



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Influencia de ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia a Flexión del Concreto  $F'_{C} = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  Huaraz, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Macedo Rodríguez, Robert Ruiz (ORCID: 0000-0002-4183-4074)

Pineda Rojas, Seferino Rufino (ORID: 0000-0002-2242-6825)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Ramirez Rondan, Raul Neil (ORCID: 0000-0002-5788-472X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**HUARAZ – PERÚ**

**2021**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente mi madre, que siempre conté con su apoyo incondicional. A mi Padre, por los valores enseñados. A los Maestros de inicial, colegio y estudios superiores, que fueron los que consolidaron las bases académicas para ser hoy un profesional y persona de bien.

- Robert.

A Dios, por ser la luz que ilumina mi camino. A la memoria de mi madre que siempre conté con su apoyo incondicional y por darme fuerzas en todo momento. A los maestros por las enseñanzas impartidas en las aulas de clases. A los compañeros de estudio que compartieron sus experiencias académicas.

- Seferino

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme bendecido en la vida, por haberme dado sabiduría y fortaleza. Agradezco a mi madre Antonieta Silvia Rodríguez Velásquez por su apoyo incondicional y cariño. Agradezco a mi padre Fidel Tadeo Macedo Cueva por los valores enseñados y así ser una persona de bien en la sociedad. Agradezco al asesor de tesis por las enseñanzas, por ser el guía durante todo proceso de investigación.

- Robert

En primer lugar, agradecer a Dios por su amor y bondad infinita, que me permite sonreír ante mis logros que son resultados de su ayuda y ante los tropiezos que son prueba para seguir aprendiendo y mejorando como ser humano. A mi familia, por su apoyo moral e incondicional. A mis Docentes, quienes fueron testigos y partícipes de mi formación académica y profesional, brindando sus conocimientos y consejos

- Seferino

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación. ....	15
3.2. Variables de Operacionalización. ....	15
3.3. Población, muestra y muestro .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5. Procedimientos. ....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS .....	28
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES .....	42
VI. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS .....	44
ANEXOS.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de ceniza de eucalipto. ....	13
Tabla 2 Composición química de cáscara de huevo .....	14
Tabla 3. Muestra .....	16
Tabla 4. Perfil de los agregados .....	19
Tabla 5. Resistencia requerida.....	19
Tabla 6. Contenido de aire .....	20
Tabla 7. Contenido de agua .....	20
Tabla 8. Relación agua/cemento.....	21
Tabla 9. Peso unitario seco compactado.....	22
Tabla 10. Proporcionamiento del diseño. ....	24
Tabla 11. Proporcionamiento del diseño por kg de cemento. ....	24
Tabla 12 Características del agregado grueso. ....	28
Tabla 13 Características del agregado fino. ....	29
Tabla 14 Dosificación de concreto patrón. ....	29
Tabla 15 Resistencia de las vigas de concreto a los 7 días de edad.....	30
Tabla 16 Resistencia de las vigas de concreto a los 14 días de edad.....	32
Tabla 17 Resistencia de las vigas de concreto a los 28 días de edad.....	34
Tabla 18 Matriz de operacionalización de variables .....	53
Tabla 19 Matriz de consistencia.....	54

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1</i> Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días .....	31
<i>Gráfico 2</i> Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días. ....	33
<i>Gráfico 3</i> Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días. ....	35
<i>Gráfico 4</i> Toma de muestra del agregado fino de la cantera Mitapampa.....	63
<i>Gráfico 5</i> Toma de muestras del agregado grueso .....	63
<i>Gráfico 6</i> Horno para secar agregados .....	64
<i>Gráfico 7</i> Tamizado de agregados .....	64
<i>Gráfico 8</i> Peso retenido por tamices .....	65
<i>Gráfico 9</i> Eucaliptos aledaña a la ciudad de Huaraz .....	65
<i>Gráfico 10</i> Hojas de eucalipto .....	66
<i>Gráfico 11</i> Combustión del eucalipto.....	66
<i>Gráfico 12</i> Cenizas de eucalipto.....	67
<i>Gráfico 13</i> Cáscara de huevo.....	67
<i>Gráfico 14</i> Lavado de la cáscara de huevo. ....	68
<i>Gráfico 15</i> Eliminación de residuos orgánicos de la cáscara de huevo. ....	68
<i>Gráfico 16</i> Cálculo para la elaboración de vigas de concreto. ....	69
<i>Gráfico 17</i> Prueba de Slump. ....	69
<i>Gráfico 18</i> Vigas de concreto. ....	70

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo determinar la influencia de ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia a flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para ello el tipo de investigación fue aplicada y el diseño de investigación experimental. La muestra del presente proyecto fueron 36 viguetas, para ello se planteó la hipótesis que la sustitución de las ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo aumenta la resistencia a flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que se determinó que la sustitución de 10%, 20% y 30% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo a las vigas de concreto con 28 días de edad disminuyó la resistencia a la flexión de  $56.27 \text{ kg/cm}^2$  a  $55.35 \text{ kg/cm}^2$ ,  $50.01 \text{ kg/cm}^2$  y  $35.85 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, de lo que se concluyó que la influencia de la sustitución de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo es adversa a la resistencia a flexión del concreto patrón.

**Palabras Clave:** Concreto, Eucalyptus Globulus, cáscara de huevo, ceniza.

## **ABSTRACT**

The present research work aimed to determine the influence of Eucalyptus Globulus and eggshell ashes on the flexural strength of concrete  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , for this the type of research was applied and the research design it was experimental. The sample of the present project consisted of 36 joists, for this it was hypothesized that the substitution of Eucalyptus Globulus and eggshell ashes do not influence the flexural strength of concrete  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , so it is determined that the substitution of 10%, 20% and 30% of cement by Eucalyptus Globulus ash and eggshell to the 28-day-old concrete beams decreased the flexural strength from  $56.27 \text{ kg/cm}^2$  to  $55.35 \text{ kg/cm}^2$  ,  $50.01 \text{ kg /cm}^2$  and  $35.85 \text{ kg/cm}^2$  respectively, from which it was concluded that the influence of the substitution of cement by Eucalyptus Globulus ash and eggshell is adverse to the flexural strength of concrete.

**Keywords:** Concrete, Eucalyptus Globulus, eggshell, ash.



## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación surge de la realidad problemática que en la actualidad el concreto es el material más usado en cuanto a obras de infraestructura se refiere. Si bien el uso del concreto ha jugado un rol importante en el desarrollo de la sociedad, también se ha ido incrementando la demanda de los mismos que componen al concreto, como los agregados (arena gruesa, arena fina), cemento y agua. Teniendo en cuenta el crecimiento acelerado de la población en el mundo, las demandas de proyecto de infraestructuras se incrementaron como indica la International Cement Review (ICR, 2017), a nivel mundial el consumo del cemento alcanzó los 4.129 Millones de Toneladas con 1.8 % crecimiento anual en el año 2016. En cuanto al consumo per cápita, el consumo global de cemento fue 557 kg por habitante (International Cement Review, 2017, p.8). En el Perú el escenario no fue muy diferente en contraste a las estadísticas del resto de países de América del Sur. Referente a producción Per cápita, el Perú se encontró en el tercer lugar de los diez países que forman región sur donde solo lo superó Bolivia y Ecuador. Sin embargo, 322 kilogramos per cápita de producción en el Perú mostraron una cifra alta frente a otros países vecinos con menos producción per cápita como Paraguay, Chile y Colombia (ASOCEM, 2019, p. 7).

Si bien la demanda del cemento fue creciendo a lo largo del tiempo, los problemas no fueron ajenos en cuanto se refiere al mismo por ser un producto finito y no renovable. Al ser un producto finito en ocasiones no se encontraría cemento en las cantidades requeridas para un determinado proyecto de infraestructura pública o privada. Partiendo de la primera problemática los ingenieros civiles se han visto en la necesidad de encontrar algunas alternativas que puedan sustituir parcial o totalmente al uso del cemento teniendo en consideración las características que debe tener el concreto en un proyecto. A nivel local en la ciudad de Huaraz, el problema no es ajeno a otros contextos. El cemento sigue siendo usado como uno de los principales componentes del concreto en proyectos de infraestructura. En búsqueda de alternativas al uso del cemento los investigadores optaron por probar materiales similares al cemento que podrían contribuir en las propiedades mecánicas del concreto.

Teniendo en consideración que en la ciudad de Huaraz existe una cantidad considerable de personas que sigue usando el Eucalyptus Globulus como fuente de energía, las cenizas no son aprovechadas como material puzolánico. Así como las cenizas de Eucalyptus Globulus la cáscara de huevo en la gran mayoría de restaurantes y viviendas son desechados generando un impacto ambiental negativo. Teniendo en cuenta que, si cada residuo fuera aprovechado, se tendría un impacto positivo a nivel ambiental, económico y social. Es así que este proyecto de investigación abordó el título de Influencia de ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia a flexión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  Huaraz, 2021 teniendo como objetivo el determinar la influencia de la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia a flexión concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Para el logro del objetivo se elaboró probetas de concreto patrón y experimental sustituyendo al cemento en 10%, 20% y 30% por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo.

De acuerdo a la pregunta principal se formuló el problema que posibilita la realización de la presente tesis: ¿Cuál es la influencia de las cenizas de eucalyptus globulus y cáscara de huevo en la resistencia a flexión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ? La presente investigación se justifica socialmente porque la población se beneficiará por la elaboración de un concreto de mayor resistencia, en la construcción de infraestructuras que protejan su integridad física. La investigación se justifica económicamente porque se realiza el estudio con materiales de bajo costo, pudiendo remplazar el uso de un producto de alto costo como el cemento. Se justifica ambientalmente porque utiliza recursos recolectados de los desperdicios y trata de remplazar el cemento, producto conocido por emitir gases tóxicos por su producción, de ese modo reducir el impacto ambiental en la producción de concreto. Se justifica metodológicamente porque se basa en técnicas y compara los resultados obtenidos ante procedimientos establecidos.

El objetivo general de la investigación fue; Determinar la influencia de la sustitución del cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia a flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, los objetivos específicos planteados fueron: **OE1:** Determinar las características de los materiales utilizados en el proyecto de investigación, **OE2:** Establecer el diseño de

mezcla de un concreto patrón  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , **OE3**: Determinar la influencia al reemplazar el cemento tipo I por la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en 10%, 20% y 30%. La hipótesis utilizada para predecir el resultado concluyente fue: La sustitución de la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo aumenta la resistencia a flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

## II. MARCO TEÓRICO

Se cuenta con una serie de investigaciones previas, en referencia a las teorías en la que se enmarca la investigación y dentro de las cuales se encuentra a nivel internacional a **Fort, Sal, Zak y Cerny (2020)** en su estudio de investigación titulada: "Assessment of wood-based fly ash as alternative cement replacement", ejecutado en Czech Technical University in Prague, República Checa, tuvieron como objetivo investigar las propiedades mecánicas y físicas básicas de los morteros modificados por un alto volumen de cenizas volantes de biomasa de la combustión de madera, la investigación fue de tipo aplicada y el diseño de investigación fue experimental en el que la población y la muestra fue 96 probetas de concreto con cenizas volantes de biomasa, con lo que obtuvo de resultado de resistencia a la flexión promedio con la muestra patrón de concreto de 71.4 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la muestra de concreto con 10% y 20% de reemplazo de cemento por ceniza, la resistencia a la flexión promedio aumentó a 86.7 Kg/cm<sup>2</sup> y 81.6 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, sin embargo, con la muestra de concreto con 30%, 40%, 50%, 60% y 70% de reemplazo de cemento por ceniza, la resistencia a la flexión promedio disminuyó a 71.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 76.5 Kg/cm<sup>2</sup>, 66.3 Kg/cm<sup>2</sup>, 65.3 Kg/cm<sup>2</sup> y 35.7 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo que concluyeron que la capacidad de las cenizas volantes de biomasa para reemplazar el aglutinante de cemento es hasta en un 20% en peso sin ninguna pérdida significativa en el rendimiento mecánico.

