 36 specimens were emptied, curing them in a time of 7, 14 and 28 days. Then the compressive strength test was carried out reaching the following conclusions: by replacing 10% of ash with cement when performing the three curing periods (7, 14 and 28 days) the following resistances  $f'c= 164 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 191 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c= 236 \text{ kg/cm}^2$  were obtained at 7.14 and 28 days of curing respectively, when replacing 15% of cement with ash, the resistance obtained to the three curing periods were the following:  $f'c= 157 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 187 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c= 231 \text{ kg/cm}^2$  at 7.14 and 28 days of curing respectively, by replacing 20% of cement with ash the resistance of the concrete decreased compared to the concrete pattern in such a way the new resistances were obtained that were the following:  $f'c= 157 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 206 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c= 205 \text{ kg/cm}^2$  at 7.14 and 28 days of curing respectively compared to the standard concrete that its maximum resistance obtained is:  $f'c= 238 \text{ kg/cm}^2$ . As for the adequate proportion of ash that must be used for the elaboration of the concrete, it was obtained that 10% is adequate since the concrete elaborated with that proportion obtains a better resistance to compression being this resistance of  $f'c = 236 \text{ kg / cm}^2$ . Keywords: Compressive strength, ash, concrete pattern.

## I. INTRODUCCION

En la ciudad de Huaraz desde hace mucho tiempo existen hornos artesanales para fabricar alimentos, en el proceso de esta se utiliza la leña como material de combustión y esta se transforma a un material tipo polvo (ceniza) la cual es un material que en su mayoría se desecha al medio ambiente causando daño a diferentes factores del medio ambiente ya que la ceniza es un material que contiene diferentes componentes químicos como óxidos metálicos, sílice y otras sustancias, de la misma manera, en los hornos para fabricar el ladrillo donde también se utiliza la leña de madera como material combustión, es por ello que dentro de esta actividad existe aún más alto el índice de obtención de ceniza producto de combustión de la leña que de igual manera es considerado como desecho y contaminante para el medio ambiente, debido a esto a lo largo del tiempo se viene realizando investigaciones para poder encontrar una forma de convertirlo a material ecológico, por otro lado en los últimos años vienen creciendo considerablemente las construcciones civiles donde en la mayoría el material a utilizar más importante es el concreto, uno de los materiales fundamentales para cualquier construcción estructural de la ingeniería es el concreto el cual está compuesto por agregado grueso, agregado fino y el cemento, si bien es cierto este último es el componente primordial del concreto ha venido elevando su costo en el mercado por ello y otros factores se viene realizando investigaciones para ver si se puede sustituir el cemento por otro material similar sin afectar la resistencia del producto, la ceniza de madera puede ser útil para sustituir parcialmente al cemento en la fabricación del concreto, es por ello que como investigador nace la idea de analizar la influencia de la resistencia a la compresión del concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir del cemento por ceniza de madera, cabe recalcar que la ceniza de madera cuenta con propiedades similares como sílice y magnesio con las que cuenta el cemento. Es así que el **problema** planteado es la siguiente: ¿De qué manera influye la sustitución en un determinado porcentaje del cemento por ceniza de madera en la resistencia a la compresión del concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?, debido a esta problemática planteo la sustitución de un pequeño porcentaje del cemento por ceniza de madera en la elaboración de concreto ya que se busca

darle uso a un material considerado desecho y contaminante como es la ceniza, por otra parte, también se busca economizar la fabricación del concreto. Frente a los parámetros mencionados, brindaremos mucha importancia al uso de la ceniza de madera ya que esta es el material principal a investigar para encontrar un uso adecuado en la elaboración del concreto y así darle uso a un material considerado desecho. Así mismo dentro de la **justificación** del contexto social podemos afirmar que es posible darle uso a la ceniza de madera para poder construir parques recreacionales o losas deportivas dependiendo de la resistencia que adquiera el concreto fabricado con la ceniza de madera. Dentro del plano económico, el uso de la ceniza de madera en la fabricación del concreto nos permitirá ahorrar considerablemente ya que este material lo podemos adquirir gratuitamente de los diferentes hornos artesanales de la ciudad que desechan dicho material y solo gastaríamos en el transporte del mismo y en el contexto ambiental estaríamos dando uso a un material de desecho que está considerado como contaminante evitando que se desechen este material al medio ambiente y así disminuir la contaminación del medio ambiente. Es así que también planteamos el **objetivo general**, determinar la influencia del porcentaje de ceniza en peso que sustituye al cemento en la elaboración del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Es así que también planteamos los **objetivos específicos** siendo las siguientes: O.E.1. Realizar el cálculo de dosificación en peso por cada probeta y cálculo de cantidad de materiales para la elaboración de mezcla de concreto. O.E.2. Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento en porcentajes de 10%, 15% y 20% a los 7, 14 y 28 días de fraguado. O.E.3. Determinar la proporción adecuada de sustitución en peso de cemento por ceniza. Dentro de esta investigación como en cualquier otra planteamos la **hipótesis general** que se menciona a continuación: El porcentaje de ceniza en peso que sustituye al cemento tiene una influencia positiva en cuanto a la resistencia a la compresión aumentando su resistencia.

## II. MARCO TEORICO

En referente a los antecedentes que tienen relación con esta investigación se encontró diversos estudios, en cuanto al plano **internacional** (COYASAMIN, 2016) en su investigación titulada “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)”. Donde su objetivo de investigación fue elaborar un concreto incorporando materiales con elementos puzolánicas, como material alternativo y/o reemplazante del cemento portland para posterior a ello realizar un análisis para comparar la resistencia a la compresión con el concreto patrón. Fue un de tipo exploratorio porque se analiza y/o estudia los hormigones y sus variaciones de proceso, tipo de materiales y su duración promedio al momento de fabricarlos. Donde obtuvo el siguiente resultado; después de realizar los ensayos de probetas cilíndricas del concreto reemplazando parcialmente un porcentaje determinado de cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar y cenizas de cascarilla de arroz respectivamente, se observa que en comparación con el hormigón o concreto patrón la resistencia al aplastamiento obtenida aumenta. En este caso el hormigón patrón alcanza el 100% de su resistencia los 28 días de edad mientras que el hormigón fabricado con el 15% y 30% de ceniza respectivamente alcanza un 135% y 110% de resistencia a la compresión a los 28 días de edad. y llegó a las siguientes conclusiones; el porcentaje ideal que se debe sustituir al cemento por la ceniza de cascarilla de arroz y la de bagazo de caña de azúcar es 15%, ya que trabajando con este porcentaje se obtiene una resistencia mucho mayor a la establecida de 240 Kg/cm<sup>2</sup>, también se observó que cuanto más se adiciona la porción de cenizas en la elaboración del hormigón su resistencia tiende a disminuir. Así mismo también con la sustitución del 15% de cemento por la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBC) a los 14 días de edad se pudo determinar que la resistencia a compresión promedio obtenida es de 248.23 Kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, en el ámbito **nacional** tenemos a (APAZA, 2018), en su investigación titulada “durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (cbca) con cemento portland, ante agentes agresivos”. Donde el objetivo de investigación era determinar después de un análisis

minuciosa de resistencia mecánica como la durabilidad del concreto fabricado a base cemento Portland con la cbca con, post interacción con agentes agresivos para el concreto. Fue un estudio experimental, se realizó la dosificación previo a un análisis para la mezcla del concreto patrón, de igual manera para las mezclas de concreto asumiendo porcentajes de 5%, 10% y 15% de ceniza como sustitutos parciales del agregado fino respecto al volumen de la tanda para fabricar el concreto, para la elaboración del concreto se utilizó el cemento y una vez obtenidas y realizada las dosificaciones para cada uno de los porcentajes de ceniza se elabora el concreto con sin ceniza para después proseguir con los ensayos del concreto cuando se encuentra en su estado natural para cada dosificación hallada, la medida de las probetas cilíndricas a utilizarse para el ensayo fueron de 6"x12". La población fueron los cubos utilizados para el estudio tales como el de concreto patrón y del concreto hecho con ceniza de 10% y 15% teniendo las medidas de 5cm y 3.5cm, muestra y muestreo fueron los mismos, probabilístico debido a que en el procedimiento se utilizó como referencia la (NTP 400.016, 2011). Los principales resultados fueron, después de someter durante 5 ciclos los bloques en forma de cubo de concreto al ataque acelerado del sulfato de magnesio se pudo determinar la durabilidad del concreto patrón y de igual manera del concreto con ceniza de bagazo, también se pudo determinar que la resistencia del concreto al someterse a compresión, con cbca se incrementó en comparación del concreto patrón donde los porcentajes que se usaron fue de 5%, 10% y 15% de ceniza de bagazo en el concreto son proporcionales a la obtención de su mayor resistencia a la compresión. El estudio destaca que el concreto con ceniza obtiene más resistencia en cuanto a la compresión obtenida por el concreto patrón. También se puede decir que el porcentaje adecuado a sustituir es el 15% de cbca ya que con ello el concreto obtiene más resistencia. Se concluye que cuanto más se aumenta el porcentaje de cbca el concreto incrementa su resistencia a la compresión. Así mismo, (ORCHESI, 2019) en su investigación titulada "evaluación de propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo cemento con una mezcla de esquisto y cenizas de cáscaras de arroz". Su objetivo de investigación fue encontrar de qué manera influye la sustitución porcentual del cementó, utilizando ceniza

de cáscara de arroz con alto contenido de sílice y el calcio de roca esquisto calcinada mediante el análisis de sus propiedades físicas tanto como mecánicas del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Fue un estudio experimental, aplicado se realizaron la elaboración de mezcla, comenzando por una mezcla patrón, después se sustituyeron los diseños de mezcla con ceniza de cáscara de arroz y roca esquisto calcinada siendo al inicio de 3%-5% de sustitución y la siguiente mezcla de 5%-7% de sustitución al cemento respectivamente. En los ensayos físicos se evaluaron la exudación del concreto y la consistencia, por ensayos mecánicos de resistencia a compresión como también la resistencia a flexión del concreto fabricado. La población de estudio fue el concreto de resistencia a compresión  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  y de resistencia a flexión, con sustitución de una parte del cemento portland con mezcla de esquisto y ceniza de cascará de arroz al 0%(patrón), 3% y 5% y 7% respectivamente, para su aplicación en trabajos ingenieriles. La muestra y muestreo fue no probabilístico de juicio, debido a que al ensayar los materiales de construcción se sigue parámetros normados, según juicios técnicos establecidos. Ensayos de acuerdo a normas ASTM-C31 y ASTM-C78; Los instrumentos para poder evaluar las propiedades de manera adecuada se utilizó la técnica de observación experimental ya que nos permite realizar hoja o ficha, formatos o registro de datos, para hacer un seguimiento y control de las variables. Los principales resultados fueron, el asentimiento de la mezcla disminuye hasta una pulgada (1"), de igual manera en la exudación del concreto se pudo observar que este disminuyó la secreción hasta un 0.633% en la segunda dosificación mientras tanto en las pruebas de resistencia a la compresión de los bloques elaborados de 4"x8", se pudo ver que la primera combinación de (3% - 5%) aumento su resistencia en un 5.2% a la edad de 28 días en comparación al concreto patrón, sin embargo en las pruebas de resistencia a la flexión se pudo observar que tuvo una disminución acelerada por cada diseño llegando al 22.4% de resistencia perdida. El estudio destaca la resistencia a flexión en la muestra patrón obteniendo un valor promedio a la edad de 28 días  $38.00 \text{ kg/cm}^2$ , en las combinaciones (3% - 5%) y (5% - 7%), obteniendo un descenso de 7.9% ( $35.00 \text{ kg/cm}^2$ ) en la primera combinación y 22.4% ( $29.50 \text{ kg/cm}^2$ ) en la segunda combinación, en relación a la muestra patrón. Demostrando que la

mezcla de ceniza de cáscara de arroz y roca esquisto no aumenta la resistencia a flexión. Por otro lado (JARA Y PALACIOS, 2017) en su investigación “utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (cbca) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto”. Tuvo como objetivo de investigación fabricar ladrillos de concreto sustituyendo un porcentaje determinado del cemento por un desecho como cbca, que les brinde propiedades mecánicas adecuadas a estas unidades. Fue un estudio aplicado y experimental, se evaluaron las propiedades de los ladrillos de concreto que fueron elaborados de manera artesanal. Los ladrillos de concreto se elaboraron con 10%, 20% y 30% de cbca como sustitución porcentual del cemento, para luego comparar con los ladrillos provenientes de las grandes fábricas, con la finalidad de encontrar la mejora de las propiedades mecánicas como físicas de los ladrillos de concreto; empleando la sustitución porcentual de puzolánicos que sean ecológicos y que reduzcan el uso del cemento, la población estuvo conformado por los ladrillos de concreto fabricado sustituyendo el 10%, 20% y 30% cemento por la cbca. Los instrumentos empleados fueron contador de Centelleo y flujo, espectrofotómetro, tamiz normalizado N° 325, balanza GP – 20K, tamices, horno eléctrico, meza de flujo, máquina de ensayos de compresión, maquina abrasión los ángeles, vernier, regla metálica de 1m, tamizadora Eléctrica, etc. Los principales resultados fueron, al realizar corte de los muretes construidos con ladrillos de la ladrillera “Los Olivos” se obtuvo una resistencia de 11.68 kg/cm<sup>2</sup> pues estas tienen mayor resistencia al corte si comparamos con los muretes hechos con ladrillos de la ladrillera “Los Álamos” ya que esta solo obtuvo una resistencia de 6.10 kg/cm<sup>2</sup>, se puede deducir que adicionando mayor porcentaje de cbca adicionado es menor la densidad. La disminución de la densidad se debe a que la ceniza tiene menos peso por ello tiene porosidad y por ende disminuye su densidad. Se concluyo que después de analizar los resultados obtenido en cada uno de los ensayos se deduce que ninguno de las sustituciones porcentuales no mejoran las propiedades de ladrillos de concreto, sin embargo se pudo observar que el resultado obtenido con el uso del 10% de CBCA se asemeja un poco a las propiedades del ladrillo patrón pero aun así no sería ideal, por otra parte, en cuanto a los pruebas de resistencia a la compresión también no se obtuvo resultados

favorables ya que estas obtuvieron resistencias menores en comparación con las unidades de albañilería. Se puede rescatar que los ladrillos de albañilería con el 10% de cbca llegaron a obtener 50.54 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia obteniendo una resistencia muy parecida a las del ladrillo patrón que obtuvo 54.55 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia. También (QUISPE, 2018) en su investigación titulada “evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por ceniza de cascara de arroz en la zona altiplánica”. Tuvo como objetivo evaluar que tanto cambia la resistencia a la compresión del concreto al sustituir parcialmente el cemento por ceniza de cascara de arroz y el costo de la elaboración. Fue un estudio aplicado y experimental, para esta investigación se elaboraron 13 muestras de concreto patrón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y 117 de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con sustitución del cemento por ceniza de cascara de arroz en porcentajes, los instrumentos para llevar a cabo la investigación son: equipos de laboratorio tales como termómetro, balanzas digitales, medidor de aire, cono de Abrams, máquina de ensayo y cilindros graduados como también los implementos utilizados, también para poder realizar los ensayos correspondientes se utilizaron cuchara metálica, molde, mezcladora, carretilla, moldes cilíndricos, barra compactadora entre otros. Los principales resultados fueron, el asentamiento fue de 3” a 4” siendo está un concreto trabajable, también se tuvo variaciones de cantidad de agua, al tener sustitución porcentual del cemento por ceniza de cascara de arroz, también, la resistencia promedio a la compresión que se obtiene para el concreto patrón a los 28 días de edad m-1 (100%c+0%cca), es de 213.09 kg/cm<sup>2</sup>, así alcanzando su resistencia de diseño. Mientras tanto en los resultados de los concreto M-1 (95%c+5%cca), m-2 (90%c+5%cca) y m-3 (90%c+10%cca), se puede apreciar que la resistencia obtenida a los 28 días es mayor en 1.47, 0.70 y 4.96% respecto al concreto patrón. El estudio destaca que se debe utilizar la ceniza de cascara de arroz como sustituto del cemento en un porcentaje menor al 10% siendo optimo este porcentaje. En cuanto a los antecedentes **locales** tenemos a **(EVARISTO, 2017)** en su investigación titulada “resistencia de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de ceniza de viruta de madera- Huaraz – 2017”. Tuvo como objetivo de investigación obtener cuanto es la resistencia a la compresión de un concreto  $FC= 210 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar el 1%, 2%, 3%

de ceniza de madera tornillo. Fue un estudio explicativa y aplicada, se analizó 36 probetas: repartiéndose 9 para concreto patrón tanto como para el 1%, 2% y 3% de ceniza de viruta de madera tornillo respectivamente; los instrumentos empleados fueron, probetas, hojas de registro de datos tales como fichas técnicas, una guía de observación y ensayo de materiales, los datos se procesan con softwares SPSS y Excel. Los principales resultados fueron a los 28 días de edad el concreto patrón obtuvo una resistencia del 104.42%, mientras tanto el concreto con adición de ceniza del 1% obtuvo una resistencia de 112.88%, adicionando el 2% alcanzo la resistencia de 110.44% y por último la adición del 3% obtuvo una resistencia de 106.21%. Se observa que existe una diferencia de 8.46% en la resistencia del concreto patrón en cuanto al concreto elaborado con la adición de ceniza de madera tornillo en cantidad del 1%. En cuanto a las **teorías relacionadas** después buscar y sintetizar la información se encontró lo siguiente: (ELINWAN Y MAHMOOD, 2002) en su artículo titulado “Ash from Timber Waste as Cement Replacement Material, Cement and Concrete Composites” manifiesta que, los trabajos de investigación realizados sobre la ceniza derivada del aserrín han confirmado sus propiedades puzolánicas con un valor de índice puzolánico del 75,9%. Este material se compara favorablemente con las cenizas volantes y los desechos de una industria llamada palma de aceite. La única diferencia notada está en el bajo contenido de  $Al_2O_3$  (4.09%) y  $Fe_2O_3$  (2.26%). Las mezclas de concreto se han proporcionado para tener varios porcentajes de reemplazo de cemento con ceniza de aserrín (SDA) que van desde 0% a 30% en masa. Por otro lado, (ADRIAN y YIRDA, 2021) define el concreto como la mezcla de arena, piedras, cemento y el agua que al formarse solido llega a ser uno de los materiales más resistentes de la construcción para diferentes estructuras de la ingeniería. Por otro lado (N.T.E E.060) define al cemento como material pulverizado que al tener contacto con el agua se convierte en una pasta aglomerante la cual es capaz de solidificarse bajo el agua como en el aire. También (N.T.E E.60) define al cemento como producto que viene de la pulverización del Clinker con la adición de sulfato de calcio. En cuanto a las composiciones químicas (GOMEZ, 2016) nos dice que la composición químicos del cemento portland están conformados por silicato de calcio y aluminato de calcio, estos

combinados están formados por la fusión química de óxidos que vienen a ser varios, siendo estas el óxido de hierro ( $Fe_2O_3$ ), óxido de calcio ( $CaO$ ), sílice ( $SiO_2$ ) y alúmina ( $Al_2O_3$ ). Tenemos cuatro componentes principales en el proceso de fusión química del horno, las cuales son las siguientes: Silicato tricálcico  $3CaO.SiO_2$   $C_3S$ , Silicato di cálcico  $2CaO.SiO_2$   $C_2S$ , Aluminoferrito tetracálcico  $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$   $C_4AF$  y Aluminato tricálcico  $3CaO.Al_2O_3$   $C_3A$ . También (GOMEZ pág. 54) Nos dice que podemos encontrar cinco tipos de cemento Portland que son las siguientes: cemento portland tipo I, II, III, IV y V respectivamente. Cemento Portland tipo I: este tipo de cemento es el más utilizado en la preparación de las mezclas de concreto, es decir, la mayoría de ellos se usan en cualquier obra de construcción civil. Para el diseño de mezcla según (PADILLA, 2015 pág. 77) el concreto está conformado por la combinación de arena, agregado grueso, cemento y el agua. Para poder cumplirse con los estándares de calidad tiene que estar diseñado correctamente también cada uno de los materiales debe tener una cantidad exacta. Cuando se prepare la mezcla en el laboratorio, se tendrá en cuenta su trabajabilidad y distribución homogénea de las partículas para poder corregir la mezcla si hay alguna falla. (MEDINA, 2016) nos indica que los moldes para las probetas tienen que estar fabricados de acero y/o hierro forjado para que no se absorban o se mezclen con las muestras de concreto, su forma es cilíndrica recta de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro (Ver imagen N° 01). Por otro lado. (ABANTO, 2009 pág. 50) nos manifiesta que la resistencia a la compresión es la prueba que uno realiza con la finalidad de encontrar la resistencia alcanzada del concreto. Por otro lado (PORTO Y GARDEY, 2017) nos dice que la ceniza es un material homogéneo tipo polvo que dentro de sus componentes cuenta con sílice, óxidos metálicos y otras sustancias. La ceniza es el residuo de la combustión de un material sólido que tiende a quemarse en este caso la madera. Por lo general una parte de las cenizas queda en la zona donde se realizó u ocurrió la combustión como polvo mientras que el resto se esparce en el humo.

### III. METODOLOGIA

Este trabajo de investigación se elaboró de manera observatorio, ya que se detalla la relación de las variables por medio de la observación no alterando algún parámetro como alguna de las variables que se estudió.

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

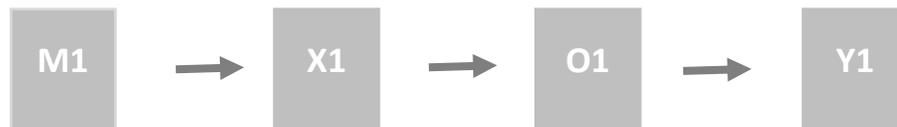
(Editorial Círculo Rojo, 2018) el diseño de una investigación viene a ser un plan de acción específico y estructurado, para el diseño e implementación de un experimento. Para ayudar llegar al objetivo el investigador debe tener en cuenta un conjunto de reglas específicos.

##### Tipo de investigación

(VERA, 2019) El tipo de investigación que se empleo fue **aplicada** ya que se realizó un estudio que, a través de sustitución porcentual de ceniza en la elaboración del concreto, se pudo fabricar un concreto que obtuvo una resistencia parecida a la del concreto patrón.

##### Diseño de investigación

Es un **diseño experimental - correlacional** ya que se realizó la rotura de probetas y se pudo ver la resistencia de compresión obtenida a medida que se iba sustituyendo los porcentajes indicados de ceniza de madera.



M1 = Cantidad de Probetas.

Xi = Ceniza de madera. (V. independiente).

O1 = Numero de Probetas.

Yi = Resistencia a la Compresión (V. dependiente)

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### Variables:

V<sub>1</sub>: Resistencia a la compresión (V. dependiente)

V<sub>2</sub>: Ceniza de madera (V. independiente).

### **Definición conceptual**

**Resistencia a la compresión:** (ACI, 214) Es la capacidad de un determinado elemento para resistir una carga por su unidad de área y es expresado en término de esfuerzo, mayormente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con algunos casos escasos en Psi (libras por pulgada cuadrada) en pocas palabras es la carga admisible a la compresión por unidad de área.

**Ceniza de madera:** Es un material tipo polvo que se obtiene a partir de la combustión de la madera la cual cuenta con características similares con las que cuenta el cemento.

### **Definición operacional**

**Resistencia a la compresión:** Durante el periodo de estudio la resistencia a la compresión se midió mediante la prueba de rotura dentro del tiempo de fraguado que fue de 7, 14 y 28 días. La información se recogió de un laboratorio respetando lo establecido en la NTP 339.034.

**Ceniza por cemento:** la ceniza de madera se recolecto de manera aleatoria y luego se hizo la sustitución del 10%, 15% y 20% del peso de cemento de un concreto patrón de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; cuando se diseñó el concreto patrón se utilizó el cemento tipo I.

### **Indicadores:**

**Resistencia a la compresión:**  $\frac{\text{fuerza}}{\text{área}}$

**Ceniza de madera:** porcentaje de ceniza de madera.

## **3.3. Población, muestra y muestreo**

### **Población:**

(OTZEN, y otros, 2017) “vienen a ser todos los elementos que se encuentran definidos dentro de las particularidades que se relacionan a ese análisis”.

La población definida de esta investigación fueron 36 probetas de concreto con diferentes porcentajes de ceniza.

*Tabla 1: Descripción de las Muestras.*

DIAS DE CURADO	NUMERO DE PROBETAS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CON % DE SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR CENIZA DE MADERA			
	CONCRETO PATRON DE F'C=210 KG/CM2 (CP)	SUSTITUCION DE 10% (S10%CENIZA)	SUSTITUCION DE 15% (S15%CENIZA)	SUSTITUCION DE 20% (S20%CENIZA)
7	P1 (CP7)	P1 (S10%CENIZA7)	P1 (S15%CENIZA7)	P1 (S20%CENIZA7)
	P2 (CP7)	P2 (S10%CENIZA7)	P2 (S15%CENIZA7)	P2 (S20%CENIZA7)
	P3 (CP7)	P3 (S10%CENIZA7)	P3 (S15%CENIZA7)	P3 (S20%CENIZA7)
14	P1 (CP14)	P1 (S10%CENIZA14)	P1 (S15%CENIZA14)	P1 (S20%CENIZA14)
	P2 (CP14)	P2 (S10%CENIZA14)	P2 (S15%CENIZA14)	P2 (S20%CENIZA14)
	P3 (CP14)	P3 (S10%CENIZA14)	P3 (S15%CENIZA14)	P3 (S20%CENIZA14)
28	P1 (CP28)	P1 (S10%CENIZA28)	P1 (S15%CENIZA28)	P1 (S20%CENIZA28)
	P3 (CP28)	P2 (S10%CENIZA28)	P2 (S15%CENIZA28)	P2 (S20%CENIZA28)
	P3 (CP28)	P3 (S10%CENIZA28)	P3 (S15%CENIZA28)	P3 (S20%CENIZA28)
36 PROBETAS				

*Fuente: Elaboración propia*

**Muestra:**

(ESPINOZA, 2016) menciona que la muestra es la porción que representa y que es lo adecuado de la población. Es decir que esto se elige de la población de investigación. Este viene a ser representativo

y útil debe verse las similitudes como también sus diferencias en la población sus características y tendencias.

Para realizar esta investigación, la muestra que se estudiaron fueron las 36 probetas evaluadas mediante rotura.

#### **Muestreo:**

(CASAL, y otros, 2003 pág. 5) menciona que “El proceso de muestreo nos permite determinar la cantidad de la población con la que se va a trabajar, esta puede ser representativa o no sin embargo tuvieron la oportunidad de ser considerados en el estudio.” También (CUESTA, 2009), describe que el muestreo no probabilístico es la estrategia donde las pruebas se reúnen en un procedimiento que no brinda a todos los que conforman la población una oportunidad para ser elegido.

La muestra se encontró utilizando el método de muestreo no **probabilístico** por conveniencia, por criterio del investigador los elementos de la población fueron considerados en su totalidad como muestras a estudiar.

#### **Unidad de Análisis:**

(CENTTY, 2006) indica que la unidad de análisis recoge información, y estos elementos tienen que definirse adecuadamente, a quién o a quiénes se aplicará la muestra para encontrar los datos.

Cada probeta utilizada fue tomada como la unidad de análisis para esta investigación.

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

(HERNÁNDEZ, y otros, 2014) “Los instrumentos nos permiten obtener información necesaria que servirán como indicios de respuesta para el problema planteado en la investigación. Los instrumentos son corregidos hasta alcanzar el grado de cuestión que nos recae la cantidad suficiente de información necesaria que se necesita”.

Técnica: La observación es la técnica que se empleó en esta investigación.

### **Instrumento de recolección de datos:**

(ARGIBAY, 2006 pág. 16) “Cada herramienta de medición o recopilación de datos debe cumplir por lómenos con dos requisitos fundamentales; efectividad y confiabilidad, entendida como un instrumento de medición confiable, en la medida en que la aplicación reiterada al mismo objeto o resultado del objeto sea lo mismo.

Para esta investigación se utilizó fichas de laboratorio, con el cual se recopilaron el dato de los resultados encontrados en los ensayos de laboratorio, de la misma forma, se utilizó hojas de cálculo para ver los resultados encontrados de la investigación y también se utilizó estos formatos para poder obtener mejores resultados.

El diseño de mezcla se hizo respetando lo indicado en el método ACI y también la prueba de resistencia a la compresión rigiéndose a la NTP 339.034.

### **3.5. Procedimientos**

(PÉREZ y GARDEY. 2008) El procedimiento es la definición que se refiere a una acción que consiste en los pasos a proceder para realizar un determinado trabajo. El concepto, por otro lado, está relacionado un tipo de método o una forma de realizar algo.

En seguida se detalla la programación seguida para el desarrollo de este trabajo de investigación.