**Khalid et al (2018)** en su estudio de investigación titulada: "Characterization of palm oil fuel ash and eggshell powder as partial cement replacement in concrete", ejecutado en Universiti Teknologi Malaysia, Malasia, tuvieron como objetivo determinar la proporción de mezcla óptima de concreto que contiene materiales de combinación entre ceniza de combustible de aceite de palma (CCAP) y polvo de la cáscara del huevo (PCH) bajo prueba de compresión., la investigación fue aplicada con enfoque cuantitativa y el diseño de investigación fue experimental en el que la población y la muestra fue 72 probetas, con lo que obtuvo de resultado de resistencia a la compresión promedio con la muestra patrón de concreto de 305.9 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la muestra de concreto con reemplazo de cemento de 0% de CCAP y 20% de PCH tuvo una resistencia de 252.9 Kg/cm<sup>2</sup>, con la muestra de concreto con reemplazo de cemento de 5% de CCAP y 15% de PCH tuvo una

resistencia de 295.7 Kg/cm<sup>2</sup>, con la muestra de concreto con reemplazo de cemento de 10% de CCAP y 10% de PCH tuvo una resistencia de 351.8 Kg/cm<sup>2</sup>, con la muestra de concreto con reemplazo de cemento de 15% de CCAP y 5% de PCH tuvo una resistencia de 326.3 Kg/cm<sup>2</sup>, con la muestra de concreto con reemplazo de cemento de 20% de CCAP y 0% de PCH tuvo una resistencia de 316.1 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que concluyeron que el reemplazo de cemento de 10% CCAP y 10% PCH logró la resistencia a la compresión deseada óptima.

**Yu, Ing y Choo (2017)** en su estudio de investigación titulada: "The effect of different curing methods on the compressive strength of eggshell concrete", ejecutado en la Universiti Malaysia Pahang, Malasia, tuvieron como objetivo identificar el efecto de diferentes entornos de curado afecta la resistencia a la compresión del concreto con cáscara del huevo; la investigación fue de tipo aplicada y el diseño de investigación fue experimental en el que la población y la muestra fue 120 probetas de concreto con cáscara de huevo, con lo que obtuvo de resultado con la muestra patrón de concreto una resistencia a la compresión promedio de 326.3 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la muestra de concreto con 5%, 10%, 15% y 20% de reemplazo de cemento por cáscara de huevo, la resistencia a la compresión promedio aumentó a 428.3 Kg/cm<sup>2</sup>, 489.5 Kg/cm<sup>2</sup>, a 504.8 Kg/cm<sup>2</sup> y 382.4 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo que concluyeron que hay éxito en la incorporación de la cáscara de huevo como reemplazo parcial del cemento hasta en un 15% produzca concreto más asequible y reduzca los problemas ambientales.

En el país de Ecuador en la Universidad Técnica Particular de Loja, Reibán (2017) en su estudio de investigación titulada: "Evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias, con adición de cáscara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura", donde tuvieron como objetivo evaluar experimentalmente las aplicaciones en el campo de la arquitectura de adición de la cáscara de huevo pulverizado deshidratado en las matrices cementicias y sus efectos en la propiedades mecánicas sobre ella, aplicando una investigación de tipo aplicada y el diseño de investigación experimental en el que la población y la muestra fueron 12 probetas de concreto, con lo que obtuvo de resultado con la muestra patrón de matrices cementicias una resistencia a la compresión promedio de 195.58 Kg/cm<sup>2</sup>, disminuyó a 109.31

Kg/cm<sup>2</sup>, 170.90 Kg/cm<sup>2</sup> por la sustitución de 30% y 20% de cáscara de huevo pulverizado respectivamente, sin embargo aumentó a 233.31 Kg/cm<sup>2</sup> por la sustitución de 10% de cáscara de huevo pulverizado, por lo que concluyó que cáscara de huevo pulverizado es útil para las juntas de mampostería de alta resistencia para tabiques o bloques de concreto por si resistencia alcanzada.

**Mansilla y Fuentealba (2020)** en su estudio de investigación titulada: "Evaluation of Mechanical Properties of Concrete Reinforced with Eucalyptus globulus Bark Fibres", ejecutado en la Universidad de Concepción, Chile tuvieron como objetivo: evaluar los efectos de la fibra de corteza de Eucalyptus globulus en propiedades mecánicas tradicionales del concreto como resistencia a la compresión y flexión., la investigación fue de tipo aplicada y el diseño de investigación fue experimental en el que la población y la muestra fue 105 probetas de concreto con la fibra de corteza de Eucalyptus globulus, con lo que obtuvo de resultado con la muestra patrón de concreto una resistencia a la flexión promedio de 56.10 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la muestra de concreto con 2% y 5% de adición de corteza de Eucalyptus Globulus la resistencia a la flexión promedio disminuyó a 43.80 Kg/cm<sup>2</sup> y 38.70 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo que concluyeron que La inclusión de fibra de corteza de E. Globulus en la fabricación de morteros y concretos es una buena alternativa para contrarrestar los problemas asociados al uso y disposición de estos residuos.

**A nivel nacional** se encuentra a **Chamoli y Paredes (2019)** en su estudio de investigación titulada: "Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de coco, para mejorar la resistencia a compresión y flexión, Moyobamba 2019", ejecutado en la Universidad Cesar Vallejo, en Moyobamba, Perú, buscaron el efecto de adicionar ceniza de coco en la calidad del concreto hidráulico del pavimento rígido y determinar si incrementa la resistencia ante cargas direccionadas en sentido axial o sentido transversal, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo y el diseño de investigación que se realizó fue experimental, la población fueron 72 probetas de concreto. con lo que obtuvo de resultado con la muestra patrón de concreto una resistencia a la flexión promedio de 32.2 Kg/cm<sup>2</sup>, con la muestra de concreto con 5%, 10% y 15% de ceniza de coco en reemplazo con arena, la resistencia a la compresión promedio fue de 37.0 Kg/cm<sup>2</sup>, 30.7 Kg/cm<sup>2</sup>

y 30.1 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo que concluyeron que la ceniza de coco aumenta resistencia del concreto hidráulico del pavimento rígido por tener una respuesta mejor que el concreto patrón.

Además en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, **Chávez (2019)**, en su estudio de investigación titulada: “Influencia de la ceniza del bagazo de caña de azúcar con la finalidad de mejorar la resistencia a flexión del concreto, usando los agregados de la cantera Figueroa-Huanuco-2018”, ejecutado en la Ciudad de Huánuco, Perú, tuvo como objetivo estudiar si la adición de la ceniza del bagazo de caña de azúcar a la mezcla del concreto, mejora la resistencia de la misma, la investigación fue de tipo experimental, aplicada y con enfoque cuantitativa y el diseño de investigación que se trabajó fue experimental en el que la población y la muestra fue el concreto fabricado con los agregados de la cantera Figueroa, con lo que obtuvo de resultado con la muestra patrón de concreto una resistencia a la compresión promedio de 325.31 Kg/cm<sup>2</sup>, con la muestra de concreto con 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, la resistencia a la compresión promedio fue de 351.19 Kg/cm<sup>2</sup>, 301.07 Kg/cm<sup>2</sup>, 260.72 Kg/cm<sup>2</sup> y 255.32 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo que concluyeron que los concretos agregados con ceniza de bagazo de caña de azúcar, fueron superiores que la resistencia a compresión del concreto patrón, pero sólo cuando esta contiene el 5% de ceniza de bagazo de caña de azúcar. En los resultados la ceniza del bagazo de caña de azúcar aumenta la resistencia cuando solo se sustituye 5% con respecto al cemento, de igual manera sigue siendo una buena alternativa para sustituir al cemento.

Por otro lado, en la Universidad Andina de Cusco, **Galacia y Velásquez (2016)** en su estudio de investigación titulada: “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”, donde tuvieron como propósito analizar la influencia de la ceniza de rastrojo de maíz en diferentes proporciones en un concreto diseñado  $f'c=210$  haciendo uso de los agregados de las canteras de Vicho y Cunyac, en la capacidad de resistencia en el sentido axial a compresión, en sentido transversal y en la trabajabilidad del concreto en estado fresco, la investigación fue de tipo cuantitativa y el diseño de investigación experimental en el que la población y la

muestra fue el concreto elaborado con los agregados de Mina Roja, Cunyac y Vicho, a causa de que la muestra fue coincidente con la población se determinó que fue de tipo censal, con lo que obtuvo de resultado con la muestra patrón capacidad resistente a la compresión promedio de  $197.28 \text{ Kg/cm}^2$ , aumentó a  $257.86 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $267.59 \text{ Kg/cm}^2$  y  $290.95 \text{ Kg/cm}^2$  por la adición de 2.5% y 5.0% y 7.5% de ceniza de rastrojo de maíz respectivamente, sin embargo en la resistencia a flexión de la muestra patrón que tuvo  $70.01 \text{ Kg/cm}^2$  y se redujo a  $63.95$  por la adición de 5.0% de ceniza de rastrojo de maíz, por lo que concluyó que respecto al concreto patrón los concretos que fueron adicionado con ceniza de rastrojo de maíz lograron tener mayor resistencia a la compresión, sin embargo los resultados mostraron que disminuye la resistencia la flexión.

En Chimbote en la Universidad San pedro, **Arias (2016)** en su estudio de investigación titulada: “Resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 15% por cemento por ceniza de hoja de espino”, indagaron en el efecto de sustitución por ceniza de hoja de espino en un porcentaje de cemento en la resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , la investigación fue de tipo cuantitativa y el diseño de investigación experimental en el que la población fue la mezcla de concreto fresco para moldeado de probetas, la muestra fueron 18 probetas de concreto, 9 probetas tuvieron una sustitución de cemento en 15% por ceniza de la hoja de espino y 9 probetas de concreto que no tuvieron sustitución de cemento, con lo que obtuvo de resultado con el concreto patrón una resistencia promedio de  $214.16 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que el concreto experimental tuvo una resistencia promedio  $226.46 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que el concreto experimentó un aumento de 5.86% de resistencia respecto al concreto patrón, por lo que concluyó que la capacidad de resistencia ante cargas en el sentido del eje axial del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  aumenta por la sustitución de cemento por ceniza de hoja de espino

**Solano (2020)** en su estudio de investigación titulada: “Influencia de la ceniza de hojas de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes”, ejecutado en la Peruana de los andes, Perú, donde tuvo como objetivo evaluar de qué manera las cenizas de eucalipto modifican las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes, la investigación fue de tipo aplicada y el diseño de investigación experimental en el que la población y muestra



fue, la muestra fue concreto simple, para mortero con reemplazo de ceniza de hojas de eucalipto en el cemento, con lo que obtuvo de resultado con la muestra patrón una resistencia a la compresión promedio de 145.6 Kg/cm<sup>2</sup>, aumentó a 152.1 Kg/cm<sup>2</sup> por sustitución de 4.0% de ceniza de hojas de eucalipto, se redujo la resistencia a la compresión a 141.4 Kg/cm<sup>2</sup> y 135.3 Kg/cm<sup>2</sup> por la sustitución de 8.0% y 12% de ceniza de hojas de eucalipto respectivamente, por lo que concluyó que las cenizas de la hoja del eucalipto mejoran las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes, siendo el mejor comportamiento se da con sustitución de ceniza en 4 %.

Mientras que **a nivel local** en la Universidad San Pedro de Huaraz se encuentra a **Matías (2018)** en su estudio de investigación titulada: "Resistencia de un concreto  $f'c=2010/cm^2$  sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto". Tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , reemplazando 10% y 16% el peso del cemento por cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto, la investigación fue tipo aplicada y el diseño de investigación experimental en el que la población y la muestra fueron 27 probetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , 9 probetas patrón, 9 probetas experimentales con sustitución, con lo que obtuvo de resultado con la muestra patrón una resistencia a la compresión promedio de 210.2 Kg/cm<sup>2</sup>, aumentó a 214 Kg/cm<sup>2</sup> por sustitución de 10.0% de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto, aumentó la resistencia a la compresión a 232.6 Kg/cm<sup>2</sup> por sustitución de 16.0% de cáscara de huevo y la ceniza de la hoja del eucalipto, concluyó que pasado los 28 días de edad las resistencias a compresión mejoraron siendo superior al diseño determinado 210 kg/cm<sup>2</sup>.

También en la Universidad San Pedro, **Villanueva (2017)**, en su estudio de investigación titulada: "Resistencia de concreto  $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$  con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales", tuvo como objetivo indagar el efecto de la sustitución de cemento por cenizas de eucalipto cremado mediante hornos rústicos sobre la capacidad resistente del concreto  $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ . La investigación fue tipo experimental, la población y la muestra fueron 18 probetas, con lo que obtuvo de resultado con la muestra patrón una capacidad resistente a la compresión promedio de 212.1 Kg/cm<sup>2</sup>, aumentó a 215.2

Kg/cm<sup>2</sup> por sustitución de 15.0% de ceniza de eucalipto, por lo que concluyó que, el concreto sustituido 15% de cemento por ceniza de eucalipto a los 28 días de edad la resistencia a compresión fue mayor al del concreto patrón, mejorando a resistencia en 1.49 %.