- **Recolección de materiales:** Se recolecto los materiales tales como piedra chancada, área gruesa, cemento portland tipo I y ceniza de madera para poder elaborar las diferentes probetas.
- **Recolección de ceniza de madera:** para la recolección de ceniza se tuvo una conversación con algunos dueños de los hornos artesanales de panaderías también como de fábricas de ladrillos artesanales en seguida se recolecto la ceniza tomando todas las medidas correspondientes.
- En seguida se adquirió los agregados de la planta o cantera Rumichuco (Tacllan), posteriormente se trasladó a un laboratorio especializado de la ciudad de Huaraz y se realizaron los ensayos respectivos.

- El siguiente paso que se realizó fueron siguientes ensayos en laboratorio para los agregados y también para la ceniza:
  - I. Contenido de humedad.
  - II. Análisis granulométrico.
  - III. Peso unitario.
  - IV. Peso específico y porcentaje de absorción.
- Luego de realizar todos los ensayos se procedió a elaborar el diseño de mezcla del concreto teniendo en cuenta el método ACI y también teniendo en cuenta el reemplazo del cemento por ceniza en porcentajes de 10%, 15% y 20% de su peso.
- Se lleno el concreto a los 36 moldes de 15 cm x 30 cm las cuales cumplieron con la NTP 339.209 para para después ser curado.
- Se hizo el curado teniendo en cuenta los 7, 14 y 28 días en los que se realizó la rotura de probetas.
- Posteriormente se hizo la prueba de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado del concreto base y los sustituidos con ceniza.
- Se utilizo el software Excel para procesar y analizar los resultados recopilados en el laboratorio, de igual manera para cada porcentaje de cemento reemplazado por ceniza de madera incluyendo también el análisis del resultado de la prueba de resistencia a la compresión de la totalidad de las muestras.
- Luego se elaboraron las conclusiones y recomendaciones.

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

(HERNANDEZ, 2021) el modo de análisis de datos a utilizar en el presente estudio es informático y matemático para encontrar resultados, el análisis se realizó mediante el uso del Excel, el cual se realizó mediante la recopilación de datos obtenidos a partir de estudios hechos en el laboratorio de la ciudad de Huaraz. También se realizó ensayos de las probetas que contienen ceniza de madera que se empleó para la presente investigación. La cual muestran los resultados después de realizar las pruebas correspondientes.

### **3.7. Aspectos éticos**

(FOSTER, 2014) El método más discreto en que se desarrolla un trabajo de expresión científica, implica que los investigadores sean objetivos, aplicando principios aprendidos en la universalidad, en la comunidad y/u otro lugar con orden y respeto.

La presente investigación fue realizada respetando citando a todos los autores que aportaron información para poder llevar a cabo de la mejor manera esta investigación, las tesis, revistas, libros y toda la información utilizada fue citado de acorde al sistema ISO 690 y posteriormente fue procesada en el software TURNITIN para poder demostrar la originalidad y avalar la autenticidad de esta investigación.

#### IV. RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos planteados, enseguida se detallan los resultados de la investigación que se obtuvo dando respuesta a lo que se planteó al principio.

**OBJETIVO ESPECÍFICO N°1:** Realizar el cálculo de dosificación en peso por cada probeta y cálculo de cantidad de insumos para la elaboración de mezcla de concreto.

#### Cálculo de cantidad de materiales para cada probeta.

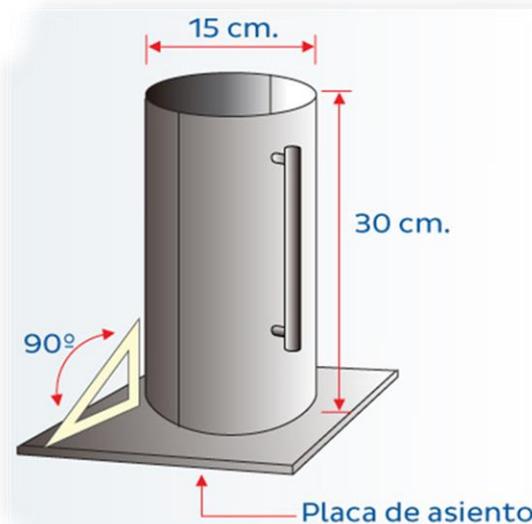
Dosificación en peso por m<sup>3</sup>.

*Tabla 2: dosificación en peso resultante por m<sup>3</sup>.*

CEMENTO (Kg)	395.8
AGREGADO GRUESO (Kg)	750.9
AGREGADO FINO (Kg)	1043.6
AGUA DE MEZCLADO (Lt)	178.8

**Fuente:** Elaboración propia.

Cálculo de la capacidad en volumen de la probeta.



**Tabla 3:** *Calculo de volumen de la probeta.*

<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0.01767</b>
<b>ALTURA (m)</b>	<b>0.30</b>
<b>VOLÚMEN (m<sup>3</sup>)</b>	<b>0.005</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

a. Dosificación en peso para cada probeta.

**Tabla 4:** *dosificación en peso para cada probeta*

<b>CEMENTO (Kg)</b>			<b>Desperdicio del 10%</b>
1	395.8	<b>2.10</b>	<b>2.31</b>
0.005	x		
<b>AGREGADO GRUESO (Kg)</b>			<b>Desperdicio del 10%</b>
1	750.9	<b>3.98</b>	<b>4.38</b>
0.005	x		
<b>AGREGADO FINO (Kg)</b>			<b>Desperdicio del 10%</b>
1	1043.6	<b>5.53</b>	<b>6.09</b>
0.005	x		
<b>AGUA (Kg)</b>			<b>Desperdicio del 10%</b>
1	178.8	<b>0.95</b>	<b>1.04</b>
0.005	x		

**Fuente:** Elaboración propia.

b. Cantidad de material de cada probeta según la sustitución especificada.

**Tabla 5:** Cantidad de materiales para cada probeta del concreto patrón.

P1 (CP - 7 DÍAS)		P1 (CP - 14 DÍAS)		P1 (CP - 28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	2.31	CEMENTO (Kg)	2.31	CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
P2 (CP - 7 DÍAS)		P2 (CP - 14 DÍAS)		P2 (CP - 28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	2.31	CEMENTO (Kg)	2.31	CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
P3 (CP - 7 DÍAS)		P3 (CP - 14 DÍAS)		P3 (CP - 28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	2.31	CEMENTO (Kg)	2.31	CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 6:** Cantidad de materiales para cada probeta sustituyendo el 10% de cemento.

P1 (S-10% CENIZA - 7 DÍAS)		P1 (S-10% CENIZA - 14 DÍAS)		P1 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	2.08	CEMENTO (Kg)	2.08	CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23	CENIZA (Kg)	0.23	CENIZA (Kg)	0.23
P2 (S-10% CENIZA - 7 DÍAS)		P2 (S-10% CENIZA - 14 DÍAS)		P2 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	2.08	CEMENTO (Kg)	2.08	CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23	CENIZA (Kg)	0.23	CENIZAA (Kg)	0.23
P3 (S-10% CENIZA - 7 DÍAS)		P3 (S-10% CENIZA - 14 DÍAS)		P3 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	2.08	CEMENTO (Kg)	2.08	CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23	CENIZA (Kg)	0.23	CENIZA (Kg)	0.23

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 7:** Cantidad de materiales para cada probeta sustituyendo el 15% de cemento.

P1 (S-15% CENIZA - 7 DÍAS)		P1 (S-15% CENIZA - 14 DÍAS)		P1 (S-15% CENIZA - 28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	1.96	CEMENTO (Kg)	1.96	CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35	CENIZA (Kg)	0.35	CENIZA (Kg)	0.35
P2 (S-15% CENIZA - 7 DÍAS)		P2 (S-15% CENIZA - 14 DÍAS)		P2 (S-15% CENIZA - 28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	1.96	CEMENTO (Kg)	1.96	CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35	CENIZA (Kg)	0.35	CENIZA (Kg)	0.35
P3 (S-15% CENIZA - 7 DÍAS)		P3 (S-15% CENIZA - 14 DÍAS)		P3 (S-15% RELAVE - 28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	1.96	CEMENTO (Kg)	1.96	CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35	CENIZA (Kg)	0.35	CENIZA (Kg)	0.35

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 8:** Cantidad de materiales para cada probeta sustituyendo el 20% de cemento.

P1 (S-20% CENIZA -7 DÍAS)		P1 (S-20% CENIZA -14 DÍAS)		P1 (S-20% CENIZA -28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	1.85	CEMENTO (Kg)	1.85	CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46	CENIZA (Kg)	0.46	CENIZA (Kg)	0.46
P2 (S-20% CENIZA -7 DÍAS)		P2 (S-20% CENIZA -14 DÍAS)		P2 (S-20% CENIZA -28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	1.85	CEMENTO (Kg)	1.85	CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46	CENIZA (Kg)	0.46	CENIZA (Kg)	0.46
P3 (S-20% CENIZA -7 DÍAS)		P3 (S-20% CENIZA -14 DÍAS)		P3 (S-20% CENIZA -28 DÍAS)	
CEMENTO (Kg)	1.85	CEMENTO (Kg)	1.85	CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38	AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09	AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46	CENIZA (Kg)	0.46	CENIZA (Kg)	0.46

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 9:** Cantidad de materiales usados para el proyecto.

		PARA EL CONCRETO CON SUSTITUCION DE 10% DEL CEMENTO DEL CONCRETO PATRON		PARA EL CONCRETO CON SUSTITUCION DE 15% DEL CEMENTO DEL CONCRETO PATRON	
PARA EL CONCRETO PATRON		CEMENTO (Kg)	18.70	CEMENTO (Kg)	17.66
CEMENTO (Kg)	20.77	AGREGADO GRUESO (Kg)	39.41	AGREGADO GRUESO (Kg)	39.41
AGREGADO GRUESO (Kg)	39.41	AGREGADO FINO (Kg)	54.77	AGREGADO FINO (Kg)	54.77
AGREGADO FINO (Kg)	54.77	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	9.38	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	9.38
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	9.38	CENIZA (Kg)	2.08	CENIZA (Kg)	3.12
PARA EL CONCRETO CON SUSTITUCION DE 20% DEL CEMENTO DEL CONCRETO PATRON		TOTAL DE MATERIAL			
CEMENTO (Kg)	16.62	CEMENTO (Kg)	73.75		
AGREGADO GRUESO (Kg)	39.41	AGREGADO GRUESO (Kg)	157.64		
AGREGADO FINO (Kg)	54.77	AGREGADO FINO (Kg)	219.09		
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	9.38	AGUA DE MEZCLADO (Kg)	37.54		
CENIZA (Kg)	4.15	CENIZA (Kg)	9.35		

**Fuente:** Elaboración propia.

**OBJETIVO ESPECIFICO N°2:** Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento en porcentajes de 10%, 15% y 20% a los 7, 14 y 28 días de fraguado.

*Tabla 10: Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .*

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (CP - 7 DÍAS)	Concreto patrón	176.7	4/10/2021	11/10/2021	7	210	28,448.70	161	76.67
P2 (CP - 7 DÍAS)	Concreto patrón	176.7	4/10/2021	11/10/2021	7	210	28,625.40	162	77.14
P3 (CP - 7 DÍAS)	Concreto patrón	176.7	4/10/2021	11/10/2021	7	210	28,448.70	161	76.67
<b>PROMEDIO</b>		<b>176.7</b>	<b>4/10/2021</b>	<b>11/10/2021</b>	<b>7</b>	<b>210</b>	<b>28507.60</b>	<b>161</b>	<b>76.83</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>0.58</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

*Gráfico 1: Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .*



**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** En el gráfico se puede apreciar la resistencia obtenida por las tres probetas ensayadas que obtuvieron diferentes resistencias dentro de ello se puede apreciar y resaltar que la probeta que obtuvo mayor resistencia es la N° 2 siendo esta una resistencia de  $f'c = 162 \text{ kg/cm}^2$  todo esto a los 7 días de fraguado del concreto patrón.

**Tabla 11:** Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (CP - 14 DÍAS)	Concreto patrón	176.7	4/10/2021	18/10/2021	14	210	32,689.50	185	88.10
P2 (CP - 14 DÍAS)	Concreto patrón	176.7	4/10/2021	18/10/2021	14	210	32,336.10	183	87.14
P3 (CP - 14 DÍAS)	Concreto patrón	176.7	4/10/2021	18/10/2021	14	210	32,512.80	184	87.62
<b>PROMEDIO</b>		176.7	<b>4/10/2021</b>	<b>18/10/2021</b>	<b>14</b>	<b>210</b>	<b>32512.80</b>	<b>184</b>	<b>87.62</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>1.00</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 2:** Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .



**Fuente:** Elaboración propia.

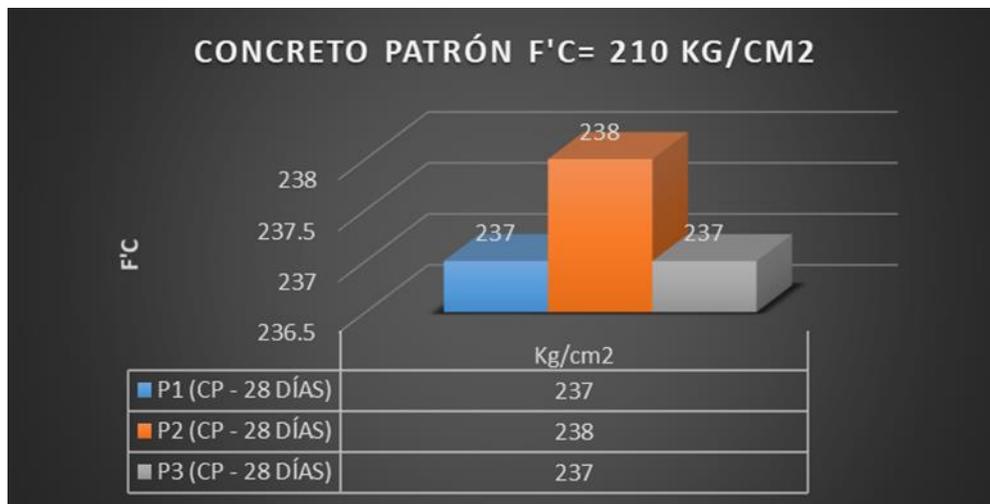
**Descripción:** En este siguiente gráfico se puede apreciar la resistencia obtenida por las tres probetas ensayadas que obtuvieron diferentes resistencias dentro de ello se puede apreciar y resaltar que la probeta que obtuvo mayor resistencia es la N° 1 obteniendo esta una resistencia de  $f'c = 185 \text{ kg/cm}^2$  todo esto a los 14 días de fraguado del concreto patrón.

**Tabla 12:** Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (CP - 28 DÍAS)	Concreto patrón	176.7	04/10/2021	01/11/2021	28	210	41,877.90	237	112.86
P2 (CP - 28 DÍAS)	Concreto patrón	176.7	04/10/2021	01/11/2021	28	210	42,054.60	238	113.33
P3 (CP - 28 DÍAS)	Concreto patrón	176.7	04/10/2021	01/11/2021	28	210	41,877.90	237	112.86
<b>PROMEDIO</b>		<b>176.7</b>	<b>04/10/2021</b>	<b>01/11/2021</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	<b>41936.80</b>	<b>237.33</b>	<b>113.02</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>0.58</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 3:** Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .



**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** En el gráfico se puede apreciar las diferentes resistencias obtenidas por las tres probetas ensayadas dentro del gráfico se puede apreciar y resaltar que la probeta que obtuvo mayor resistencia es la N° 2 obteniendo esta la resistencia de  $f'c = 238 \text{ kg/cm}^2$  todo esto respecto a los 28 días de fraguado del concreto patrón.

**Tabla 13:** Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 10% de ceniza.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (S-10% CENIZA -7 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 10% de ceniza	176.7	5/10/2021	12/10/2021	7	210	28,998.24	164	78.15
P2 (S-10% CENIZA -7 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 10% de ceniza	176.7	5/10/2021	12/10/2021	7	210	29,337.50	166	79.06
P3 (S-10% CENIZA -7 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 10% de ceniza	176.7	5/10/2021	12/10/2021	7	210	28,848.04	163	77.74
<b>PROMEDIO</b>		176.7	5/10/2021	12/10/2021	7	210	29061.26	164.47	78.32
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		1.42							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 4:** Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 10% de ceniza.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** Este gráfico muestra las resistencias obtenidas por las tres probetas ensayadas que obtuvieron diferentes resistencias dentro de ello se puede apreciar y resaltar que la probeta que obtuvo mayor resistencia es la N° 2 siendo esta una resistencia de  $f'c = 166 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto al concreto elaborado con la sustitución del 10% de cemento, esto a los 7 días de fraguado del concreto.

**Tabla 14:** Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 10% de ceniza.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (S-10% CENIZA -14 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 10% de ceniza	176.7	5/10/2021	19/10/2021	14	210	33,749.70	191	91.18
P2 (S-10% CENIZA -14 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 10% de ceniza	176.7	5/10/2021	19/10/2021	14	210	33,749.70	191	91.12
P3 (S-10% CENIZA -14 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 10% de ceniza	176.7	5/10/2021	19/10/2021	14	210	33,926.40	192	91.49
PROMEDIO		176.7	5/10/2021	19/10/2021	14	210	33864.56	191	91.26
DESVIACIÓN ESTANDAR		0.41							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 5:** Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 10% de ceniza.



**Fuente:** Elaboración propia.

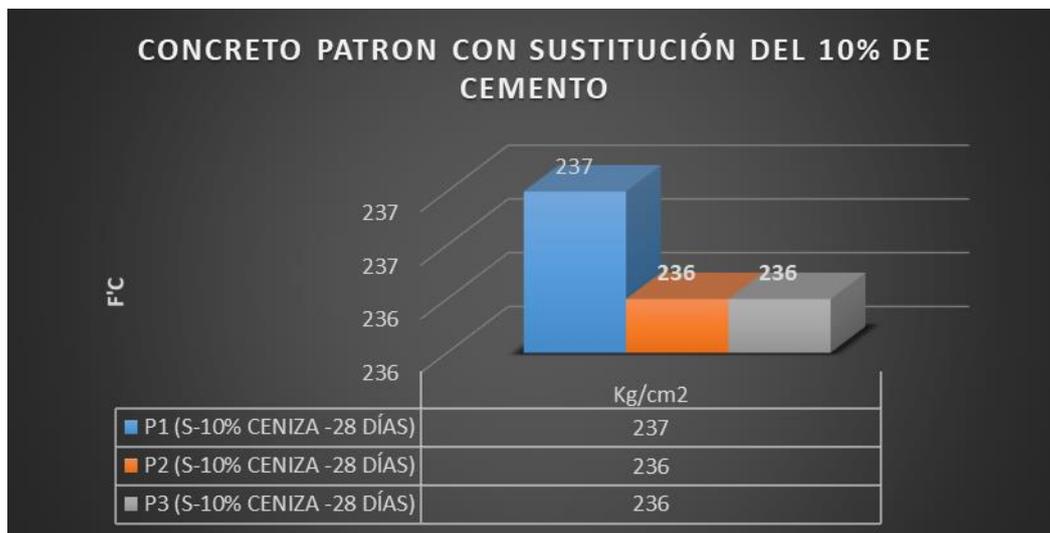
**Descripción:** El gráfico muestra las resistencias obtenidas por las tres probetas ensayadas que obtuvieron diferentes resistencias dentro de ello se puede apreciar y resaltar que la probeta que obtuvo mayor resistencia es la N° 2 siendo esta una resistencia de  $f'c = 192 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto al concreto elaborado con la sustitución del 10% de cemento, esto a los 14 días de fraguado del concreto.

**Tabla 15:** Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 10% de ceniza.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBET A	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 10% de ceniza	176.7	05/10/2021	02/11/2021	28	210	41,888.50	237	112.89
P2 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 10% de ceniza	176.7	05/10/2021	02/11/2021	28	210	41,740.07	236	112.49
P3 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 10% de ceniza	176.7	05/10/2021	02/11/2021	28	210	41,755.98	236	112.53
<b>PROMEDIO</b>		<b>176.7</b>	<b>05/10/2021</b>	<b>02/11/2021</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	<b>41794.85</b>	<b>237</b>	<b>112.63</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>0.46</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 6:** Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 10% de ceniza.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** Se puede apreciar en este gráfico la resistencia obtenida por las tres probetas ensayadas que obtuvieron diferentes resistencias dentro de ello se puede apreciar que la probeta que obtuvo mayor resistencia es la N° 1 obteniendo esta una resistencia de  $f'c = 237 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto al concreto elaborado con la sustitución del 10% de cemento, esto a los 28 días de fraguado del concreto.

**Tabla 16:** Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 15% de ceniza.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (S-15% CENIZA -7 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 15% de ceniza	176.7	6/10/2021	13/10/2021	7	210	27,642.95	156	74.50
P2 (S-15% CENIZA -7 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 15% de ceniza	176.7	6/10/2021	13/10/2021	7	210	27,925.67	158	75.26
P2 (S-15% CENIZA -7 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 15% de ceniza	176.7	6/10/2021	13/10/2021	7	210	27,805.51	157	74.93
<b>PROMEDIO</b>		<b>176.7</b>	<b>6/10/2021</b>	<b>13/10/2021</b>	<b>7</b>	<b>210</b>	<b>27791.38</b>	<b>157</b>	<b>74.90</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>0.80</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 7:** Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 15% de ceniza.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** Se puede apreciar en el gráfico las diferentes resistencias obtenidas por las probetas ensayadas se puede apreciar y resaltar que la probeta que obtuvo la mayor resistencia es la N° 2 obteniendo esta una resistencia de  $f'c = 158 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto al concreto elaborado con la sustitución del 15% de cemento, esto a los 7 días de fraguado del concreto.

**Tabla 17:** Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 15% de ceniza.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (S-15% CENIZA -14 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 15% de ceniza	176.7	6/10/2021	20/10/2021	14	210	33,042.90	187	89.05
P2 (S-15% CENIZA -14 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 15% de ceniza	176.7	6/10/2021	20/10/2021	14	210	33,042.90	187	89.05
P3 (S-15% CENIZA -14 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 15% de ceniza	176.7	6/10/2021	20/10/2021	14	210	33,042.90	187	89.05
<b>PROMEDIO</b>		<b>176.7</b>	<b>6/10/2021</b>	<b>20/10/2021</b>	<b>14</b>	<b>210</b>	<b>33042.90</b>	<b>187</b>	<b>89.05</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>0.00</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 8:** Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 15% de ceniza.



**Fuente:** Elaboración propia.

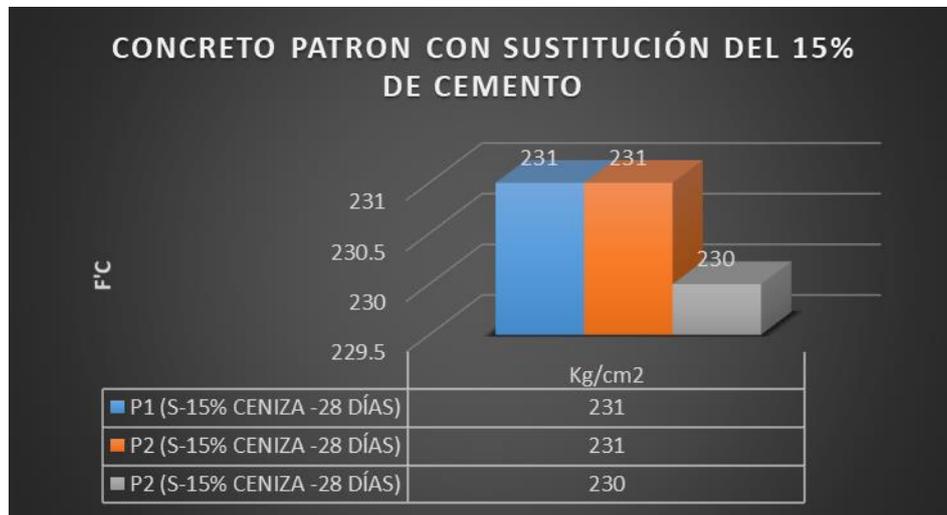
**Descripción:** En este siguiente gráfico se puede apreciar las diferentes resistencias obtenidas por las probetas ensayadas se puede apreciar que las tres probetas obtuvieron la misma resistencia siendo estas de  $f'c = 187 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto al concreto elaborado con la sustitución del 15% de cemento, esto a los 14 días de fraguado del concreto.

**Tabla 18:** Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 15% de ceniza.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm2)	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm2)	Kg	Kg/cm2	(%)
P1 (S-15% CENIZA -28 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 15% de ceniza	176.7	06/10/2021	03/11/2021	28	210	40,856.57	231	110.10
P2 (S-15% CENIZA -28 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 15% de ceniza	176.7	06/10/2021	03/11/2021	28	210	40,824.77	231	110.02
P2 (S-15% CENIZA -28 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 15% de ceniza	176.7	06/10/2021	03/11/2021	28	210	40,722.28	230	109.74
<b>PROMEDIO</b>		<b>176.7</b>	<b>06/10/2021</b>	<b>03/11/2021</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	<b>40801.21</b>	<b>231</b>	<b>109.96</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>0.40</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 9:** Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 15% de ceniza.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** En este siguiente gráfico se puede apreciar las diferentes resistencias obtenidas por las probetas ensayadas se puede apreciar y resaltar que las probetas N° 1 y N° 2 obtuvieron la misma resistencia siendo esta una resistencia de  $f'c = 231 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto al concreto elaborado con la sustitución del 15% de cemento, esto a los 28 días de fraguado del concreto

**Tabla 19:** Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 20% de ceniza.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (S-20% CENIZA -7 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 20% de ceniza	176.7	7/10/2021	14/10/2021	7	210	27,741.90	157	74.76
P2 (S-20% CENIZA -7 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 20% de ceniza	176.7	7/10/2021	14/10/2021	7	210	27,918.60	158	75.24
P2 (S-20% CENIZA -7 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 20% de ceniza	176.7	7/10/2021	14/10/2021	7	210	27,741.90	157	74.76
<b>PROMEDIO</b>		<b>176.7</b>	<b>7/10/2021</b>	<b>14/10/2021</b>	<b>7</b>	<b>210</b>	<b>27800.80</b>	<b>157</b>	<b>74.92</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>0.58</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 10:** Detalles de resistencia a la compresión a los 7 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 20% de ceniza.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** En este gráfico se puede apreciar las resistencias obtenidas por las probetas ensayadas se puede apreciar y resaltar que la probeta que obtuvo la mayor resistencia es la N° 2 obteniendo esta una resistencia de  $f'c = 158 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto al concreto elaborado con la sustitución del 20% de cemento, esto a los 7 días de fraguado del concreto.

**Tabla 20:** Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 20% de ceniza.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (S-20% CENIZA -14 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 20% de ceniza	176.7	7/10/2021	21/10/2021	14	210	36,046.80	204	97.14
P2 (S-20% CENIZA -14 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 20% de ceniza	176.7	7/10/2021	21/10/2021	14	210	36,223.50	205	97.62
P3 (S-20% CENIZA -14 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 20% de ceniza	176.7	7/10/2021	21/10/2021	14	210	36,400.20	206	98.10
<b>PROMEDIO</b>		<b>176.7</b>	<b>7/10/2021</b>	<b>21/10/2021</b>	<b>14</b>	<b>210</b>	<b>36223.50</b>	<b>205</b>	<b>97.62</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>1.00</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 11:** Detalles de resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 20% de ceniza.



**Fuente:** Elaboración propia.

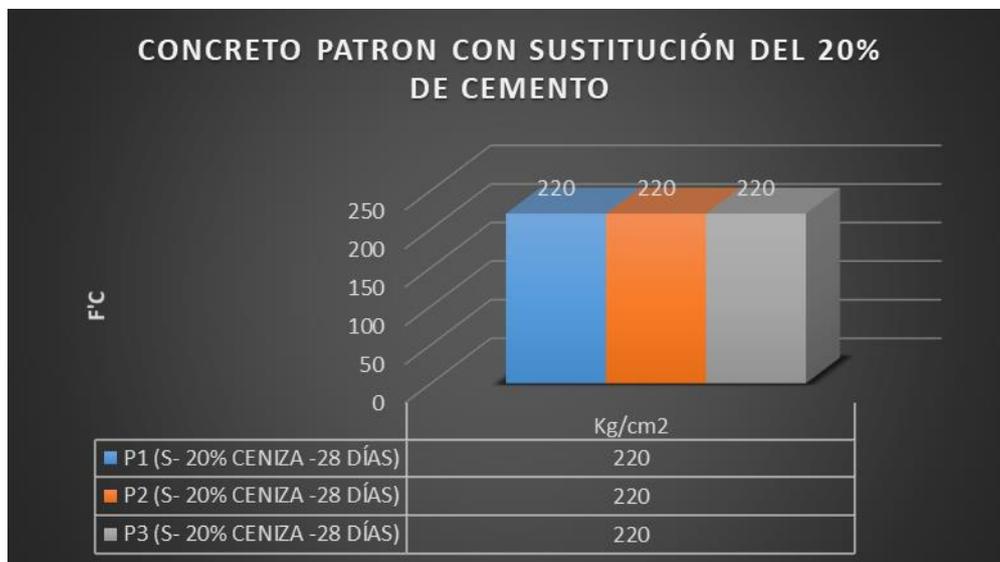
**Descripción:** En este gráfico se puede apreciar las resistencias obtenidas por las tres probetas ensayadas se puede apreciar y resaltar que la probeta que obtuvo la mayor resistencia es la N° 3 esta obtuvo una resistencia de  $f'c = 206 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto al concreto elaborado con la sustitución del 20% de cemento, esto a los 14 días de fraguado del concreto.