De las revisiones citadas anteriormente, se presenta el siguiente marco teórico respecto al concreto, se define como “un material similar a la piedra que, se obtiene al permitir que una mezcla cuidadosamente proporcionada de arena, cemento y grava u otro agregado grueso y agua que endurezca en las formas y dimensiones de la estructura deseada.” (Darwin, Dolan y Nilson, 2016, p. 1). Para la producción de concreto se hace uso de agregados, estos son obtenidos en condiciones naturales, es decir, minería en canteras o excavación en lechos de ríos (Ridho, Ngamkhanong, Wu, Kaewunruen, 2021, p. 2). Para garantizar la calidad de agregados en Perú se hace referencia a la Norma Técnica Peruana. El agregado grueso, de acuerdo a la NTP 400.037 determina, es aquel que no es permitido de traspasar el tamiz normalizado 4.75 mm (N°4) por sus dimensiones más grandes, además, el procedimiento para la determinación de la distribución por el tamaño de partículas del agregado grueso está gobernado por la NTP 400.012. La serie de tamices son 3/4”, 1/2”, 3/8”, #4, #8, #16, #30, #50, #100. El tamaño máximo es determinado mediante, esto ayuda en gran medida en establecer la trabajabilidad, la dosificación, los costos, porosidad y otras características del concreto. Adicionalmente la NTP 400.017 establece que el volumen unitario especificado de un molde estandarizado que es llenado con un peso del agregado se le determina el peso unitario del agregado grueso, la NTP indica dos formas de peso unitario: suelto y compactado. La norma ASTM C566 describe los pasos a indicar el porcentaje de absorción del agregado grueso, además la NTP 400.018 indica los pasos para hallar el material que pasa el tamiz N°200. La distribución de porcentajes por tamices para los agregados finos se establece en la NTP 400.012, el módulo de finura mediante la norma NTP 400.011. El peso unitario del agregado fino es establecido por la NTP 400.017, mientras que el peso específico del agregado fino se hace uso de la NTP 400.021. A consecuencia de que los pavimentos son sometidos a cargas que le generan flexión se determina la resistencia a la flexotracción del concreto o también llamado módulo de rotura (MR), para ello se muestrean vigas del concreto y se aplican cargas forzando la falla en

el centro de la viga que está normalizado por ASTM C – 78, para carreteras con rangos de tráfico menor a 5'000,000 de Ejes Equivalentes, el MR mínimo debe ser de 40 Kg/cm<sup>2</sup> (MTC, 2013, p.269), mientras que en pavimentos urbanos el MR mínimo debe ser de 34 Kg/cm<sup>2</sup> (CE 010, 2010, p.25).

El concreto predomina como material para la construcción de edificios, debido a su sostenibilidad de soportar grandes cargas (Asman et al, 2017, p. 1). Sin embargo, la enorme cantidad de concreto que se produce tiene un grave impacto en la energía, los recursos, el medio ambiente y el ecosistema (Sim, Ju, Lee, 2017, p. 1). La rehabilitación, reconstrucción o demolición de estructuras, también están produciendo las mismas consecuencias, por lo tanto, se está convirtiendo en un tema importante (Sim y Lee, 2015, p. 159). De acuerdo a Garrett, Cardenas, Lynam (2020), esto es debido a que la elaboración de cemento Portland ordinario que ayuda a la liberación de gases de efecto invernadero dañinos (p. 7). Una reducción en la dependencia del cemento puede conducir a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Jhatial, Goh Mohamad, Sohu, Lakhia, 2018, p. 1982). Es importante concentrarse en este tema puesto que en la actualidad el desarrollo sostenible de materiales es uno de los objetivos clave en la era moderna de la ingeniería, estos materiales son desarrollados por diferentes productos de desecho (Ali et al, 2020, p. 1).

Según Wirth et al (2019) los cambios en la producción de energía y al aumento de las regulaciones sobre emisiones que cumplen con las especificaciones para la producción de concreto, se están volviendo cada vez más limitadas (p. 69). Es por ello que Huaquisto y Belizario (2018) expresaron que, con el efecto de mitigar el impacto al medio ambiente se debe usar las mezclas de concreto con ceniza volante, pero recalcan que deben ser en proporciones menores al 10% para alcanzar resistencias mayores al concreto normal (p. 232). De igual modo Fauzi, Fadhil, Malkawi, Abdullah (2016) expresaron una de las formas de utilizar las cenizas volantes en la industria del concreto es utilizarlo como reemplazo parcial del cemento en función de su reactividad puzolánica (p. 488). De acuerdo a Kumer (2017) la capacidad resistente del concreto adicionado con cenizas volantes al 30 y 40% aumenta gradualmente hasta los 180 días debido a la reacción puzolánica (p. 30). Además, en el estudio realizado por Fort, Sal, Zak, Cerny (2020) en el que

utilizaron cenizas volantes de biomasa como reemplazo parcial del cemento Portland por elementos constructivos, se reveló que el potencial de los productos de desecho de origen biológico, pueden mitigar el impacto ambiental negativo de la industria de la construcción. (p. 12).

Canul y Mendoza (2016) recomendaron el uso de cenizas volantes en concreto con agregados de piedra caliza triturada, debido a que la resistencia a la compresión por las cenizas volantes permaneció constante y porque el empleo de concreto de cenizas volantes permite una utilidad medioambiental que afecta a zonas urbanas cercanas (p. 245). Mientras que Prieto, Montaña, Parra, Puerto (2019) indicaron que el uso de cenizas volantes generada por la combustión de carbón es apta para obtener resistencias a la compresión y flexión similares a las del cemento Portland en muestras de concreto (p. 79). De igual manera Rukson y Chindaprasirt (2014) afirmaron que el uso de la mezcla de puzolanas mejora eficazmente los concretos de alta resistencia (p. 6).

Al igual que las cenizas puzolanas existen estudio de cenizas de biomasa que pueden remplazar el cemento en el concreto, es por ello que Yang, Huddleston, Brown (2016) hicieron uso de la ceniza de madera para reemplazar parcialmente el cemento en el concreto convencional, que produjo la reducción de su resistencia a la compresión a los 28 días; sin embargo, el uso de cenizas de madera como adición no afectó significativamente el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto (p. 113). Al igual que Teixeira, Camoes, Branco, Campos (2021) enunciaron que las cenizas volantes de biomasa no se pueden utilizar como material cementante suplementario como las cenizas volantes de carbón ya que su incorporación disminuye la resistencia mecánica y a la carbonatación, aumenta la porosidad y la absorción de agua (p. 17).

Según Srivastava y Mehta (2013) las propiedades mejoradas por fibras de biomasa al cemento y las matrices de concreto son la resistencia al agrietamiento, la tenacidad a la fractura, la temperatura de compresión, la resistencia a la flexión, la unión y el impacto (p. 62). Es por ello que Campos, Soares, Silva T., Rodríguez, Silva A. (2020) indicaron que es evidente, ante sus resultados, el potencial de utilizar el sistema de residuos ceniza de biomasa de eucalipto para producir adoquines ecológicos eficientes (p. 24). Mansilla, Pradena, Fuentealba, César

(2020) opinaron que la inclusión de fibra de corteza de Eucalyptus Globulus en la fabricación de morteros y hormigones es una buena alternativa para contrarrestar los problemas asociados al uso y disposición de estos residuos. (p. 16). Sin embargo, en otros estudios como los realizados por Franco, Ferreira, Barreto, Schwantes, Morales (2019) demostraron que la adición de ceniza de madera de eucalipto al concreto redujo la resistencia a la compresión. (p. 269). En la tabla 1 se presenta la composición química de la ceniza de eucalipto determinado por Villanueva (2017) en el cual se aprecia el alto contenido de óxido de calcio.

**Tabla 1** *Composición química de ceniza del eucalipto.*

Composición química	Porcentaje en masa
Oxido de calcio (CaO)	67.26
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.65
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	11.43
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.00
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	17.32
Pentóxido de Difosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.18
Óxido de Zinc (ZnO)	0.06
Oxido de Magnesio (MgO)	0.06
Oxido de Cobre (CuO)	0.04

Fuente: Villanueva (2017, p. 26)

Con el fin de encontrar materiales que logren aumentar el rendimiento del concreto se realizaron estudios con cáscaras de huevo, que una vez trituradas adecuadamente en forma de polvo, se pueden utilizar como material cementante complementario, lo que puede reducir la dependencia del cemento para la producción de concreto, así como reducir la eliminación de cáscaras de huevo en vertederos al aire libre (Jhatial, Sohu, Memon M., Bhatti, Memon D. 2019, p. 74). Khalid et al (2018) definieron la cáscara de huevo como un material de desecho abundante con una composición química casi igual a la de la piedra caliza. (p. 1). El uso de desechos de cáscara de huevo en lugar de cal natural para reemplazar el cemento en el concreto puede tener beneficios, como minimizar el uso de cemento, conservar la cal natural y utilizar material de desecho (Yerramala, 2014, p. 94). La aplicación de la cáscara de huevo en un uso de concreto es concepto

adecuado (Sivakumar y Mahendran, 2014, p. 490). En la tabla 2, se presenta la composición química de la cáscara de huevo determinado por Matías (2018) en el cual se aprecia el alto contenido de óxido de calcio.

De acuerdo a los estudios de Yu, Ing, Choo (2017), se espera que el éxito en la incorporación de la cáscara de huevo como reemplazo parcial del cemento funcione hasta en un 15% de reemplazo, ya que produce concreto más asequible y reduzca los problemas ambientales (p. 3). Esto se corrobora por estudios realizados por Hama, Hamdullah, Ashour (2019) determinaron un aumento en la resistencia a la flexión por sustitución de cáscara de huevo (p. 2520). Equivalentemente Balouch, Rashid, Javed, Ahmad (2017) La adición de polvo de cáscara de huevo al cemento podría reducir la cantidad de contenido de cemento en el concreto, lo que reduce el consumo de CO<sub>2</sub> y de energía (p. 26).

**Tabla 2** *Composición química de cáscara de huevo*

Fórmula	Nombre del óxido	Porcentaje en masa
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Aluminio	10.17
SiO <sub>2</sub>	Dióxido de Silicio	0.136
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Azufre	0.572
ClO <sub>2</sub>	Dióxido de Cloro	0.13
K <sub>2</sub> O	Oxido de Potasio	0.087
CaO	Oxido de Calcio	88.287
TiO	Oxido de Titanio	0.013
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Hierro	0.024
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Diníquel	0.002
CuO	Oxido de Cobre	0.003
ZnO	Óxido de Zinc	0.013
SrO	Oxido de Estroncio	0.271
ZrO <sub>2</sub>	Dióxido de Zirconio	0.008
CdO	Oxido de Cadmio	0.282

Fuente: Matías (2018, p. 26)

### **III. METODOLOGÍA**

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

El estudio corresponde a una investigación aplicada, debido a que se usó el conocimiento teórico-práctico de la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de Huevo con el propósito de determinar la influencia en la resistencia a flexión en un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 42). La investigación tuvo un enfoque cuantitativo puesto que reflejó la necesidad de medir y estimar magnitudes de los problemas o fenómenos de investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 5).

#### **Diseño de investigación**

Hernández et al (2014) expresaron que “Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, intervenciones o influencias (denominadas como las variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (que son las dependientes) en una situación de control” (p. 129), El diseño de investigación fue experimental porque nuestro material en estudio premeditadamente será alterado en el laboratorio con la intención de sacar conclusiones sobre su comportamiento respecto a la otra variable.

#### **3.2. Operacionalización de variables**

##### **3.2.1 Definición Operacional**

VI: Ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo.

La ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de Huevo son residuos que se obtienen uno luego de la combustión y la cáscara de huevo luego de haber sido consumido. En ambos casos los elementos resultantes o restantes son considerados como residuos ya que estos son los resultados de una descomposición.

VD: Resistencia a flexión del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

La resistencia a flexión es una medida que se realiza a una probeta de concreto en forma de prisma rectangular. Para dicho propósito el prisma debe contar con las dimensiones recomendadas de 150x150 mm en sección transversal y 3 veces como mínimo de longitud. Los resultados se miden en MPa.

### 3.3. Población, muestra y muestro

#### Población

De acuerdo a Niño (2011) “la población que se va a estudiar, constituida por una totalidad de unidades, vale decir, por todos aquellos elementos que pueden conformar el ámbito de una investigación” (p. 55). Es por ello que la población se encuentra constituida por 36 viguetas de concreto. Para dicho propósito se utilizó 12 viguetas de concreto patrón con una resistencia  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y 24 viguetas de concreto sustituyendo el cemento por cenizas de Eucalyptus Globulus y cáscara de Huevo en un 10%, 20 y 30%.

#### Muestra

“La muestra es un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 175). La muestra de la presente investigación fue de tipo censal ya que fue coincidente con la población.

**Tabla 3. Muestra**

Día	Viguetas de concreto patrón	Viguetas de concreto con ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo			Total
		10%	20%	30%	
7	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
28	3	3	3	3	12
<b>Total</b>	9	9	9	9	36

Fuente: Elaboración propia



## **Muestreo**

“Muestreo es el acto de seleccionar un subconjunto de un conjunto mayor, universo o población de interés para recolectar datos a fin de responder a un planteamiento de un problema de investigación.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 568), El método de muestreo de la presente investigación consistió en la elección por métodos no aleatorios, indicando que la muestra es igual a la población; es decir, las características son similares a las de la población objetivo.

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

Baena (2017) indicó que “las técnicas se vuelven respuestas al “cómo hacer” y permiten la aplicación del método en el ámbito donde se aplica” (p. 68), es por ello que la técnica de recolección de datos de la presente investigación fue la observación directa y el análisis de contenido cuantitativo, además, los instrumentos de recolección de datos fueron las fichas estandarizadas (formato para resultados de ensayos a flexión de viguetas de concreto) validada por el laboratorio D&J S.A.C.

### **3.5. Procedimientos.**

#### **3.5.1 Procedimiento para obtener ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo.**

##### **Ceniza de Eucalyptus Globulus.**

- 1) Primero se recolectó ceniza de una vivienda del poblado Cochapampa que utilizaba al Eucalyptus Globulus como fuente de energía para el uso doméstico.
- 2) Posterior a la recolección de cenizas de Eucalyptus Globulus se procedió con el tamizaje para separar las cenizas de otras partículas que podría haberse adherido.

##### **Cáscara de huevo**

- 1) Se recolectó la cáscara de huevo en tres puntos de la ciudad de Huaraz (restaurantes).
- 2) Luego de la recolección se procedió a lavar la cáscara de huevo.

- 3) Después de haber lavado la cáscara de huevo se introdujo en un horno a 260°C por 2 horas para eliminar la humedad y otros residuos que podrían haber quedado.
- 4) Después de haber retirado la cáscara de huevo del horno se continuó con la molienda.
- 5) Luego de la molienda se continuó con el tamizaje para finalmente ser usado conjuntamente con las cenizas de Eucaliptus Globulus.

### **3.5.2 Procedimiento del análisis granulométrico de agregados**

- 1) Se Procedió a obtener la muestra del agregado (Piedra chancada y arena) de la cantera Mitapampa extraída por la empresa MEGACONCRETO S.A.C.
- 2) Elaboración del análisis granulométrico, peso unitario, contenido de humedad, peso específico y absorción.

### **3.5.3 Procedimiento para diseño concreto por el método ACI**

Cemento

- Sol tipo I
- $F'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $P_e = 3.15 \text{ gr/cm}^3$
- Slump = 4"

$P_e \text{ Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$

#### **Agregados:**

Perfil de los agregados empleados de la cantera de Mitapampa.

**Tabla 4.** Perfil de los agregados

Agregados	Fino	Grueso
Perfil	----	Angular
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1165.87	1410.04
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1407.56	1585.45
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2.62	2.66
Módulo de fineza	3.04	----
Tamaño máximo nominal	-----	3/4"
% Absorción	1.86%	1.24%
% Contenido de humedad	9.37%	2.07%

Fuente: Megaconcreto

**Cálculo de  $F'_{cr}$  (promedio resistencia requerida)**

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

**Tabla 5.** Resistencia requerida

$F'_{cr}$	$F'_{cr}$
Menos de 210	$F'_{cr} + 70$
210 – 350	$F'_{cr} + 84$
>350	$F'_{cr} + 98$

Fuente: ACI

$$F'_{cr} = 210 + 70 = 280 \text{ kg/cm}^2$$

## Contenido de aire

**Tabla 6.** *Contenido de aire*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: ACI

## Contenido de agua

**Tabla 7.** *Contenido de agua*

Agua en $\text{lt/m}^3$ para los tamaños max. Nominales de agregados grueso y consistencia indicada								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	254	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---

Fuente: ACI

## Relación agua/cemento (*a/c*) (por resistencia $f'c$ )

Tabla 8. Relación agua/cemento

$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso en el concreto	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: ACI

Interpolando

250 ----- 0.62

270 ----- x

300 ----- 0.55

$$\frac{300-270}{0.55-x} = \frac{300-250}{0.55-0.62}$$

$$x = 0.592 = a/c$$

Contenido de cemento

$$\frac{181}{c} = 0.592$$

$$c = 385.743 \text{ kg}$$

$$c = \frac{385.743}{42.5} = 9.76 \text{ bls/m}^3$$

## Peso del agregado grueso

Tabla 9. *Peso unitario seco compactado.*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diversos módulos de fineza del fino.			
	2.40	2.60	2.80	3
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI

$$\text{Peso a. g} = \frac{b}{b_0} * \text{peso unitario seco compactado}$$

$$\text{Peso a. g} = 0.74 * 1677 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso a. g} = 1240.98 \text{ kg}$$

### Volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{385.743}{3.15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} * 1000} = 0.122 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{181 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}} = 0.181 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen a. grueso} = \frac{1240.98 \text{ kg}}{2610 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.475$$

$$\Sigma = 0.788 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. A. fino} = 1 - 0.788 = 0.212 \text{ m}^3$$

### Calcular el peso del agregado fino

$$\text{Peso A. fino} = 0.212 \text{ m}^3 * 2750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 583 \text{ kg}$$

### Presentación del diseño en estado seco

$$\text{Cemento} = 385.743 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 583 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1240.98 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 181 \text{ lt}$$

### Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 583 * \left( \frac{2.5}{100} + 1 \right) = 597.575 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 583 * \left( \frac{1.7}{100} + 1 \right) = 1262.077 \text{ kg}$$

### Volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{385.743}{3.15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} * 1000} = 0.122 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{181 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}} = 0.181 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen a. grueso} = \frac{1240.98 \text{ kg}}{2610 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.475$$

$$\sum = 0.788 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. A. fino} = 1 - 0.788 = 0.212 \text{ m}^3$$

### Calcular el peso del agregado fino

$$\text{Peso A. fino} = 0.212 \text{ m}^3 * 2750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 583 \text{ kg}$$

Presentación del diseño en estado seco

$$\text{Cemento} = 385.743 \text{ kg}$$

Agregado fino = 583 kg

Agregado grueso = 1240.98 kg

Agua = 181 lt

### Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 583 * \left( \frac{2.5}{100} + 1 \right) = 597.575 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1240.98 * \left( \frac{1.7}{100} + 1 \right) = 1262.077 \text{ kg}$$

### Aporte de agua a la mezcla

$$\frac{(\%w - \%abs) * \text{agregado seco}}{100}$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{(9.8 - 1.86) * 597.575}{100} = 47.447 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado Gueso} = \frac{(2.07 - 1.24) * 1262.077}{100} = 10.475 \text{ lt}$$

Suma = 57.992 lt

### Agua efectiva

Agua efectiva = 181 – (57.992) = 132.008 lt

### Proporcionamiento del diseño

**Tabla 10.** *Proporcionamiento del diseño.*

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
385.743 kg	597.575 kg	1262.077 kg	132.008 lt

Fuente: propia

### Proporciones del diseño por kg de cemento

**Tabla 11.** *Proporcionamiento del diseño por kg de cemento.*

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
1 kg	1.549 kg	3.272 kg	0.342 lt

Fuente: propia



### **Cálculo Por m<sup>3</sup>**

Agregado fino = 597.575 kg

Agregado grueso = 1262.077 kg

Cemento = 385.743 kg

Agua = 132.008 lt para una vigueta

### **Cálculo para 1 vigueta de 0.15x0.15x0.5 m**

Volumen de la vigueta= 0.01125 m<sup>3</sup>

Agregado fino para una vigueta = 10.288 kg

Agregado grueso para una vigueta = 11.648 kg

Cemento para una vigueta = 3.372 kg

Agua para una vigueta = 1.485 lt

### **Cálculo para 3 vigas**

Volumen de la vigueta = 0.03375 m<sup>3</sup>

Agregado fino para una vigueta = 30.864 kg

Agregado grueso para una viga = 34.994 kg

Cemento para una viga = 10.116 kg

Agua para una viga = 4.455 lt

### **Cálculo para 3 vigas + 5 % Volumen de la viga**

Agregado fino par una viga = 32.407 kg

Agregado grueso para una viga = 36.744 kg

Cemento para una viga = 10.622 kg

Agua para una viga = 4.678 lt

### **Determinación de cantidad de cenizas de eucalipto y cáscara de huevo para 3 viguetas con una proporción del 50% para ambos materiales.**

10 % ceniza de eucalipto y cáscara de huevo = 1.062 kg

20 % ceniza de eucalipto y cáscara de huevo = 2.124 kg

30 % ceniza de eucalipto y cáscara de huevo = 3.186 kg

### 3.5.3 Procedimiento de ensayo a flexión

- 1) Posteriormente se realizó el curado del concreto se retira las vigas de concreto del agua y se ejecuta la prueba de flexión en especímenes.
- 2) Antes de aplicar la carga sobre la viga se le puso en la posición correcta, para ello se rotó el espécimen de tal modo que la cara superior quede como la cara frontal, de ese modo se ensaya la viga en el eje más crítico, luego se centró sobre los apoyos de la prensa hidráulica, el punto de donde se aplica la carga también debe estar centrado, se hizo uso, también, de neopreno en el punto de la carga para distribuir uniformemente la carga sobre el área de contacto y así corregir las posibles irregularidades que pudo tener las muestras de viga en su superficie.
- 3) Sin embargo, la irregularidad superficial de más de 0.40 mm fue suprimido solo por refrenado. El pulido fue usado en lo mínimo posible, porque pudo producir cambios significativos en las vigas de concreto y obtener resultado alejados a la realidad. El refrenado se usó con los procedimientos cabales establecido en la NTP 339.037.
- 4) La carga fue constante, sin impacto hasta que la viga falló. Se aplicó la carga a una velocidad de 0.9 MPa/min y 12 Mpa/min. La velocidad que se empleó para la carga se determinó de la siguiente forma:

$$r = \frac{2Sbd^2}{3L}$$

Dónde:

L: Longitud de la viga (mm)

S: Tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción (Mpa/min)

b: Ancho promedio de viga conforme fue orientada para el ensayo (mm)

r: Rango de velocidad de aplicación de carga (N/min)

d: Altura de la viga de acuerdo como fue orientada para el ensayo (mm)

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

Cohen y Gómez (2019) expresaron que “el cierre del proceso de producción de los datos es el procesamiento. En la investigación cuantitativa, el cierre es más absoluto, el resultado de procesar son los datos” (p. 252), es por ello que los datos fueron obtenidos mediante fichas técnicas en el laboratorio fueron analizados a través de fórmulas y software como el Excel para su representación gráfica.

### **3.7. Aspectos éticos.**

En cuanto a la ética profesional y originalidad del trabajo, se citan las fuentes con las normas ISO 690. A la vez la tesis se encontrará sujeto a una verificación mediante el Software Turnitin; el cual indicará un resultado dando fé a la originalidad.

#### IV. RESULTADOS

**Resultado 01:** En referencia al primer objetivo específico, determinar las características físicas de los materiales utilizados en el proyecto de investigación.

Se obtuvo una muestra representativa del agregado grueso en la cantera de Mitapampa, consecuentemente se realizaron los ensayos correspondientes para la determinación del contenido de humedad, el tamaño máximo nominal, conjuntamente se determinó el peso unitario suelto, peso unitario compactado, el peso específico y el porcentaje de absorción, los resultados del agregado grueso se muestran en la tabla 12.

**Tabla 12** *Características del agregado grueso.*

Agregado grueso	
Contenido de humedad	2.07%
Tamaño máximo nominal	3/4"
Peso unitario suelto	1410.04 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1585.45 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	1.24%
Peso específico	2.66 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Megaconcreto

Se obtuvo, también, una muestra representativa del agregado fino en la cantera Mitapampa, el cual, se determinó el contenido de humedad, además realizó el ensayo de análisis granulométrico para precisar el módulo de fineza, conjuntamente se determinó el peso unitario suelto, peso unitario compactado, el peso específico y el porcentaje de absorción, los resultados del agregado fino se muestran en la tabla 13.

**Tabla 13** Características del agregado fino.

Agregado fino	
Contenido de humedad	9.37%
Módulo de fineza	3.04
Peso unitario suelto	1165.87 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1407.56 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico	2.62 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.86%

Fuente: Megaconcreto.