**Tabla 21:** Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 20% de ceniza.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	Fc	Fc/F'c
PROBETA	DESCRIPCIÓN	(cm <sup>2</sup> )	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	(%)
P1 (S- 20% CENIZA -28 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 20% de ceniza	176.7	07/10/2021	04/11/2021	28	210	38,874.00	220	104.76
P2 (S- 20% CENIZA -28 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 20% de ceniza	176.7	07/10/2021	04/11/2021	28	210	38,874.00	220	104.76
P3 (S- 20% CENIZA -28 DÍAS)	Concreto patrón con sustitución del 20% de ceniza	176.7	07/10/2021	04/11/2021	28	210	38,874.00	220	104.76
<b>PROMEDIO</b>		<b>176.7</b>	<b>07/10/2021</b>	<b>04/11/2021</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	<b>38874.00</b>	<b>220</b>	<b>104.76</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>		<b>0.00</b>							

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 12:** Detalles de resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con el 20% de ceniza.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** En este gráfico se puede apreciar las resistencias obtenidas por las probetas ensayadas son lo mismo obteniendo estas una resistencia de  $f'c = 220 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto al concreto elaborado con la sustitución del 20% de cemento, esto a los 28 días de fraguado del concreto.

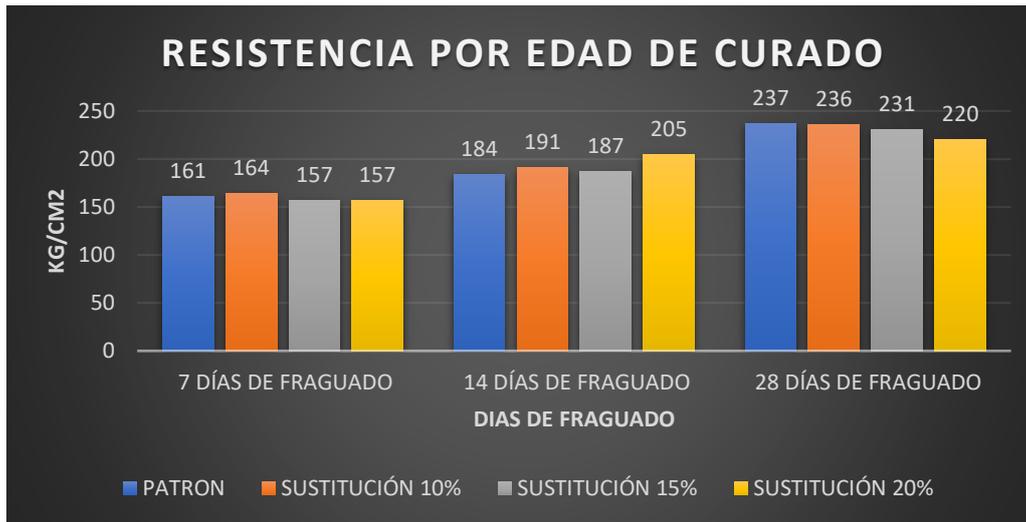
**OBJETIVO ESPECIFICO N°3:** Determinar la proporción adecuada de sustitución en porcentaje de peso de cemento por ceniza.

*Tabla 22: Resumen del comportamiento de la rotura de las probetas con 0%, 10%, 15% y 20% se sustitución a los 7, 14 y 28 días de curado.*

PROBETA	RESISTENCIA POR EDAD DE CURADO					
	7 DÍAS DE FRAGUADO		14 DÍAS DE FRAGUADO		28 DÍAS DE FRAGUADO	
PATRON	161	161	185	184	237	237
	162		183		238	
	161		184		237	
SUSTITUCIÓN 10%	164	164	191	191	237	236
	166		191		237	
	163		192		236	
SUSTITUCIÓN 15%	156	157	187	187	231	231
	158		187		231	
	157		187		230	
SUSTITUCIÓN 20%	157	157	204	205	220	220
	158		205		220	
	157		206		220	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 13:** Resumen del comportamiento de la rotura de las probetas con 0%, 10%, 15% y 20% de sustitución a los 7, 14 y 28 días de curado.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** En esta grafica se muestra el resumen de los resultados encontrados a los 7, 14 y 28 días de fraguado del concreto patrón y al sustituir el 10%, 15% y 20% de cemento por ceniza, tras las roturas realizadas se observa que la mayor resistencia obtenida con respecto a la sustitución del cemento por ceniza en proporciones de 10%, 15% y 20% el concreto elaborado con sustitución del 10% de cemento por ceniza es la que mayor resistencia obtiene.

Por lo tanto, como respuesta al tercer objetivo planteado tenemos que la proporción adecuada de sustitución en porcentaje de peso de cemento por ceniza es el 10% ya que es la que obtiene mayor resistencia en comparación a las probetas realizadas con la sustitución del 15% y 20% de cemento por ceniza.

## V. DISCUSIÓN

En esta parte se analizará y resumiré los resultados obtenidos basados en las teorías relacionadas, en los antecedentes y nuestros resultados. Los diferentes resultados que se obtuvieron en esta investigación están referidos los objetivos.

1. En cuanto al primer objetivo específico: realizar el cálculo de dosificación en peso por cada probeta y cálculo de cuanto de material se usara para la mezcla de concreto teniendo en cuenta los resultados tenemos que después de realizar los cálculos matemáticos respectivos la cantidad que contiene o la capacidad en volumen de la probeta de  $0.005 \text{ m}^3$  asiento así la dosificación en peso para cada probeta también después de realizar los cálculos matemáticos, 2.31 kg de cemento, 4.38 kg de agregado grueso, 6.09 kg de agregado fino y 1.04 l de agua esto con respecto al concreto patrón también de la misma manera tenemos para el concreto con la sustitución del 10% de cemento por ceniza 2.08 kg de cemento, 4.38 kg de agregado grueso, 6.09 kg de agregado fino, 1.04 lt. de agua y 0.23 kg de ceniza de madera de igual manera también para la mezcla con la sustitución del 15% de cemento 1.96 kg de cemento, 4.30 kg de A. Grueso, 6.09 kg de A. Fino, 1.04 l de agua y 0.35 kg de ceniza y por último en cuando al cálculo de cantidad de material por probeta tenemos que para la sustitución del 20% de cemento 1.85 kg de cemento, 4.38 kg de A. Grueso, 6.09 kg de A. Fino, 1.04 l de agua y 0.46kg de ceniza cabe recalcar que las cantidades de insumos vienen a ser casi lo mismo solo varia el cemento y la ceniza esto por que realizamos la sustitución del cemento por ceniza gradualmente y por ello se va modificando la cantidad de estas.
2. Para el segundo objetivo específico: determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento en porcentajes de 10%, 15% y 20% a los 7, 14 y 28 días de fraguado.

En cuanto a la resistencia del concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  revisando las gráficas 01, 02 y 03 encontramos que las tres probetas de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sin sustitución del cemento (concreto patrón) y posteriormente sometido a la compresión tras el curado de los 7 días llega

a obtener una resistencia promedio de  $f'c=161$  kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 la resistencia promedio que llega a obtener es de  $f'c= 184$  kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de curados se obtiene una resistencia promedio de  $f'c= 237$  kg/cm<sup>2</sup>. El análisis lo complementamos con lo que indica (PÉREZ NIEVES, 2018) donde el indica que al comparar el concreto tradicional con el concreto sustituido el 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo”, donde el concreto patrón obtuvo los siguientes resultados,  $f'c=158$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de fraguado,  $f'c=186$  kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y  $f'c=223$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de fraguado. También (QUISPE, 2018) menciona que en su investigación la resistencia final a la compresión que obtuvo para el concreto patrón a los 28 días de edad fue de  $f'c= 213.09$  kg/cm.

En cuanto al 10% de sustitución en porcentaje de peso del cemento teniendo en cuenta los resultados de la gráfica 04, 05 y 06 se puede observar que tras los 7 días de estar sumergido en el agua la resistencia que obtuvo es de  $f'c=164$  kg/cm<sup>2</sup>, dentro de 14 días llega a obtener una resistencia final de  $f'c=191$  kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 obtiene  $f'c=236$  kg/cm<sup>2</sup> de resistencia siendo estos resultados superiores a las del concreto patrón. Este resultado se complementa con lo que menciona (MARILUZ Y ULLOA, 2018) donde menciona que la adición más favorable es el de 10% ya que mejora el desarrollo a la resistencia llegando obtener una mejor resistencia en comparación a los de más esto adicionando cenizas volantes de carbón al concreto en porcentajes de 5%, 10% y 20 % que realizo el autor mencionado.

En cuanto al 15% de sustitución del cemento por ceniza de madera teniendo en cuenta los resultados del grafico 07, 08 y 09 obtenemos que a los 7 días de fraguado tiene una resistencia de  $f'c=157$  kg/cm<sup>2</sup>, después de 14 días el concreto obtiene una resistencia de  $f'c=187$  kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de fraguado obtiene una resistencia de  $f'c=231$  kg/cm<sup>2</sup>. Por tanto las resistencia que obtuve en esta investigación superan a las que obtuvo (VILLANUEVA MANRRIQUE, 2017) donde en su investigación titulada “resistencia de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales” donde obtuvo las siguientes resultados, a los 7 días de curado llego a obtener una

resistencia de  $f'c=153.00$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c= 176.80$  kg/cm<sup>2</sup> a los 14 y a los 28 días de fraguado obtuvo una resistencia de  $f'c= 215.20$  kg/cm<sup>2</sup> siendo estas resistencias inferiores con respecto a las resistencias que obtuve en esta investigación. Por otro lado, comparando con lo que nos dice (SILVA REYES, 2018) en su investigación titulada “resistencia de mortero  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento en 15% por ceniza de material no maderable de Schimus Molle L” donde nos menciona que obtuvo las siguientes resistencias, a los 3 días de fraguado obtuvo la resistencia de  $f'c=155.8$  kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días de fraguado obtuvo la resistencia de  $f'c= 156.8$  kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de fraguado llego a obtener una resistencias de  $f'c= 201.8$  kg/cm<sup>2</sup> siendo así en esta ocasión también las resistencias obtenidas en mi investigación sustituyendo el 15% de cemento por ceniza de madera supera a las resistencias obtenidas por Silva.

Referente al 20% de sustitución del cemento por ceniza de madera teniendo en cuenta los resultados de la gráfica 10, 11 y 12 tenemos que el concreto con 7 días de curado obtiene una resistencia de  $f'c=157$  kg/cm<sup>2</sup> por otro lado con 14 días llega a obtener una resistencia de  $f'c=205$  kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de fraguado llega a obtener una resistencia de  $f'c=220$  kg/cm<sup>2</sup>. Así disminuyendo su resistencia a la compresión con respecto a los de más probetas que tienen menor proporción de ceniza por lo tanto se deduce que cuando el porcentaje de sustitución es mayor que el 10% la resistencia a la compresión disminuye. Esto concuerda con lo que menciona (Journal of High Andean Research, 2018) donde nos dice que cuando el porcentaje de sustitución de ceniza llega a ser mayor al 10% cuando se diseña la mezcla su resistencia tiende a disminuir y también nos menciona que por esa razón se debe utilizar adiciones de nano sílice, aditivos u otros insumos relacionados.

3. En cuanto al tercer objetivo específico: determinar la proporción adecuada de sustitución en porcentaje de peso de cemento por ceniza tomando como referencia la gráfica N°13 tenemos de las probetas que contiene porcentajes de ceniza que mayor resistencia obtienen son las que tiene el 10% de ceniza llegando a obtener la resistencia de  $f'c=164$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de fraguado,  $f'c=191$  kg/cm<sup>2</sup> los 14 días y  $f'c=236$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de fraguado. Por tanto, se deduce que la proporción adecuada de

ceniza para la elaboración de un concreto es utilizando la proporción del 10% en cuando a la sustitución en peso de cemento en este caso por la ceniza ya que obtiene una resistencia mayor que las de 15% y 20%. Esto se concreta con lo que indica (VALDERRAMA, TORRES, & MEJÍA, 2011) donde resalta que el porcentaje más óptimo en cuanto a la adición de ceniza volante es de 10% cuando se evalúa mecánicamente. También (Journal of High Andean Research, 2018) menciona que con la finalidad de mitigar el medio ambiente deberíamos de usar las mezclas de ceniza volante en proporciones o porcentajes menores al del 10% ya que si se usa en mayor porcentaje disminuye la resistencia del concreto.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que cuando se sustituye el 10% de cemento por ceniza de madera después de realizar los curados a los 7, 14 y 28 días se logró obtener una resistencia favorable superando al concreto con 15% y 20% de ceniza obteniendo las resistencias siguientes  $f'c = 164 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días de fraguado,  $f'c = 191 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días de fraguado y  $f'c = 236 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de fraguado.
2. Al reemplazar el 15% de ceniza por cemento después de realizar los curados a los 7, 14 y 28 días se obtuvo una resistencia que disminuyó siendo los nuevos resultados  $f'c = 157 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días de fraguado,  $f'c = 187 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 y  $f'c = 231 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.
3. Al reemplazar el 20% de ceniza por cemento después de realizar los curados a los 7, 14 y 28 días y su respectiva prueba de resistencia a compresión se obtuvo una resistencia que disminuyó obtenido los nuevos resultados  $f'c = 157 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días de fraguado,  $f'c = 205 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 y  $f'c = 220 \text{ kg/cm}^2$  a los 28.
4. Se concluye que la proporción adecuada para la elaboración del concreto con sustitución en porcentaje de peso del cemento por ceniza es sustituyendo el 10% ya que esta obtiene una mayor resistencia en comparación a los de 15% y 20% obteniendo una resistencia máxima de  $f'c = 236 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ .
5. En cuanto a la comparación con el concreto base o patrón se concluye que el concreto con 10% de ceniza es la que supera en cuanto a la resistencia ya que según las pruebas de compresión realizadas se obtuvo los resultados del concreto patrón  $f'c = 161 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ,  $f'c = 184 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  y  $f'c = 237 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  y del concreto con 10% de ceniza  $f'c = 164 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ,  $f'c = 191 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  y  $f'c = 236 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ .

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda la recolección y el uso de la ceniza de madera de los diferentes hornos artesanales para la elaboración de concreto puesto que esto sería de gran ayuda para la disminución de la contaminación ambiental dentro de nuestro país.
2. De hecho, también se recomienda usar una proporción de 10% de sustitución de cemento por ceniza de madera en la elaboración del concreto para realizar las construcciones civiles (pavimentaciones, losas, adoquines, falso pisos, etc.) ya que esta es la que mayor resistencia obtuvo.
3. También se recomienda continuar con esta línea de investigación para encontrar más usos de la ceniza de madera dentro de la construcción u otro ámbito.

## REFERENCIAS

1. **ABANTO F. 2013.** Tecnología del concreto. lima: s.n., 2009. pág. 244. 978-612-302-060-6.
2. **ABANTO, Castillo Flavio. 2009.** TECNOLOGÍA DEL CONCRETO.
3. **Adrián, Yirda.** (Última edición:1 de febrero del 2021). Definición de Concreto. 4. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/concreto/>.
4. **ALBETO. V. 2010.** USO DE CENIZA DE EUCALIPTO COMO PUZOLANA EN MORTEROS. TESIS.
5. **APAZA HITO, Danny Samir. 2018.** DURABILIDAD DEL CONCRETO ELABORADO EN BASE A LA CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) CON CEMENTO PORTLAND ANTE AGENTES AGRESIVOS, TESIS.
6. **ASTM C39/C39M. 2014.** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO.
7. **CASAL, Jordi y MATEU, Enric.** tipos de muestreo. s.l.: Rev. Epidem. Med. Prev, 2003. Vol. 1.
8. **CAYOZAMIN 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), TESIS.
9. **CENTTY, Deymor. 2006.** Manual Metodológico para el Investigador Científico. Arequipa: s.n., 2006. manual.  
  
Consultado el 15 de mayo del 2021.ACI 214, Recommended Practice for Evaluation of Strength Tests.
10. **Contreras K. y Peña V. 2017.** Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla. Tesis.
11. **Editorial Círculo Rojo, 2018.** METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.
12. **Elinwa, A.U. and Mahmood, Y.A.** Ash from Timber Waste as Cement Replacement Material, Cement and Concrete Composites, V. 24, No. 2, Apr., 2002.
13. **FOSTER, Morris.** Integrating ethics and science in the international HapMap Project. Nature Reviews Genetics. 2014. pág. 467. Vol. 5. 1351.

14. **G. CADENA. 2013.** MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PUZOLÁNICOS PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA ANTE ATAQUES DE SULFATOS.
15. **GOMEZ, Domínguez Jorge. 2016.** *MATERIALES DE CONSTRUCCION*. México: s.n.
16. **Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio. 2006.** Metodología de la Investigación. México: 4ta Ed. McGraw-Hill Interamericana.
17. **HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014.** Metodología de la Investigación. México: Interamericana de Editores, 2014. 978-1-4562-2396-0.
18. **HERNANDEZ, Zenaida. 2021.** METODOLOGIA DE ANALISIS DE DATOS Recuperado de: [https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD\\_710/Lib489791.pdf](https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD_710/Lib489791.pdf) Consultado el 18 de julio del 2021.
19. **JARA RODRÍGUEZ, Ruth Haydee y PALACIOS AMBROCIO, Roció Denise. 2017.** UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO SUSTITUTO PORCENTUAL DEL CEMENTO EN LA ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO. TESIS.
20. **Journal of High Andean Research, 2018.** USE OF THE FLYING ASH IN THE DOSING OF THE CONCRETE AS A SUBSTITUTE FOR THE CEMENT. REEVISTA.
21. **Julián Pérez Porto y Ana Gardey.** Publicado: 2008. Definición de procedimiento. Recuperado de: <https://definicion.de/procedimiento/> Consultado el 18 de junio del 2021.
22. **LOAYZA GOICOCHEA. 2014.** EFECTO DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMAL. TESIS DE PREGRADO.
23. **MARILUZ Milagros y ULLOA Javier. 2018.** USO DE LAS CENIZAS VOLANTES DE CARBÓN EXCEDENTES DE LA CENTRAL TERMOELÉTRICA ILO21 – MOQUEGUA COMO ADICIÓN PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ABSORCIÓN, MANEJABILIDAD Y TEMPERATURA. TESIS.
24. **MEDINA, Cruz Ricardo.** ACEROS AREQUIPA. *ACEROS AREQUIPA*. [En línea] [Citado el: 6 de MAYO de 2021.] [http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion\\_17/capacitaciones-procedimientos-para-elaborar-probetas-de-concreto.html](http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_17/capacitaciones-procedimientos-para-elaborar-probetas-de-concreto.html).

25. **Omar Molina Bas. 2008.** La influencia de las cenizas volantes como sustituto parcial del cemento portland en la durabilidad del hormigón. Tesis.
26. **ORCHESI MEDINA, Luis Enrique. 2019.** EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO CEMENTO CON UNA MEZCLA DE ESQUISTO Y CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ. TESIS.
27. **OTZEN, Tamara y MONTEROLA, Carlos. 2017.** Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. (En línea) 2021. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>.
28. **PADILLA, Gómez Julio.** GUIAS DE LABORATORIO MATERIALES DE CONSTRUCCION. LIMA: s.n., 2015.
29. **PARIZACA QUISPE. 2015.** COMPORTAMIENTO DE LA TRABAJABILIDAD Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL POR ADICIÓN DE POLÍMEROS SÚPERABSORBENTES EN LA CIUDAD DE PUNO.
30. **PEREZ NIEVES, Juan Carlos. 2018.** RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 10% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ Y 5% DE CENIZA DE COLA DE CABALLO. TESIS.
31. **QUISPE VILCA, Yonny Wilber. 2018.** EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LA ZONA ALTIPLÁNICA. TESIS.
32. RECURSOS EN PROJECT MANAGEMENT. [En línea] [Citado el: 15 de JULIO del 2021.] <https://www.rekursosenprojectmanagement.com/definicion-de-cronograma/>
33. **Remond Pimienta and Bentz D. 2002.** Effect of the incorporation of municipal solid waste fly ash in cement paste and Mortars. Journal of cement and concrete research, 10:12-14
34. **RNE. 2017.** REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES E 060 CONCRETO ARMADO. PERU.
35. **RNE. 2019.** REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. LIMA: s.n., 2019.
36. **SÁNCHEZ M, F. L. 2015.** RELACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO A EDADES DE 3, 7, 14, 28 Y 56 DÍAS RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO A EDAD DE 28 DÍAS.

37. **SILVA REYES, Patricia Lizet. 2018.** RESISTENCIA DE MORTERO F´C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 15% POR CENIZA DE MATERIAL NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L. TESIS.
38. **VERA, Adrián.** Principales Tipos de Investigación. [En línea] [Citado el: 22 de JUNIO de 2021.] <https://www.monografias.com/trabajos58/principales-tipos-investigacion/principales-tipos-investigacion2.shtml>.
39. **VILLANUEVA MANRRIQUE, Janel Edwin. 2017.** RESISTENCIA DE CONCRETO F´C = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES. TESIS.
40. **VIVIAN M. Y ESTEBAN L. 2006.** APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE “TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN”.

# **ANEXOS**

*Anexo 1: Matriz de consistencia*

Titulo	Formulación Del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Tipo y diseño de investigación
<p><b>“Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto f’c=210 kg/cm2 – 2021”</b></p>	<p>¿de qué manera influye la sustitución en un porcentaje determinado del cemento por ceniza de madera en la resistencia a la compresión del concreto patrón f’c=210 kg/cm<sup>2</sup>?</p>	General	General	Independiente	Tipo
		<p>Determinar la influencia del porcentaje de ceniza en peso que sustituye al cemento en la elaboración del concreto f’c= 210 kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p>El porcentaje de ceniza en peso que sustituye al cemento tiene una influencia positiva en cuanto a la resistencia a la compresión aumentando su resistencia.</p>	Ceniza de madera	Aplicada
		Específico	Específico	Dependiente	Diseño
		<p>Realizar el cálculo de dosificación en peso por cada probeta y cálculo de cantidad de materiales para la elaboración de mezcla de concreto.</p>		Resistencia a la compresión	Experimental – correlacional
		<p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón f’c=210 kg/cm<sup>2</sup> y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento en porcentajes de 10%, 15% y 20% a los 7, 14 y 28 días de fraguado.</p>			
<p>Determinar la proporción adecuada de sustitución en porcentaje de peso del cemento por ceniza.</p>					

*Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.*

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
RESISTENCIA A LA COMPRESION (V. DEPENDIENTE)	Es la carga admisible al aplastamiento por unidad de área.	La resistencia a la compresión durante la investigación se medirá mediante ensayos de fractura de probetas las cuales tendrán un tiempo de curado de 7 ,14 y 28 días la información se recogerá del laboratorio con los protocolos establecidos en la NTP 339.034 (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas).	Propiedades mecánicas del concreto	Fuerza / Área	Kg /cm <sup>2</sup>
CENIZA DE MADERA (V. INDEPENDIENTE)	Es un material tipo polvo que se obtiene a partir de la combustión de la madera la cual cuenta con características similares con las que cuenta el cemento.	La ceniza de madera se recolectará de manera aleatoria ya que la ceniza a estudiar es homogénea y luego se hará la sustitución en porcentajes de 10%, 15% y 20% del peso de cemento de un concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; en el diseño del concreto patrón se utilizará el cemento portland tipo I.	10%, 15% y 20% (dosificación)	Porcentaje de ceniza de madera	Porcentaje (%)

Anexo 3: Diseño de Mezcla de Concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

	<h1 style="color: red;">3R GeoIngeniería S.A.C.</h1> <p>Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras                  Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,                  Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.</p>																						
<p><b>Geo-Lab</b> Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,                  Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental</p> <p>RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006</p>																							
<h2>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</h2> <p><b>Arena Gruesa + Piedra Chancada ½" a ¾"</b></p> <p>DISEÑO: <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></p> <p style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 2px; display: inline-block;">Informe N° 359-2021-3R-GEOING</p>																							
<p><b>SOLICITA :</b> YOMER RICARDIÑO TIMOTEO CARO</p>																							
<p><b>TESIS :</b> "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR CENIZA DE MADERA SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO <math>F'c = 210 \text{ KG/CM}^2</math> - 2021"</p>																							
<p><b>CANTERA :</b> ARENA GRUESA : RUMICHUCO                  AGREGADO GRUESO : RUMICHUCO</p>																							
<p><b>FECHA :</b> 20/08/2021</p>																							
<p><b>MATERIALES:</b></p>																							
<p>AGREGADOS : Material de cantera traído por el interesado                  CEMENTO : Portland Tipo I ASTM C-150 – (CEMENTO ANDINO)                  Peso específico = 3.13 gr/cm<sup>3</sup></p>																							
<p><b>DATOS DEL AGREGADO FINO: Arena Gruesa</b></p>																							
<table border="0"> <tr><td>MODULO DE FINEZA</td><td>=</td><td>3.37</td></tr> <tr><td>PESO ESPECÍFICO</td><td>=</td><td>2.51 Tn/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td><td>=</td><td>2.32 %</td></tr> <tr><td>ABSORCIÓN</td><td>=</td><td>1.71%</td></tr> <tr><td>PESO SECO SUELO</td><td>=</td><td>1719 Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>PESO SECO COMPACTADO</td><td>=</td><td>1851 Kg/m<sup>3</sup></td></tr> </table>			MODULO DE FINEZA	=	3.37	PESO ESPECÍFICO	=	2.51 Tn/m <sup>3</sup>	CONTENIDO DE HUMEDAD	=	2.32 %	ABSORCIÓN	=	1.71%	PESO SECO SUELO	=	1719 Kg/m <sup>3</sup>	PESO SECO COMPACTADO	=	1851 Kg/m <sup>3</sup>			
MODULO DE FINEZA	=	3.37																					
PESO ESPECÍFICO	=	2.51 Tn/m <sup>3</sup>																					
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	2.32 %																					
ABSORCIÓN	=	1.71%																					
PESO SECO SUELO	=	1719 Kg/m <sup>3</sup>																					
PESO SECO COMPACTADO	=	1851 Kg/m <sup>3</sup>																					
<p><b>DATOS DEL AGREGADO GRUESO: Piedra chancada de ½" a ¾"</b></p>																							
<table border="0"> <tr><td>PESO ESPECÍFICO</td><td>=</td><td>2.56 Tn/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td><td>=</td><td>1.57 %</td></tr> <tr><td>ABSORCIÓN</td><td>=</td><td>0.93%</td></tr> <tr><td>PESO SECO SUELO</td><td>=</td><td>1310 Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>PESO SECO COMPACTADO</td><td>=</td><td>1408 Kg/m<sup>3</sup></td></tr> </table>			PESO ESPECÍFICO	=	2.56 Tn/m <sup>3</sup>	CONTENIDO DE HUMEDAD	=	1.57 %	ABSORCIÓN	=	0.93%	PESO SECO SUELO	=	1310 Kg/m <sup>3</sup>	PESO SECO COMPACTADO	=	1408 Kg/m <sup>3</sup>						
PESO ESPECÍFICO	=	2.56 Tn/m <sup>3</sup>																					
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	1.57 %																					
ABSORCIÓN	=	0.93%																					
PESO SECO SUELO	=	1310 Kg/m <sup>3</sup>																					
PESO SECO COMPACTADO	=	1408 Kg/m <sup>3</sup>																					
<p><b>VALORES DE DISEÑO</b></p>																							
<table border="0"> <tr><td>RESISTENCIA A LA COMPRESION (<math>F'c</math>)</td><td>=</td><td>210 Kg/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>REVENIMIENTO</td><td>=</td><td>2 a 4 pulg</td></tr> <tr><td>TAMAÑO MAXIMO</td><td>=</td><td>¾ pulg</td></tr> <tr><td>AGUA DE MEZCLADO</td><td>=</td><td>190 Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Factor de seguridad</td><td>=</td><td>84</td></tr> <tr><td><math>f'cr = f'c + \text{factor de seguridad}</math></td><td>=</td><td>294 Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>AIRE TOTAL (%)</td><td>=</td><td>2.00</td></tr> </table>			RESISTENCIA A LA COMPRESION ( $F'c$ )	=	210 Kg/cm <sup>2</sup>	REVENIMIENTO	=	2 a 4 pulg	TAMAÑO MAXIMO	=	¾ pulg	AGUA DE MEZCLADO	=	190 Kg/m <sup>3</sup>	Factor de seguridad	=	84	$f'cr = f'c + \text{factor de seguridad}$	=	294 Kg/m <sup>3</sup>	AIRE TOTAL (%)	=	2.00
RESISTENCIA A LA COMPRESION ( $F'c$ )	=	210 Kg/cm <sup>2</sup>																					
REVENIMIENTO	=	2 a 4 pulg																					
TAMAÑO MAXIMO	=	¾ pulg																					
AGUA DE MEZCLADO	=	190 Kg/m <sup>3</sup>																					
Factor de seguridad	=	84																					
$f'cr = f'c + \text{factor de seguridad}$	=	294 Kg/m <sup>3</sup>																					
AIRE TOTAL (%)	=	2.00																					
		 <p>Lic. Reynaldo M. Reyes Roque. Msc. Dr.                  INGENIERO CIVIL CIP N° 57900                  Consultor de Obras - Reg. N° C2182                  Muestra en Ingeniería Geotécnica</p>																					
		Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Inst. Oeste N° 702 Centenario - Independencia																					



# 3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,  
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



**Geo-Lab** Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,  
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

RELACION A/C	=	0.48
CONTENIDO DE CEMENTO	=	395.8 Kg/m <sup>3</sup> = 9.3 bls.
VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO	=	0.53 M <sup>3</sup>
CONTENIDO DE AGREG. GRUESO	=	739.3 Kg
PESO DEL CONCRETO	=	2345.0 Kg/m <sup>3</sup>
CONTENIDO DE AGREG. FINO	=	1019.9 Kg
AJUSTE POR HUMEDAD:		
AGREGADO GRUESO	=	750.9 Kg
AGREGADO FINO	=	1043.6 Kg
AGUA DE MEZCLA NETA:		
AGUA EN EL AGREG. GRUESO	=	4.7 Kg
AGUA EN EL AGREG. FINO	=	6.4 Kg
AGUA DE MEZCLADO NETA	=	178.8 Kg

## CANTIDAD DE MATERIALES POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO Y PROPORCIONES

### DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE:

Cemento	395.8 Kg = 9.3 Bolsas
Agregado grueso	750.9 Kg
Agregado fino	1043.6 Kg
Agua de Mezclado	178.8 Kg

### DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE:

Cemento	395.8 Kg = 9.3 Bolsas = 0.263 M <sup>3</sup>
Piedra chancada 1/2" a 3/4"	0.56 m <sup>3</sup>
Arena gruesa	0.59 m <sup>3</sup>
Agua de Mezclado	0.179 m <sup>3</sup> = 179 Lts.