**Resultado 02:** En referencia al segundo objetivo específico, establecer el diseño de mezcla de un concreto patrón  $f_c'=210$ .

Con los resultados de las propiedades de los agregados se procedió a realizar el diseño de mezcla de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con el método ACI, cuyo cálculo se muestra en el subcapítulo de procedimiento, la dosificación de los pesos de los materiales a utilizar para la 1 m<sup>3</sup> de concreto patrón se plasma en la tabla 14.

Tabla 14 *Dosificación de concreto patrón.*

Dosificación de mezcla $f_c=210\text{ kg/cm}^2$	
Proporción para 1 m <sup>3</sup>	
Cemento	385.743 kg
Agregado Fino	583.00 kg
Agregado Grueso	1240.98 kg
Agua	181.00 lt.

Fuente: Elaboración propia.

**Resultado 03:** En referencia al tercer objetivo específico, Determinar la influencia al reemplazar el cemento tipo I por la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en 10, 20 y 30%, se realizó las vigas de concreto con el diseño correspondiente, en la tabla 12 se muestran los resultados a la resistencia a la flexión a los 7 días de edad las muestras.

**Tabla 15** Resistencia de las vigas de concreto a los 7 días de edad

N°	Descripción	Edad (días)	Resistencia a la flexión Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la flexión promedio Kg/cm <sup>2</sup>
1	Vigas Patrón	7	37.82	38.62
			38.58	
			39.47	
2	Sustitución del cemento por Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo al 10%	7	38.73	39.14
			40.13	
			38.57	
3	Sustitución del cemento por Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo al 20%	7	33.03	33.44
			33.04	
			34.24	
4	Sustitución del cemento por Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo al 30%	7	16.72	17.45
			18.33	
			17.3	

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación

El concreto patrón con 7 días de edad logró obtener una resistencia flexión de 38.62 Kg/cm<sup>2</sup> que fue 1.33% menor con respecto al de mayor resistencia.

La muestra de concreto con mayor resistencia a la flexión fue la que se sustituyó 10 % de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo con 39.14 Kg/cm<sup>2</sup>.

El concreto que fue sustituido con 20% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo (SCCEGCH), obtuvo una resistencia a flexión de 33.44 Kg/cm<sup>2</sup> que fue 13.41% menor que la del concreto patrón.

El concreto con menor resistencia a la flexión fue el sustituido con 30% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo (SCCEGCH), que obtuvo una resistencia a flexión de 17.45 Kg/cm<sup>2</sup>, tuvo una diferencia del 54.82% respecto a la resistencia del concreto patrón.

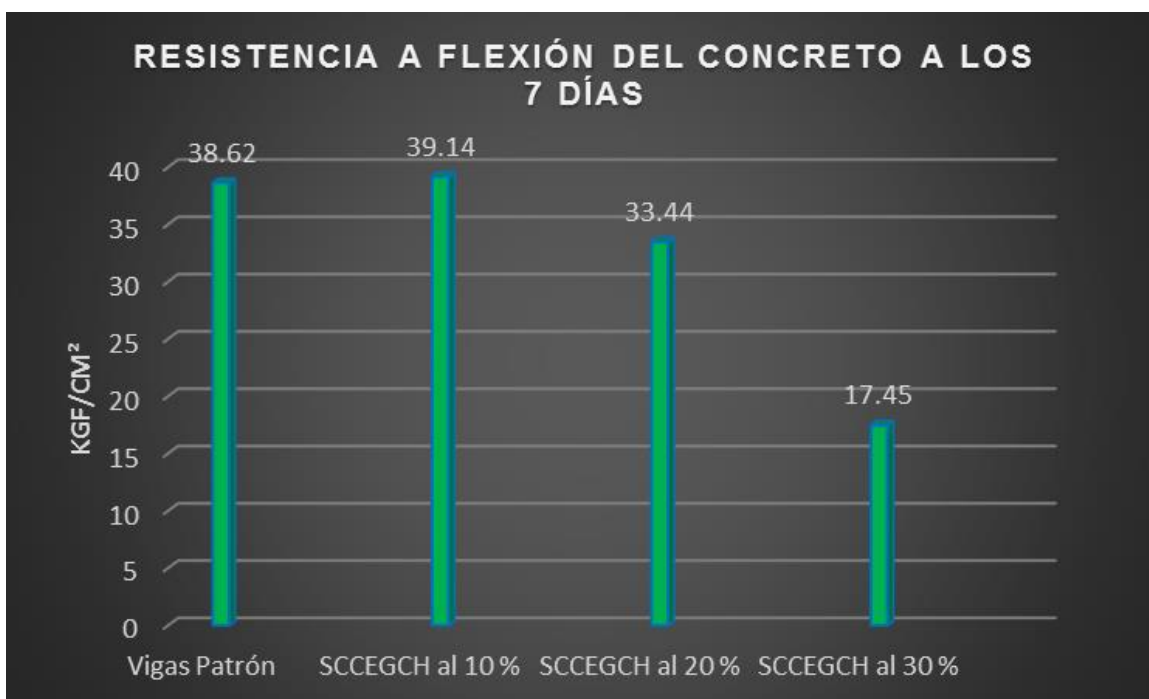


Gráfico 1 Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días

En la tabla 16 se muestran los resultados a la resistencia a la flexión a los 14 días de edad las muestras.

**Tabla 16 Resistencia de las vigas de concreto a los 14 días de edad**

N°	Descripción	Edad (días)	Resistencia a la flexión Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la flexión promedio Kg/cm <sup>2</sup>
5	Vigas Patrón	14	50.21	50.53
			49.76	
			51.62	
6	Sustitución del cemento por Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo al 10%	14	48.46	49.50
			50.96	
			49.08	
7	Sustitución del cemento por Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo al 20%	14	39.24	39.88
			40.31	
			40.1	
8	Sustitución del cemento por Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo al 30%	14	30.4	30.36
			31.63	
			29.06	

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación

A los 14 días el concreto patrón tuvo el mayor promedio de resistencia a flexión que las demás muestras, con 50.53 Kg/cm<sup>2</sup>.

El concreto que fue sustituido con 10% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo (SCCEGCH), obtuvo una resistencia a flexión similar al del concreto patrón con 49.50 Kg/cm<sup>2</sup> con una diferencia de 5.07 %.

El concreto que fue sustituido con 20% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo (SCCEGCH) obtuvo una resistencia a flexión de 39.88 Kg/cm<sup>2</sup>, con una diferencia del 21.08 % respecto al patrón



En el concreto sustituido el cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo (SCCEGCH) al 30% se obtuvo una resistencia a flexión de 30.36 Kg/cm<sup>2</sup> con una diferencia del 39.92 % respecto al patrón.

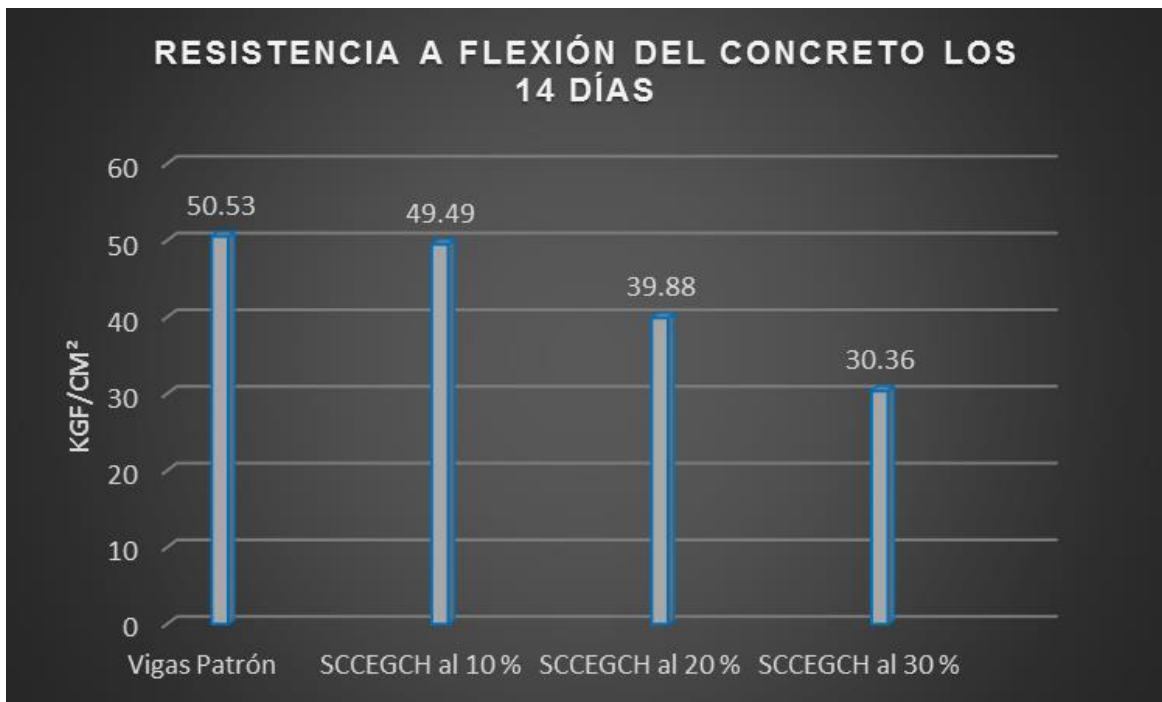


Gráfico 2 Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días.

En la tabla 17 se muestran los resultados a la resistencia a la flexión a los 28 días de edad de las muestras.

**Tabla 17 Resistencia de las vigas de concreto a los 28 días de edad**

N°	Descripción	Edad (días)	Resistencia a la flexión Kgf/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la flexión promedio Kgf/cm <sup>2</sup>
9	Vigas Patrón	28	54.58	56.28
			55.94	
			58.31	
10	Sustitución del cemento por Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo al 10%	28	54.82	55.34
			55.89	
			55.32	
11	Sustitución del cemento por Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo al 20%	28	49.86	50.01
			50.41	
			49.77	
12	Sustitución del cemento por Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo al 30%	28	32.47	32.85
			32.97	
			33.1	

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación

A los 28 días de edad el concreto patrón obtuvo la mayor resistencia flexión con 56.28 Kg/cm<sup>2</sup>.

El concreto que fue sustituido con 10% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo obtuvo una resistencia a flexión de 55.34 Kg/cm<sup>2</sup>, con una diferencia del 11.63 % con respecto al concreto patrón.

El concreto que fue sustituido con 20% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo obtuvo una resistencia a flexión de 50.01 Kg/cm<sup>2</sup>, con una diferencia del 1.63 % con respecto al concreto patrón.

El concreto que fue sustituido con 30% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo fue la mezcla con menor resistencia a la flexión, ya

que obtuvo una resistencia a flexión de 32.85 Kg/cm<sup>2</sup>, con una diferencia del 41.63% con respecto al concreto patrón.

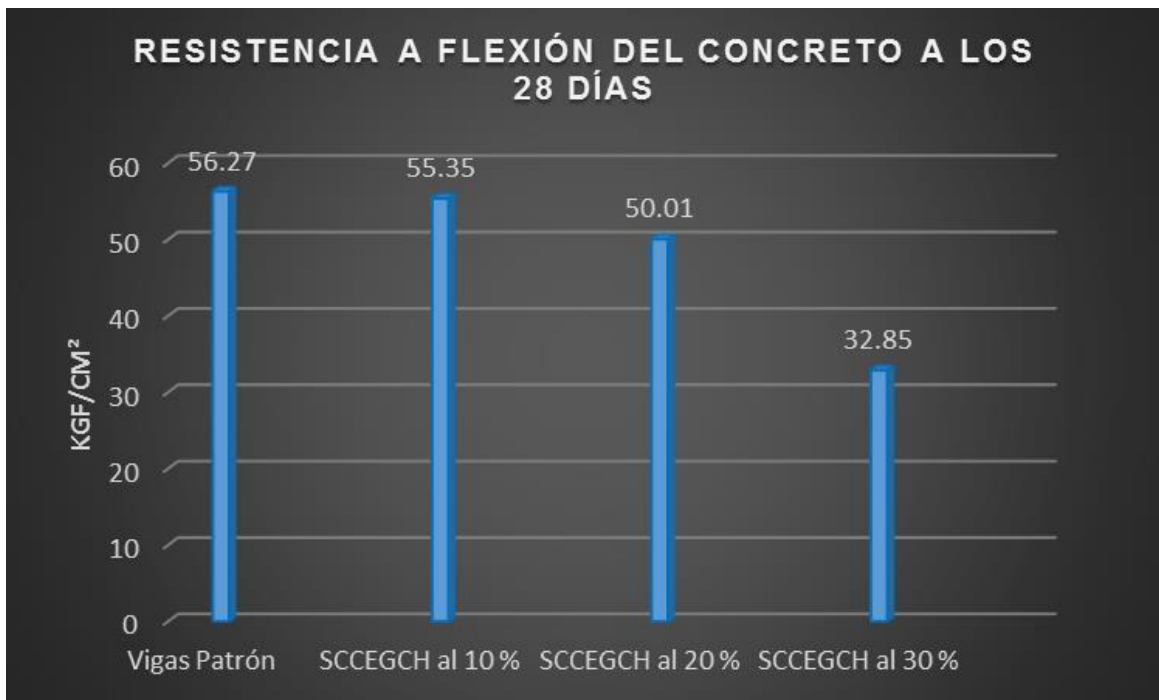


Gráfico 3 Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.

## V. DISCUSIÓN

En el resultado 01 se determinó que el agregado grueso que tuvo un contenido de humedad de 2.07%, mientras que el agregado grueso estudiado por los autores Galacia y Velásquez (2016) fue de 0.74%, el tamaño máximo nominal son iguales en los dos estudios porque los dos agregados gruesos tuvieron un valor de 3/4", el peso unitario compactado del agregado grueso del presente estudio fue 1407.00 kg/m<sup>3</sup>, mientras que de los autores tuvieron un valor mayor con 1671.19 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, el porcentaje de absorción del agregado grueso de la presente investigación fue de 1.86%, mientras que de los autores fue de 1.52%, finalmente el peso específico del agregado grueso de esta investigación fue de 2.62 gr/cm<sup>3</sup> y de los autores fue de una magnitud menor por tener un peso específico de 2.56 gr/cm<sup>3</sup>.

Al determinar las características físicas del agregado fino en la presente investigación se determinó que tuvo un contenido de humedad de 9.37%, mientras que los autores Galacia y Velásquez (2016) precisaron en su estudio de que su agregado fino estudiado tuvo un contenido de humedad menor por tener 3.67 %, el módulo de fineza de la presente investigación fue de 3.04 mientras que de los autores tuvo un valor inferior por tener 2.64. El peso específico del agregado fino determinado en la presente investigación fue de 2.62 gr/cm<sup>3</sup> mientras que en el estudio de Galacia y Velásquez (2016) fue un valor mayor por tener el peso específico de 2.57 gr/cm<sup>3</sup>, finalmente la absorción del agregado fino en este estudio fue de 1.86%, mientras que de los autores fue de un valor mayor, ya que tuvo una absorción de 1.49%. Por lo que se hace evidente que las características de los agregados son diferentes, lo que afirma la importancia de realizar los ensayos correspondientes cada vez que se desee realizar un nuevo diseño de mezcla de concreto.

En el resultado 02 de la presente investigación se determinó que las masas requeridas para la elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  que fueron de 385.74 Kg de cemento, 583.00 Kg de agregado fino, 1240.98 kg de agregado grueso y 181 lt. de agua. Sin embargo, en la investigación realizada por Arias (2016) determinaron mediante su diseño de mezcla que, para la realización de 1 m<sup>3</sup> de concreto de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  se necesita menor masa de cemento con 299.708 Kg, mayor agregado fino por requerir 904.994 Kg, menor agregado grueso con 982.250 kg y mayor agua por necesitar 214.3 lt. Por lo que se discrepa con el autor en cuanto en la cantidad de materiales a usar, esta diferencia es porque los estudios requieren de diferentes requisitos en la de mezcla de concreto como: el slump, características físicas de los agregados y el control de dosificación en campo

En el resultado 03 de la presente investigación se determinó que el módulo de rotura del concreto patrón curado por 7 días fue de 38.62 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 39.14 kg/cm<sup>2</sup> por la sustitución de 10.0 % de SCCEGCH a la mezcla de concreto, por lo que el aumento fue de 1.34% de resistencia respecto al concreto patrón, sin embargo, el módulo de rotura disminuyó a 33.44 Kg/cm<sup>2</sup> y 17.45 Kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 20.0% y 30.0% de SCCEGCH respectivamente, por lo que la reducción fue de 13.41% y 54,81% respectivamente de su resistencia respecto al concreto patrón. Se coincide con Mansilla, Pradena, Fuentealba y César (2020) ya que en su investigación comprobaron que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 7 días fue de 45.0 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyó a 43.0 kg/cm<sup>2</sup> y a 39.0 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 0.5 % y 1.0% de fibra de eucalipto seco, lo que representa una disminución de 4.44% y 13.33% de resistencia respectivamente. De igual modo se coincide con Solano (2020), ya que, a pesar de que en su investigación se comprobó que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 7 días fue de 20.62 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 21.02 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 4.0 % de ceniza de eucalipto, el autor determinó que el módulo de rotura disminuyó a 20.26 kg/cm<sup>2</sup> y 19.65 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 8.00 % y 12.00 % de ceniza de eucalipto, lo que representa una disminución de 1.75%, 4.67% de resistencia respectivamente.

Sin embargo se obtuvo resultados discrepantes con Villanueva (2017) ya que, haciendo uso de la fórmula de  $M_r = 1.99\sqrt{f'c}$  establecida en ACI, se determinó que el módulo de rotura del concreto patrón curado por 7 días fue de 34.58 kg/cm<sup>2</sup> y

aumentó a 24.61 kg/cm<sup>2</sup> por la sustitución de 15.0 % de ceniza de eucalipto a la mezcla de concreto, por lo que el aumento fue de 0.13% de su resistencia respecto a la probeta patrón, de la misma manera no se coincide con los resultados de Yu, Ing y Choo (2017, ya que, en su investigación comprobaron que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 7 días fue de 29.12 kg/cm<sup>2</sup> aumentó a 35.95 kg/cm<sup>2</sup>, 39.94 kg/cm<sup>2</sup>, 40.69 kg/cm<sup>2</sup> y 37.05 kg/cm<sup>2</sup> por el reemplazo de 5%,10%, 15% y 20% de cemento por polvo de cáscara de huevo respectivamente, lo que representa un aumento de 23.44%, 37.15%, 39.73% y 27.24% de resistencia respectivamente.

Datos como los obtenidos por Chávez (2018) que haciendo uso de la fórmula de  $M_r = 1.99\sqrt{f'_c}$  establecida en ACI, se determinó que el módulo de rotura del concreto patrón curado por 7 días fue de 31.85 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 33.48 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 5.0 % de ceniza del bagazo de caña de azúcar a la mezcla de concreto, por lo que aumentó 5.10% de su resistencia respecto a la probeta patrón, sin embargo, el módulo de rotura disminuyó a 30.27 Kg/cm<sup>2</sup>, 28.40 Kg/cm<sup>2</sup> y 27.11 Kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 10.0%, 15.0% y 20.0% de ceniza del bagazo de caña de azúcar respectivamente, por lo que la ceniza del bagazo de caña de azúcar tiene un comportamiento similar a SCCEGCH en concreto de edad de 7 días.

Sin embargo Chamoli y Paredes (2019) comprobaron que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 7 días fue de 25.4 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 29.41 kg/cm<sup>2</sup> y a 26.1 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 5.0 % y 15.0% de ceniza de coco, lo que representa un aumento de 14.5% y 3.75% de resistencia respectivamente, no obstante el módulo de rotura disminuyó a 24.4 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 10.0 % de ceniza de coco, lo que representa una disminución de 3.94% de resistencia, entonces la ceniza de coco tiene un mejor rendimiento que SCCEGCH en el concreto de edad de 7 días

En la presente investigación el módulo de rotura del concreto patrón curado por 14 días fue de 50.53 kg/cm<sup>2</sup> y disminuyó a 49.49 Kg/cm<sup>2</sup>, 39.88 Kg/cm<sup>2</sup> y 30.36 Kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 10%, 20.0% y 30.0% de SCCEGCH respectivamente, por lo que disminuyó 2.05 %, 21.08% y 39.92% respectivamente de su resistencia respecto al concreto patrón. Por lo que se coincide con Mansilla, Pradena, Fuentealba y César (2020) ya que en su investigación comprobaron que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 14 días fue de 57.0 kg/cm<sup>2</sup> y disminuyó a 44.00 kg/cm<sup>2</sup>

y a 42.00 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 0.5 % y 1.0% de fibra de eucalipto seco, lo que representa una disminución de 22.81% y 26.32% de resistencia respectivamente. De igual modo se coincide con Solano (2020), ya que, a pesar de que comprobó que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 14 días fue de 21.79 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 22.21 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 4.0 % de ceniza de eucalipto, el módulo de rotura disminuyó a 21.49 kg/cm<sup>2</sup> y 21.02 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 8.00 % y 12.00 % de ceniza de eucalipto, lo que representa una disminución de 1.37%, 3.57% de resistencia respectivamente.

Sin embargo, se obtuvo resultados distintos con Villanueva (2017), ya que en la investigación del autor determinó que el módulo de rotura del concreto patrón curado por 14 días fue de 26.26 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 26.46 kg/cm<sup>2</sup> por la sustitución de 15.0 % de ceniza de eucalipto a la mezcla de concreto, por lo que aumentó 0.74% de su resistencia respecto a la probeta patrón.

De acuerdo a Chávez (2018) el módulo de rotura del concreto patrón curado por 14 días fue de 34.09 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 35.11 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 5.0 % de ceniza del bagazo de caña de azúcar a la mezcla de concreto, por lo que el aumento fue de 2.99% de su resistencia respecto a la probeta patrón, sin embargo, el módulo de rotura disminuyó a 32.59 Kg/cm<sup>2</sup>, 30.17 Kg/cm<sup>2</sup> y 29.19 Kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 10.0%, 15.0% y 20.0% de ceniza del bagazo de caña de azúcar respectivamente. por lo que la ceniza del bagazo de caña de azúcar tiene un comportamiento similar a SCCEGCH en concreto de edad de 14 días.

Chamoli y Paredes (2019) determinaron que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 14 días fue de 28.70 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 34.70 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 5.0 % de ceniza de coco, lo que representa un aumento de 20.90% de resistencia respectivamente, empero el módulo de rotura disminuyó a 26.0 kg/cm<sup>2</sup> y 28.5 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 10.0% y 15.0% de ceniza de coco, lo que representa una disminución de 9.40% y 0.69 % de resistencia respectivamente, por lo que el uso de 5% de ceniza de coco tiene un mejor rendimiento que SCCEGCH en el concreto de edad de 14 días

En la presente investigación el módulo de rotura del concreto patrón curado por 28 días fue de 56.27 kg/cm<sup>2</sup> y disminuyó a 55.35 Kg/cm<sup>2</sup>, 50.01 Kg/cm<sup>2</sup> y 35.85 Kg/cm<sup>2</sup>

por la adición de 10%, 20.0% y 30.0% de SCCEGCH respectivamente, por lo que disminuyó 1.63 %, 11.12% y 36.29% respectivamente de su resistencia respecto al concreto patrón. Por lo que se coincide con Mansilla, Pradena, Fuentealba y César (2020) ya que en su investigación comprobaron que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 28 días fue de 59.0 kg/cm<sup>2</sup> y disminuyó a 57.50 kg/cm<sup>2</sup> y a 50.00 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 0.5 % y 1.0% de fibra de eucalipto seco, lo que representa una disminución de 2.54% y 15.25% de resistencia respectivamente. De igual modo se coincide con Solano (2020) ya que a pesar de que se comprobó que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 28 días fue de 24.01 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 24.54 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 4.0 % de ceniza de eucalipto, el módulo de rotura disminuyó a 23.66 kg/cm<sup>2</sup> y 23.15 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 8.00 % y 12.00 % de ceniza de eucalipto, lo que representa una disminución de 1.45%, 3.59% de resistencia respectivamente.

Sin embargo, se obtuvo resultados discrepantes con Villanueva (2017), ya que, en la investigación del autor determinó que el módulo de rotura del concreto patrón curado por 28 días fue de 28.98 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 29.19 kg/cm<sup>2</sup> por la sustitución de 15.0 % de ceniza de eucalipto a la mezcla de concreto, por lo que el aumento fue de 0.72% respecto a la probeta patrón. De igual forma no se coincide con Yu, Ing y Choo (2017), ya que en su investigación comprobaron que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 28 días fue de 35.95 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 41.18 kg/cm<sup>2</sup>, 44.03 kg/cm<sup>2</sup>, 44.71 kg/cm<sup>2</sup> y 38.91 kg/cm<sup>2</sup> por el reemplazo de 5%, 10%, 15% y 20% de cemento por polvo de cáscara de huevo respectivamente, lo que representa un aumento de 14.56%, 22.47%, 24.37% y 8.25% de resistencia respectivamente.