### La proporción será:

Cemento	=	1.0
Piedra Chancada 1/2" a 3/4"	=	2.2
Arena Gruesa	=	2.3



*[Firma]*  
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.  
INGENIERO CIVIL CIP N° 67900  
Consultor de Obras - Reg. N° C2162  
Especialista en Ingeniería Geotécnica

### Recomendaciones:

- Lavar el agregado fino hasta obtener % permisible de finos
- Trabajar en campo con materiales iguales, como los que fueron llevado al laboratorio.

Los agregados fueron traídos por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Inst. Oeste N° 702 Centenario - Independencia

Anexo 4: Ensayo de Contenido de Humedad.



# 3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras  
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,  
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



**Geo-Lab** Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,  
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA : YOMER RICARDIÑO TIMOTEO CARO  
 TESIS : "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR  
 CENIZA DE MADERA SOBRE LA RESISTENCIA A LA  
 COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup> - 2021"  
 CANTERA : RUMICHUCO  
 FECHA : 20/08/2021

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
 ASTM D-2218

MATERIAL	C-01		C-02	
	MA-01(A. FINO)		MA-01(A. GRUESO)	
PROFUNDIDAD (m)	-----			
FRASCO N°	1	2	3	4
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	111.33	149.12	158.93	171.24
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	109.51	145.35	157.11	169.3
(3) Pagua (gr) (1)-(2)	1.82	2.27	1.82	1.94
(4) Pfr (gr)	37.14	40.07	38.00	49.69
(5) P.S.S. (gr) (2)-(4)	72.37	106.78	119.11	119.61
(6) C. Humedad (%) (3)-(5)	2.51	2.13	1.53	1.62
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	2.32%		1.57%	

**Nota:**  
 Pfr = Peso del frasco  
 P.S.H. = Peso del suelo húmedo  
 P.S.S. = Peso del suelo seco  
 Pagua = Peso del agua



*Reynaldo M. Reyes Roque*  
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.  
 INGENIERO CIVIL, CIP N° 57900  
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162  
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Anexo 5: Análisis Granulométrico Agregado Grueso.



# 3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras  
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,  
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



**GeoLab** Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,  
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

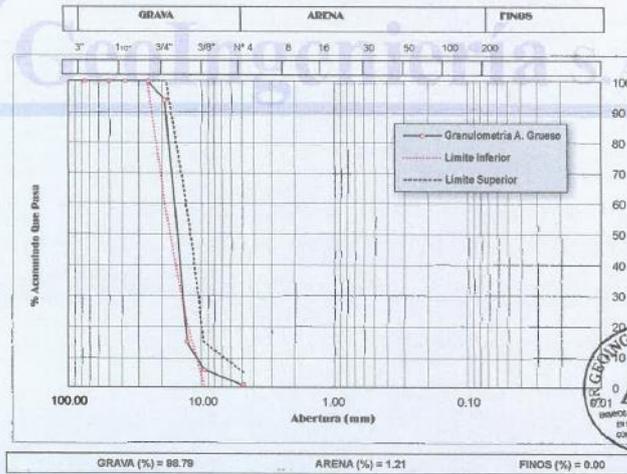
RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA : YOMER RICARDIÑO TIMOTEO CARO  
 TESIS : "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR  
 CENIZA DE MADERA SOBRE LA RESISTENCIA A LA  
 COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM<sup>2</sup> - 2021"  
 CANTERA : RUMICHUCO  
**PIEDRA CHANCADA**  
 FECHA : 20/08/2021

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 CLASIFICACIÓN ASTM C-33

PESO INICIAL SECO: 2550.00 grs %QUE PASA MALLA N°4: 1.21  
 PESO LAVADO SECO: 2519.06 grs %RETENIDO MALLA 3": 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% acumulado que pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	156.58	6.14	6.14	93.86
1/2"	12.700	2012.00	78.90	85.04	14.96
3/8"	9.525	231.37	9.07	94.12	5.88
N° 4	4.760	119.11	4.67	98.79	1.21
N° 8	2.380	0.00	0.00		
N° 16	1.190	0.00	0.00		
N° 30	0.590	0.00	0.00		
N° 50	0.297	0.00	0.00		
N° 100	0.149	0.00	0.00		
N° 200	0.074	0.00	0.00		
>N° 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		2519.06	98.79		



*Reynaldo Reyes Roque*  
 Ing. Reynaldo Reyes Roque, Msc. Dr.  
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182  
 Maestría en Ingeniería Geotécnica

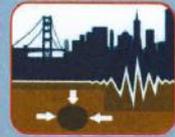


Anexo 6: Análisis Granulométrico Agregado Fino.



# 3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras  
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,  
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



**GeoLab** Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,  
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

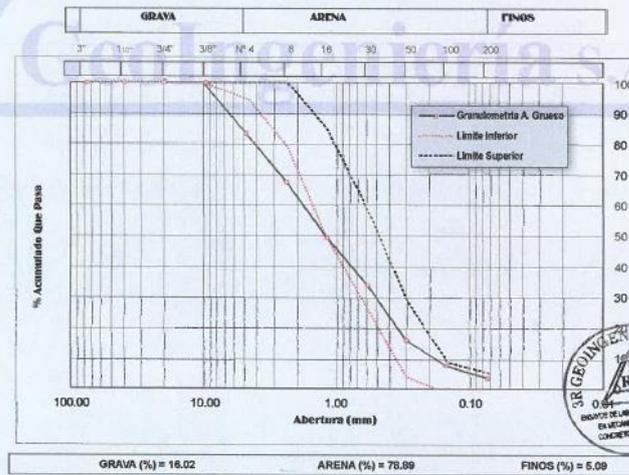
SOLICITA : YOMER RICARDIÑO TIMOTEO CARO  
 TESIS : "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR  
 CENIZA DE MADERA SOBRE LA RESISTENCIA A LA  
 COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup> - 2021"  
 CANTERA : RUMICHUCO  
**ARENA GRUESA**  
 FECHA : 20/08/2021

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 CLASIFICACION ASTM C-33

PESO INICIAL SECO: 2087.00 grs % QUE PASA MALLA N° 200: 5.09  
 PESO LAVADO SECO: 1995.82 grs % RETENIDO MALLA 3": 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	334.40	16.02	16.02	83.98
N° 8	2.380	333.81	15.99	32.02	67.98
N° 16	1.190	372.24	17.84	49.85	50.15
N° 30	0.590	326.33	15.64	65.49	34.51
N° 50	0.297	357.51	17.13	82.62	17.38
N° 100	0.149	175.61	8.41	91.03	8.97
N° 200	0.074	80.90	3.88	94.91	5.09
>N° 200	0.000	15.02	0.72	95.63	
TOTAL	-	1995.82	95.63	-	

Nota: Límite máximo de finos = 5%



*[Signature]*  
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. I  
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
 Consultor de Obras - Reg. N° C216  
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Anexo 7: Ensayo Peso Unitario del Agregado Fino y Grueso.



# 3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras  
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,  
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



**GeoLab** Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,  
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA : YOMER RICARDIÑO TIMOTEO CARO  
 TESIS : "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR  
 CENIZA DE MADERA SOBRE LA RESISTENCIA A LA  
 COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup> - 2021"  
 CANTERA : RUMICHUCO  
 FECHA : 20/08/2021

### PESO UNITARIO FINO – ARENA GRUESA

TIPO DE PESO UNITARIO MUESTRA N°	PESO UNITARIO SUELO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE	23749.00	23813.00	23698.00	25013.00	24970.00	25096.00
PESO DEL MOLDE	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00
PESO DEL MATERIAL	16602.00	16666.00	16551.00	17866.00	17823.00	17949.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00
PESO UNITARIO	1.719	1.726	1.714	1.850	1.845	1.858
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.719			1.851		

### PESO UNITARIO GRUESO – PIEDRA CHANCADA

TIPO DE PESO UNITARIO MUESTRA N°	PESO UNITARIO SUELO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE	19758.00	19767.00	19882.00	20598.00	20711.00	20931.00
PESO DEL MOLDE	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00
PESO DEL MATERIAL	12611.00	12620.00	12735.00	13451.00	13564.00	13784.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00
PESO UNITARIO	1.306	1.307	1.319	1.393	1.404	1.427
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.310			1.408		



*Reyes Roque*  
 Ing. Rosendo M. Reyes Roque. Msc. Dr.  
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162  
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Anexo 8: Ensayo Peso Específico y Porcentaje de Absorción.



# 3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras  
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,  
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



**GeoLab** Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,  
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

## PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE OBSORCION

SOLICITA : YOMER RICARDIÑO TIMOTEO CARO  
 TESIS : "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR  
 CENIZA DE MADERA SOBRE LA RESISTENCIA A LA  
 COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup> - 2021"  
 CANTERA : RUMICHUCO  
 FECHA : 20/08/2021

Identificación (Agregado)	FINO	GRUESO
Tamaño Máximo de la muestra	Malla #4	1/2"
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola	Probeta
Peso Frasco + Agua = (A)	679.00	2000.00
Peso mat. y Sup Seca en Aire = (B)	500.00	1000.00
Mat. Sat. + Agua + Frasco: A+B = (C)	985.00	3000.00
Peso Global con Desplaz. Del Vol. = (D)	786.00	2610.00
Peso Vol. Masa + Vol. Vacíos: C-D = (E)	199.00	390.00
Peso mat. Sat. y Sup. Seca en Agua = (F)	-----	-----
Peso Secado en Estufa a 105°C = (G)	-----	-----
Peso del Vol. De la Masa: E-(B-C) = (H)	-----	-----
P.E. Bulk (Base Seca) = G/E	-----	-----
P.E. Bulk (Base Saturada) = B/E	2.51	2.56
P.E. Aparente o Relativo = G/H	-----	-----

N° de Tarro	1	2
Peso del Tarro + Mat. SSS en Aire = (a)	2020.02	251.23
Peso de Tarro + Mat. Secado en Estufa = (b)	200.48	249.85
Peso del Agua (a-b) = (c)	1.54	1.38
Peso de Tarro = (d)	110.16	102.5
Peso de Material secado en Estufa = (e)	90.32	147.70
Porcentaje de Absorción = (c)x100/e	1.71	0.93



*[Firma]*  
 Ing. Reynaldo A. Reyes Roque, Msc. Dr.  
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
 Consultor de Obras - Reg. N° 02182  
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Anexo 9: Resultado de las Roturas de Probetas a los 7 días.



**3R GeoIngeniería S.A.C.**  
 Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras  
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,  
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



**Geo-Lab** Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,  
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental  
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
 DE BRIQUETAS DE CONCRETO**

Norma ASTM C-39 – AASHTO T-22

Informe N° 363-2021-3R-I.C

SOLICITA : YOMER RICARDIÑO TIMOTEO CARO

PROYECTO : "Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 - 2021$ "

DOSIFICACION: En peso: ..... En volumen: .....

$f'c$  de Diseño: 210 Kg/cm<sup>2</sup> Altura: 30.00 cm Diámetro: 15.00 cm

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm <sup>2</sup>	$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
				MOLDEO	ROTURA					
1	P1 (CP)	210	"	04/10/2021	11/10/2021	7	28,448.7	176.7	161	77
2	P2 (CP)	210	"	04/10/2021	11/10/2021	7	28,625.4	176.7	162	77
3	P3 (CP)	210	"	04/10/2021	11/10/2021	7	28,448.7	176.7	161	77
4	P1 (10% CENIZA)	210	"	05/10/2021	12/10/2021	7	28,998.2	176.7	164	78
5	P2 (10% CENIZA)	210	"	05/10/2021	12/10/2021	7	29,337.5	176.7	166	79
6	P3 (10% CENIZA)	210	"	05/10/2021	12/10/2021	7	28,848.0	176.7	163	78
7	P1 (15% CENIZA)	210	"	06/10/2021	13/10/2021	7	276,42.9	176.7	156	74
8	P2 (15% CENIZA)	210	"	06/10/2021	13/10/2021	7	279,25.6	176.7	158	75
9	P3 (15% CENIZA)	210	"	06/10/2021	13/10/2021	7	278,05.5	176.7	157	75
10	P1 (20% CENIZA)	210	"	07/10/2021	14/10/2021	7	27741.9	176.7	157	75
11	P2 (20% CENIZA)	210	"	07/10/2021	14/10/2021	7	27918.6	176.7	158	75
12	P3 (20% CENIZA)	210	"	07/10/2021	14/10/2021	7	27741.9	176.7	157	75

OBSERVACIONES:

Las muestras de Briquetas de Concreto fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.



*Reyes Roque*  
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.  
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57990  
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162  
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Anexo 10: Resultado de las Roturas de Probetas a los 14 días.



**3R GeoIngeniería S.A.C.**  
 Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras  
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,  
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



**Geo-Lab** Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,  
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental  
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
 DE BRIQUETAS DE CONCRETO**

Norma ASTM C-39 – AASHTO T-22

Informe N° 363-2021-3R-LG

SOLICITA: YOMER RICARDIÑO TIMOTEO CARO

TESIS : "Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 - 2021$ "

DOSIFICACION: En peso: ..... En volumen: .....

$f'c$  de Diseño: 210 Kg/cm<sup>2</sup> Altura: 30.00 cm Diámetro: 15.00 cm

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>	SLUMP (*)	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm <sup>2</sup>	$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
				MOLDEO	ROTURA					
1	P1 (CP)	210	"	04/10/2021	18/10/2021	14	32,689.5	176.7	185	88
2	P2 (CP)	210	"	04/10/2021	18/10/2021	14	32,336.1	176.7	183	87
3	P3 (CP)	210	"	04/10/2021	18/10/2021	14	32,512.8	176.7	184	88
4	P1 (10% CENIZA)	210	"	05/10/2021	19/10/2021	14	33,749.7	176.7	191	91
5	P2 (10% CENIZA)	210	"	05/10/2021	19/10/2021	14	33,749.7	176.7	191	91
6	P3 (10% CENIZA)	210	"	05/10/2021	19/10/2021	14	33,926.4	176.7	192	91
7	P1 (15% CENIZA)	210	"	06/10/2021	20/10/2021	14	33,042.9	176.7	187	89
8	P2 (15% CENIZA)	210	"	06/10/2021	20/10/2021	14	33,042.9	176.7	187	89
9	P3 (15% CENIZA)	210	"	06/10/2021	20/10/2021	14	33,042.9	176.7	187	89
10	P1 (20% CENIZA)	210	"	07/10/2021	21/10/2021	14	36046.8	176.7	204	97
11	P2 (20% CENIZA)	210	"	07/10/2021	21/10/2021	14	36223.5	176.7	205	98
12	P3 (20% CENIZA)	210	"	07/10/2021	21/10/2021	14	36400.2	176.7	206	98

OBSERVACIONES:

Las muestras de Briquetas de Concreto fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.



*Ricardo Reyes*  
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.  
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182  
 Especialista en Ingeniería Geotécnica



Anexo 11: Resultado de las Roturas de Probetas a los 28 días.



# 3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras  
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,  
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



**Geo-Lab** Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,  
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
 DE BRIQUETAS DE CONCRETO**

Norma ASTM C-39 – AASHTO T-22

Informe N° 363-2021-3R-LG

SOLICITA: YOMER RICARDIÑO TIMOTEO CARO

TESIS : "Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2 - 2021$ "

DOSIFICACION: En peso: ..... En volumen: .....

$f'_c$  de Diseño: 210 Kg/cm<sup>2</sup>      Altura: 30.00 cm      Diámetro: 15.00 cm

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm <sup>2</sup>	$f'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
				MOLDEO	ROTURA					
1	P1 (CP)	210	"	04/10/2021	01/11/2021	28	41,877.9	176.7	237	113
2	P2 (CP)	210	"	04/10/2021	01/11/2021	28	42,054.6	176.7	238	113
3	P3 (CP)	210	"	04/10/2021	01/11/2021	28	41,877.9	176.7	237	113
4	P1 (10% CENIZA)	210	"	05/10/2021	02/11/2021	28	41,877.9	176.7	237	113
5	P2 (10% CENIZA)	210	"	05/10/2021	02/11/2021	28	41,701.2	176.7	236	112
6	P3 (10% CENIZA)	210	"	05/10/2021	02/11/2021	28	41,701.2	176.7	236	112
7	P1 (15% CENIZA)	210	"	06/10/2021	03/11/2021	28	40,856.6	176.7	231	110
8	P2 (15% CENIZA)	210	"	06/10/2021	03/11/2021	28	40,824.8	176.7	231	110
9	P3 (15% CENIZA)	210	"	06/10/2021	03/11/2021	28	40,722.3	176.7	230	110
10	P1 (20% CENIZA)	210	"	07/10/2021	04/11/2021	28	38,874.0	176.7	220	105
11	P2 (20% CENIZA)	210	"	07/10/2021	04/11/2021	28	38,874.0	176.7	220	105
12	P3 (20% CENIZA)	210	"	07/10/2021	04/11/2021	28	38,874.0	176.7	220	105

**OBSERVACIONES:**

Las muestras de Briquetas de Concreto fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

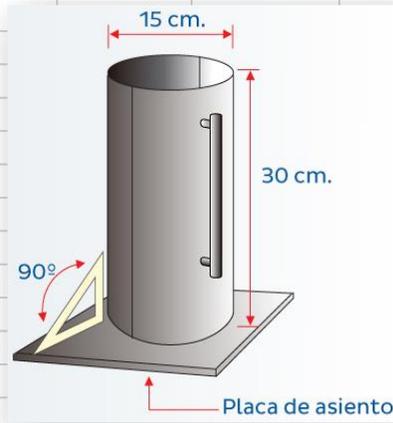


  
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.  
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182  
 Muestra en Ingeniería Geotécnica



**Anexo 12: CÁLCULO DE CANTIDAD DE MATERIALES PARA CADA PROBETA.**

**VOLÚMEN DE LA PROBETA**



ÁREA (m <sup>2</sup> )	0.01767
ALTURA (m)	0.30
VOLÚMEN (m <sup>3</sup> )	0.005

**DOSIFICACIÓN EN PESO RESULTANTE POR M3**

CEMENTO (Kg)	395.8
AGREGADO GRUESO (Kg)	750.9
AGREGADO FINO (Kg)	1043.6
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	178.80

**DOSIFICACIÓN EN PESO PARA CADA PROBETA**

<b>CEMENTO (Kg)</b>		<b>2.10</b>	<b>Desperdicio del 10%</b>
1	395.8		<b>2.31</b>
0.005	x		

<b>AGREGADO GRUESO (Kg)</b>		<b>3.98</b>	<b>Desperdicio del 10%</b>
1	750.9		<b>4.38</b>
0.005	x		

<b>AGREGADO FINO (Kg)</b>		<b>5.53</b>	<b>Desperdicio del 10%</b>
1	1043.6		<b>6.09</b>
0.005	x		

<b>AGUA (Kg)</b>		<b>0.95</b>	<b>Desperdicio del 10%</b>
1	178.8		<b>1.04</b>
0.005	x		

CUADRO DE DISTRIBUCION DE PROBETAS

DÍAS DE CURADO	NÚMERO DE PROBETAS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON % DE SUSTITUCIÓN DE CEMENTO POR CENIZA			
	CONCRETO PATRON DE F'C =210 Kg/cm <sup>2</sup> (CP)	SUSTITUCIÓN DEL 10% (S-10% CENIZA)	SUSTITUCIÓN DEL 15% (S-15% CENIZA)	SUSTITUCIÓN DEL 20% (S-20% CENIZA)
7 DÍAS	P1 (CP - 7 DÍAS)	P1 (S-10% CENIZA - 7 DÍAS)	P1 (S-15% CENIZA - 7 DÍAS)	P1 (S-20% CENIZA - 7 DÍAS)
	P2 (CP - 7 DÍAS)	P2 (S-10% CENIZA - 7 DÍAS)	P2 (S-15% CENIZA - 7 DÍAS)	P2 (S-20% CENIZA - 7 DÍAS)
	P3 (CP - 7 DÍAS)	P3 (S-10% CENIZA - 7 DÍAS)	P3 (S-15% CENIZA - 7 DÍAS)	P3 (S-20% CENIZA - 7 DÍAS)
14 DÍAS	P1 (CP - 14 DÍAS)	P1 (S-10% CENIZA - 14 DÍAS)	P1 (S-15% CENIZA - 14 DÍAS)	P1 (S-20% CENIZA - 14 DÍAS)
	P2 (CP - 14 DÍAS)	P2 (S-10% CENIZA - 14 DÍAS)	P2 (S-15% CENIZA - 14 DÍAS)	P2 (S-20% CENIZA - 14 DÍAS)
	P3 (CP - 14 DÍAS)	P3 (S-10% CENIZA - 14 DÍAS)	P3 (S-15% CENIZA - 14 DÍAS)	P3 (S-20% CENIZA - 14 DÍAS)
28 DÍAS	P1 (CP - 28 DÍAS)	P1 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)	P1 (S-15% CENIZA - 28 DÍAS)	P1 (S-20% CENIZA - 28 DÍAS)
	P2 (CP - 28 DÍAS)	P2 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)	P2 (S-15% CENIZA - 28 DÍAS)	P2 (S-20% CENIZA - 28 DÍAS)
	P3 (CP - 28 DÍAS)	P3 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)	P3 (S-15% CENIZA - 28 DÍAS)	P3 (S-20% CENIZA - 28 DÍAS)

**CANTIDAD DE MATERIALES DE CADA PROBETA ACORDE A LAS SUSTITUCIONES ESPECIFICADAS**

**CONCRETO PATRÓN F'C= 210 KG/CM2 (CP)**

P1 (CP - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P1 (CP - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P1 (CP - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P2 (CP - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P2 (CP - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P2 (CP - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P3 (CP - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P3 (CP - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P3 (CP - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

**SUSTITUCIÓN DEL 10% DE CEMENTO DEL CONCRETO PATRÓN F'C= 210 KG/CM2 (CP)**

P1 (S-10% CENIZA - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23

P1 (S-10% CENIZA - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23

P1 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23

P2 (S-10% CENIZA - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23

P2 (S-10% CENIZA - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23

P2 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZAA (Kg)	0.23

P3 (S-10% CENIZA - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23

P3 (S-10% CENIZA - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23

P3 (S-10% CENIZA - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.08
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.23

**SUSTITUCIÓN DEL 15% CEMENTO DEL CONCRETO PATRÓN F'C= 210 KG/CM2 (CP)**

P1 (S-15% CENIZA - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35

P1 (S-15% CENIZA - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35

P1 (S-15% CENIZA - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35

P2 (S-15% CENIZA - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35

P2 (S-15% CENIZA - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35

P2 (S-15% CENIZA - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35

P3 (S-15% CENIZA - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35

P3 (S-15% CENIZA - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35

P3 (S-15% RELAVE - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.96
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.35

**SUSTITUCIÓN DEL 20% DE CEMENTO DEL CONCRETO PATRÓN F'C= 210 KG/CM2 (CP)**

P1 (S-20% CENIZA -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46

P1 (S-20% CENIZA -14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46

P1 (S-20% CENIZA -28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46

P2 (S-20% CENIZA -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46

P2 (S-20% CENIZA -14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46

P2 (S-20% CENIZA -28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46

P3 (S-20% CENIZA -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46

P3 (S-20% CENIZA -14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46

P3 (S-20% CENIZA -28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	1.85
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
CENIZA (Kg)	0.46

**Anexo 13: Fotografías.**



**Fotografía 1: Compra de agregado de la cantera.**



**Fotografía 2: Cuarteo del Agregado Fino y Grueso para realizar el ensayo de contenido de humedad.**



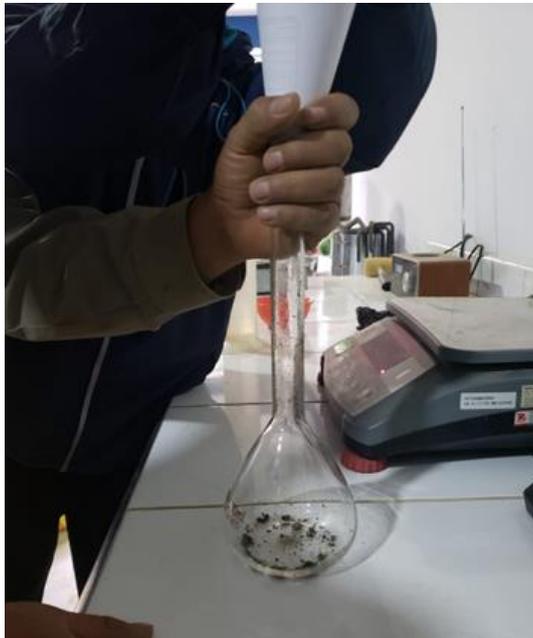
*Fotografía 3: Resultado del tamizado de los agregados Fino y Grueso.*



*Fotografía 4: Muestra de agregado Grueso para calcular el peso unitario suelto y compactado.*



*Fotografía 5: Secado al aire libre del agregado fino para hallar el porcentaje de Absorción.*



*Fotografía 6: Ensayo de absorción de agregado fino.*



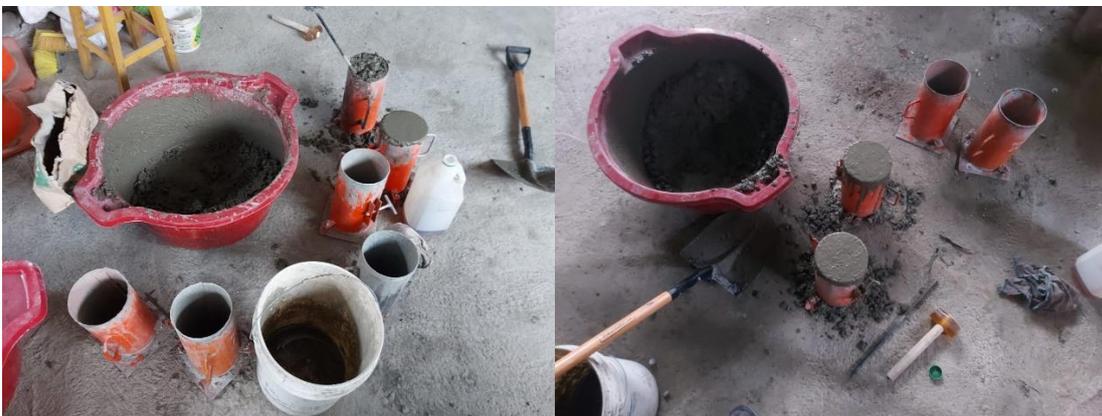
*Fotografía 7: Extracción de ceniza del horno.*



*Fotografía 8: Ceniza sacado del horno.*



*Fotografía 9: Materias les usados para la elaboración de las probetas de concreto.*



*Fotografía 10: Mezcla de concreto para su posterior vaciado a las probetas cilíndricas.*



*Fotografía 11: Maquina de los ángeles para realizar la resistencia a la compresión.*



*Fotografía 12: Rotura de probetas de concreto patrón y sustituyendo el cemento.*



*Fotografía 13: Rotura de probeta 10% (fisuras verticales).*



*Fotografía 14: Rotura de probeta 15% (fisuras verticales).*