De acuerdo a los resultados de Chávez (2018), en el que mostraron que el módulo de rotura del concreto patrón curado por 28 días fue de 35.89 kg/cm<sup>2</sup> y aumentó a 37.29 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 5.0 % de ceniza del bagazo de caña de azúcar a la mezcla de concreto, por lo que aumentó 3.90% de su resistencia respecto a la probeta patrón, sin embargo, el módulo de rotura disminuyó a 34.53 Kg/cm<sup>2</sup>, 32.13 Kg/cm<sup>2</sup> y 31.79 Kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 10.0%, 15.0% y 20.0% de ceniza del bagazo de caña de azúcar respectivamente, por lo que la ceniza del bagazo de



caña de azúcar tiene un comportamiento similar a SCCEGCH en concreto de edad de 28 días.

Chamoli y Paredes (2019) determinaron que el módulo de rotura del concreto patrón de edad de 28 días fue de  $32.2 \text{ kg/cm}^2$  y aumentó a  $37.0 \text{ kg/cm}^2$  por la adición de 5.0 % de ceniza de coco, lo que representa un aumento de 14.91% de resistencia respectivamente, empero el módulo de rotura disminuyó a  $30.7 \text{ kg/cm}^2$  y  $30.1 \text{ kg/cm}^2$  por la adición de 10.0% y 15.0% de ceniza de coco, lo que representa una disminución de 4.65% y 6.52 % de resistencia respectivamente, por lo que el uso de 5% de ceniza de coco tiene un mejor rendimiento que SCCEGCH en el concreto de edad de 28 días

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión general:**

Se concluye que la sustitución de ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de huevo disminuyen la resistencia a flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### **Conclusiones específicas**

1. Se concluye que el agregado grueso tuvo un contenido de humedad de 2.07%, tamaño máximo nominal 3/4", peso unitario suelto de 1410.00 kg/m<sup>3</sup>, peso unitario compactado de 1585.45 kg/m<sup>3</sup>, absorción de 1.24% y peso específico de 2.66 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que el agregado fino tuvo un contenido de humedad de 9.37%, módulo de fineza de 3.04, peso unitario suelto de 1165.87 kg/m<sup>3</sup> peso unitario compactado de 1407.56 kg/m<sup>3</sup>, peso específico de 2.62 gr/cm<sup>3</sup> y absorción de 1.86%
2. Se determinó que para la realización de 1 m<sup>3</sup> de concreto  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> con los agregados de la cantera Mitapampa se necesita de 385.74 Kg de cemento, 583.00 Kg de agregado fino, 1240.98 kg de agregado grueso y 181 lt. de agua.
3. A los 7 días de edad de las vigas de concreto sustituido por 10% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo tiene una resistencia 1.35% mayor a la viga de concreto sin sustitución de cenizas de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo, sin embargo, con la sustitución de 20% y 30% de cemento la resistencia a la flexión disminuye un 13.41% y 54.82% respectivamente. A los 14 días de edad de las vigas de concreto remplazado por 10%, 20% y 30% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo reduce 2.05%, 21.07% y 39.9% la resistencia a la flexión respecto al concreto sin sustitución. A los 28 días de edad de las vigas de concreto remplazado por 10%, 20% y 30% de cemento por ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo reduce 1.63%, 11.12% y 36.29% la resistencia a la flexión respecto al concreto sin sustitución, por lo que la influencia de la sustitución de cemento por cenizas de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo es adversa a la resistencia a flexión del concreto patrón.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar un adecuado análisis granulométrico para un buen diseño de concreto.

Realizar un diseño de concreto detallado para evitar problemas al momento de la elaboración del concreto.

Manipular adecuadamente los elementos al momento de elaborar el concreto, la pérdida de alguno de estos alteraría los resultados obtenidos en los ensayos a flexión.

## REFERENCIAS

1. ARIAS, Ulmer. Resistencia del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de 15% por cemento por ceniza de hoja de espino. (Tesis Pregrado). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú. 2018
2. ASSESSMENT of Wood-Based Fly Ash as Alternative Cement Replacement por Fort, Jan [et al]. Sustainability [en línea]. 17 de noviembre de 2020, volumen 12, n. ° 22. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].  
Disponibile en <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9580>  
ISSN: 2071-1050
3. BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación [en línea]. 3.a ed. Mexico: Grupo Editorial Patria, 2017 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].  
Disponibile en [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)  
ISBN: 9786077447481
4. CANUL, J. MORENO, E. MENDOZA J. Fly ash effect on mechanical properties of concretes made with high absorbent crushed limeston aggregates. ALCONPAT Journal [en línea]. Diciembre de 2016, volumen 6, n. ° 3. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].  
Disponibile en <http://www.scielo.org.mx/pdf/alconpat/v6n3/2007-6835-alconpat-6-03-235.pdf>  
ISSN: 2007-6835
5. CE 010. Norma de pavimentos urbanos. Perú. 2010.  
Disponibile en [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma\\_010\\_%20pavimentos\\_urbanos.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf)
6. CHAMOLI, Erik y PAREDES, Toño. Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de coco para mejorar la resistencia a compresión y flexión, Moyobamba 2019. (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba, Perú. 2019.
7. CHARACTERIZATION of palm oil fuel ash and eggshell powder as partial cement replacement in concrete por KHALID, N. [et al]. IOP Conference

Series: Materials Science and Engineering [en línea]. 2018. [fecha de consulta: 17 de mayo 2021].

Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/431/3/032002/meta>

ISSN: 1757-8981

8. CHÁVEZ, Jonatan. Influencia de la ceniza del bagazo de caña de azúcar con la finalidad de mejorar la resistencia a flexión del concreto, usando los agregados de la cantera Figueroa-Huanuco-2018. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. 2019.
9. COHEN, Néstor y GÓMEZ, Gabriela. Metodología de la Investigación, ¿Para qué? [en línea]. 1.a ed. Buenos Aires: Editorial Teseo, 2019 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2021].  
Disponible en [http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia\\_para\\_que.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf)  
ISBN: 9789877231908
10. DARWIN, David, DOHAN, Charles, NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto. 15.a ed. New York: McGraw-Hill Education, 2016. 1pp.  
ISBN: 9780073397946
11. EFFECT of biomass fly ash on fresh and hardened properties of high volume fly ash mortars. por Teixeira, Elisabete [et al]. Crystals [en línea]. 26 de febrero 2021, volumen 11, n. ° 3. [fecha de consulta: 21 de mayo 2021].  
Disponible en <https://www.mdpi.com/2073-4352/11/3/233>  
ISSN: 2073-4352
12. EGG SHELL powder as partial cement replacement and its effect on the workability and compressive strength of concrete por Jhatial, Ashfaque [et al]. International Journal of Advanced and Applied Sciences [en línea]. 9 de julio 2019, volumen 6, n. ° 9. [fecha de consulta: 17 de mayo 2021].  
Disponible en <http://www.sciencegate.com/IJAAS/2019/V6I9/1021833ijaas201909011.html>  
ISSN: 2313-3724
13. EVALUACIÓN Mecánica y Ambiental del Uso de Ceniza Volante con Activación Alcalina como Alternativa de Reemplazo Total del Cemento en la

Elaboración de Tabletas Prefabricadas por Prieto, Laura [et al]. Información tecnológica [en línea]. Junio de 2019, volumen 30, n. ° 3. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].

Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000300067&script=sci\\_arttext&tIng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000300067&script=sci_arttext&tIng=en)

ISSN: 0718-0764

14. EVALUATION of alternative fly ashes as supplementary cementitious materials por Wirth, X. [et al]. ACI Materials Journal [en línea]. Julio de 2019, volumen 116, n. ° 4. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].

Disponible en <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal.aspx?m=details&i=51716712>

ISSN: 0889-325X

15. EVALUATION of Mechanical Properties of Concrete Reinforced with Eucalyptus globulus Bark Fibrespor Claudia Mansilla [et al]. Sustainability [en línea]. 01 de diciembre de 2020, volumen 12, n. ° 23. [fecha de consulta: 18 de mayo 2021].

Disponible en <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/10026>

ISSN: 2071-1050

16. EXPERIMENTAL study on compressive strength of concrete by partial replacement of cement with eggshell powder. por Balouch, N. [et al]. Technical Journal of University of Engineering and Technology [en línea]. 2017, volumen 22, n. ° 3. [fecha de consulta: 20 de mayo 2021].

Disponible en <https://www.semanticscholar.org/paper/Experimental-Study-on-Compressive-Strength-of-by-of-Balouch-Rashid/893e2c4547d535b3f1213f77d2212d4e6c4c8d8d#citing-papers>

ISSN: 2313-7770

17. GALACIA, Mónica, VELÁSQUEZ, Marco. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. (Tesis Pregrado). Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú. 2016.

- 18.** GARRETT, Travis, CARDENAS, Henry, LYNAM, Joan. Sugarcane bagasse and rice husk ash pozzolans: Cement strength and corrosion effects when using saltwater. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry* [en línea]. 28 de abril de 2020, volúmen 1. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666086520300035>  
ISSN: 2666-0865
- 19.** HAMA, Sheelan, HAMDULLAH, Dhifaf, ASHOUR, Hayfaa. Effects of eggshell powder as partial replacement of cement on flexural behavior of one-way concrete slabs. *Journal of Engineering Science and Technology* [en línea]. Octubre de 2019, volúmen 15, n. ° 5. [fecha de consulta: 20 de mayo 2021]. Disponible en [http://jestec.taylors.edu.my/Vol%2014%20issue%205%20October%202019/14\\_5\\_5.pdf](http://jestec.taylors.edu.my/Vol%2014%20issue%205%20October%202019/14_5_5.pdf)  
ISSN: 1823-4690
- 20.** HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar; Metodología de la Investigación [en línea]. 6.ª ed. Mexico: Mc Graw Hill, 2019 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2021]. Disponible en [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)  
ISBN: 9781456223960
- 21.** HUAQUISTO, Samuel; BELIZARIO, Germán. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Altoandinas* [en línea]. 24 de abril de 2018, volúmen 20, n. ° 2. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021]. Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572018000200007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572018000200007&script=sci_arttext)  
ISSN: 2313-2957
- 22.** INITIAL study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete por Álison Franco [et al]. *Dyna* [en línea]. 20 de febrero de 2019, volúmen 86, n. ° 208. [fecha de consulta: 18 de mayo 2021].

Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532019000100264&script=sci\\_arttext&tIng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532019000100264&script=sci_arttext&tIng=en)

ISSN: 0012-7353

- 23.** KUMER, Ashish. Effect of class F fly ash on the durability properties of concrete. Sustainable Environment Research [en línea]. 21 de septiembre de 2017, volumen 28, n. ° 1. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468203917301334>

ISSN: 2468-2039

- 24.** MANUAL de metodología construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología [en línea] por Ruth Sautu [et al]. 1.a ed. Buenos Aires: CLACSO, 2005 [fecha de consulta: 18 de mayo de 2021].

Disponible en <http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd/collect/clacso/index/assoc/D1532.dir/sautu2.pdf>

ISBN: 9871183321

- 25.** MATIAS, Samuel. Resistencia de un concreto  $F'c=2010/cm^2$  sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto. (Tesis Pregrado). Universidad San Pedro, Huaraz, Perú. 2018.

- 26.** MECHANICAL properties of concrete using eggshell ash and rice husk ash as partial replacement of cement. por Asman, Nurul [et al]. ATEC Web of Conferences [en línea]. 05 de abril de 2017, volumen 103. [fecha de consulta: 19 de mayo 2021].

Disponible en [https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/17/mateconf\\_iscee2017\\_0102/mateconf\\_iscee2017\\_01002.html](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/17/mateconf_iscee2017_0102/mateconf_iscee2017_01002.html)

ISSN: 2261-236X

- 27.** MTC. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Perú. 2013.

- 28.** NIÑO. Víctor. Metodología de la Investigación [en línea]. 1.a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 18 de mayo de 2021].



- Disponible en [https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_DISENO\\_Y\\_EJECUCION](https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_DISENO_Y_EJECUCION)  
ISBN: 9789588675947
- 29.** RECYCLED aggregates concrete compressive strength prediction using artificial neural networks (ANNs) por Mohamad Ali Ridho [et al]. Infrastructures [en línea]. 23 de enero de 2021, volúmen 6, n. ° 2. [fecha de consulta: 19 de mayo 2021].  
Disponible en <https://www.mdpi.com/2412-3811/6/2/17>  
ISSN: 2412-3811
- 30.** RECYCLING of biomass and coal fly ash as cement replacement material and its effect on hydration and carbonation of concrete por André Campos [et al]. Waste Management [en línea]. 27 de marzo de 2020, volúmen 13, n. ° 7. [fecha de consulta: 18 de mayo 2021].  
Disponible en <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/7/1534>  
ISSN: 1996-1944
- 31.** REIBÁN, Dayanna. Evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de cáscara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura. (Tesis Pregrado Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. 2017.
- 32.** RUKZON, Sumrerng y CHINDAPRASIRT, Prinya. Use of rice husk-bark ash in producing self-compacting concrete. Advances in Civil Engineering [en línea]. 14 de mayo de 2014, volúmen 2014. [fecha de consulta: 21 de mayo 2021].  
Disponible en <https://www.hindawi.com/journals/ace/2014/429727/>  
ISSN: 1687-8094
- 33.** SIM, Jongsung; JU, Minkwan; LEE, Kihong. Thirty Years Researches on Development for Sustainable Concrete Technology. MATEC Web of Conferences [en línea]. 30 de diciembre de 2017, volúmen 138. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].  
Disponible en [https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/52/mateconf\\_eacef2017\\_03008/mateconf\\_eacef2017\\_03008.html](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/52/mateconf_eacef2017_03008/mateconf_eacef2017_03008.html)

ISSN: 2261-236X

- 34.** SIM, Jongsung; LEE, K. Sustainable concrete technology. Civil Engineering Dimension [en línea]. Diciembre de 2015, volumen 17, n. ° 3. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].

Disponible en <https://ced.petra.ac.id/index.php/civ/article/view/19419>

ISSN: 1410-9530

- 35.** SIVAKUMAR, M., MAHENDRAN, N. Strength and permeability properties of concrete using fly ash (fa), rice husk ash (rha) and egg shell powder (esp). Journal of Theoretical & Applied Information Technology [en línea]. 20 de Agosto de 2014, volumen 66, n. ° 1. [fecha de consulta: 19 de mayo 2021].

Disponible en <http://www.jatit.org/volumes/Vol66No2/13Vol66No2.pdf>

ISSN: 1992-8645

- 36.** SOLANO, Juan. Influencia de la ceniza de hojas de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes, Huancayo 2020. (Tesis Pregrado). Universidad Peruana los Andes, Huancayo, Perú. 2020

- 37.** SRIVASTAVA Vikas, MEHTA P.K. NATH, Satyendra, Satyendra. Natural fiber in cement and concrete matrices-A review. J. Environ. Nanotechnol [en línea]. 24 septiembre de 2013, volumen 2, n. ° 3. [fecha de consulta: 21 de mayo 2021].

Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Vikas-Srivastava-8/publication/278300160\\_Natural\\_Fiber\\_in\\_Cement\\_and\\_Concrete\\_Matrices\\_-\\_A\\_Review/links/557e85a008aeea18b777c9ef/Natural-Fiber-in-Cement-and-Concrete-Matrices-A-Review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vikas-Srivastava-8/publication/278300160_Natural_Fiber_in_Cement_and_Concrete_Matrices_-_A_Review/links/557e85a008aeea18b777c9ef/Natural-Fiber-in-Cement-and-Concrete-Matrices-A-Review.pdf)

ISSN: 2319-5541

- 38.** STUDY of fly ash characterization as a cementitious material por Fauzi, Amir [et al]. Procedia engineering [en línea]. 2016, volumen 148. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816310025>

ISSN: 1877-7058

- 39.** UTILIZATION of pyrolytic carbon black waste for the development of sustainable materials por Faizan, Ali [et al]. Processes [en línea]. 4 de febrero 2020, volúmen 8, n. ° 2. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].  
 Disponible en <https://www.mdpi.com/2227-9717/8/2/174>  
 ISSN: 2227-9717
- 40.** UTILIZATION of palm oil fuel ash and eggshell powder as partial cement replacement-a review. por Jhatial, Ashfaque Ahmed [et al]. Civil Engineering Journal [en línea]. 21 de agosto de 2018, volúmen 4, n. ° 2. [fecha de consulta: 20 de mayo 2021].  
 Disponible en <https://civilejournal.org/index.php/cej/article/view/951>  
 ISSN: 2476-3055
- 41.** VILLANUEVA, Janel. Resistencia de concreto  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales. (Tesis Pregrado). Universidad San Pedro, Huaraz, Perú. 2017.
- 42.** YANG, Zhifu, HUDDLESTON, Jon, BROWN, Heather. Effects of wood ash on properties of concrete and flowable fill. Journal of materials science and chemical engineering [en línea]. 29 de julio de 2016, volúmen 4, n. ° 7. [fecha de consulta: 12 de mayo 2021].  
 Disponible en <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=69808>  
 ISSN: 2327-6053
- 43.** YERRAMALA, Amarnath. Properties of concrete with eggshell powder as cement replacement. Indian concrete journal [en línea]. Octubre de 2014, volúmen 88, n. ° 10. [fecha de consulta: 17 de mayo 2021].  
 Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Amarnath-Yerramala/publication/276891886\\_Properties\\_of\\_concrete\\_with\\_eggshell\\_powder\\_as\\_cement\\_replacement/links/5587f17708aeb0cdade0fa82/Properties-of-concrete-with-eggshell-powder-as-cement-replacement.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Amarnath-Yerramala/publication/276891886_Properties_of_concrete_with_eggshell_powder_as_cement_replacement/links/5587f17708aeb0cdade0fa82/Properties-of-concrete-with-eggshell-powder-as-cement-replacement.pdf)  
 ISSN: 0019-4565
- 44.** YU, Tan, ING, Shu, CHOO, Siew. The effect of different curing methods on the compressive strength of eggshell concrete. Indian Journal of Science and Technology [en línea]. Febrero de 2017, volúmen 10, n. ° 6. [fecha de consulta: 17 de mayo 2021].

Disponibile en <https://indjst.org/articles/the-effect-of-different-curing-methods-on-the-compressive-strength-of-eggshell-concrete>  
ISSN: 0974-5645

## ANEXOS

### Anexo 1 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 18 Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos
V. Independiente (x). Ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo	La ceniza de Eucalyptus Globulus es el producto residual de la calcinación con características puzolánicas (Matías, 2019, p.20). Yerramala (2014) expresó que la cáscara de huevo rica en calcio es un desecho de aves de corral con una composición química casi igual a la de la piedra caliza (p. 94).	Se obtienen uno luego de la combustión y la cáscara de huevo parte externa del mismo compuesta principalmente por calcio. Son elementos resultantes o restantes son considerados como residuos ya que estos son el resultado de una descomposición.	Ceniza de Eucalyptus Globulus y Cáscara de Huevo	• 10%, 20% y 30% del cemento	Balanza
V. Dependiente (y) Resistencia a flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. (National Ready Mixed Concrete Association, 2017, p.1)	La resistencia a flexión es una magnitud que se mide en el momento que falla la viga o probeta de concreto en forma de prisma rectangular. El espécimen se recomienda contar con las dimensiones de 150x150 mm en sección transversal y 3 veces como mínimo de longitud.	Agregados	Granulometría Contenido de Humedad Absorción Peso específico Peso unitario	NTP 400.037 y ASM C33
			Agua	pH Turbidez Cloro	pHmetro Turbidímetro Colorímetro
			Cemento	Masa	Balanza
			Diseño de concreto	• Kg/cm <sup>2</sup>	ACI
			Resistencia a Flexión	• Mpa	Máquina de Ruptura

Fuente: Elaboración propia


## Anexo 2 Matriz de consistencia

**Tabla 19 Matriz de consistencia**

Influencia de ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ huaraz, 2021					
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es la influencia de la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia a flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ?	Determinar la influencia de la sustitución de la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia a flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	La sustitución de la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo aumenta la resistencia a flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Variable (x): cenizas de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo. Variable (y): Resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	Malla # 200 (diámetro 0.075 mm) Resistencia a flexión	Tipo: aplicada Diseño: experimental  <b>Muestra</b> La muestra se encuentra conformada por 9 viguetas de concreto patrón $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ Y 27 viguetas experimentales sumando 36 viguetas en total
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>			
1. ¿Cuáles son las características físicas de los materiales utilizados en el proyecto de investigación?	1. Determinar las características de los materiales utilizados en el proyecto de investigación.	1. Las características de los materiales corresponden a las recomendaciones de las normas nacionales e internacionales.	D:1 Cenizas de Eucalyptus Globulus y cáscara de Huevo.	10%, 20% y 30% Resistencia a flexión	
2. ¿Cuál es el diseño de mezcla de un concreto patrón $Fc'=210$ ?	2. Establecer el diseño de mezcla de un concreto patrón $Fc'=210$ .	2. Mediante el método ACI se realizará un adecuado diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	D:1 Cenizas de Eucalyptus Globulus y cáscara de Huevo.	10%, 20% y 30% Resistencia a flexión	
3. ¿Cuál es la influencia al reemplazar el cemento tipo I por la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en 10, 20 y 30%?	3. Determinar la influencia al reemplazar el cemento tipo I por la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en 10, 20 y 30%.	3. Reemplazar el cemento tipo I por la ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de Huevo en 10%, 20% y 30 % influirá positivamente en la resistencia a flexión.	D:1 Cenizas de Eucalyptus Globulus y cáscara de Huevo.	10%, 20% y 30% Resistencia a flexión	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3 Resultados de la granulometría del agregado grueso.

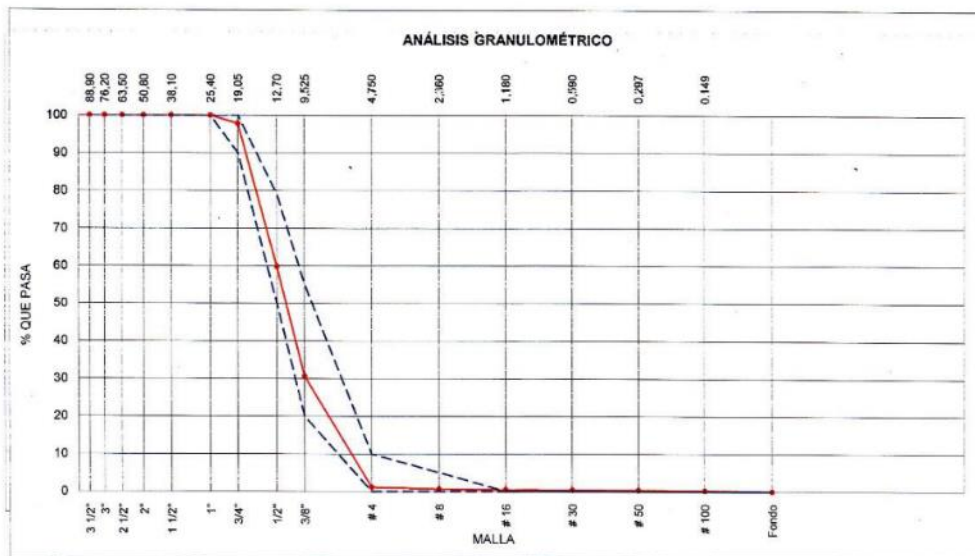
	FORMATO		CO.FO.03.03
	GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO (NORMA NTP 400.037 Y ASTM C33)		
	GERENCIA : SISTEMA DE:GESTIÓN INTEGRAL		ÁREA : CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
	APROBADO: JSHS		VERSIÓN : 01
SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD: HRT			FECHA APROB. : 17.01.2018

Cantera: MITAPAMPA  
 Tecnico: Niki Romero  
 Fecha: 25 de octubre de 2018

PIEDRA HUSO - 67							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	117.20	2.25	2.25	97.75	90.00	100.00
1/2"	12.70 mm	1982.50	38.00	40.24	59.76	50.00	79.00
3/8"	9.53 mm	1521.50	29.16	69.41	30.59	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	1539.10	29.50	98.91	1.09	0.00	10.00
# 8	2.36 mm	27.50	0.53	99.43	0.57	0.00	5.00
# 16	1.18 mm	6.10	0.16	99.59	0.41	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	4.90	0.09	99.68	0.32	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	3.00	0.06	99.74	0.26	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	4.00	0.08	99.82	0.18	0.00	0.00
Fondo		9.50	0.18	100.00	0.00	0.00	0.00

D60 = 12.74  
 D10 = 7.283  
 Cu = 1.75

MÓDULO DE FINEZA	6.69	TAMAÑO MAXIMO (mm):	19.50	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (mm):	25.40
------------------	------	---------------------	-------	-----------------------------	-------



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. CIP René Saul Huinch-Suárez  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C.P. CIP N° 78648



# Anexo 4 Resultados de la granulometría del agregado fino.

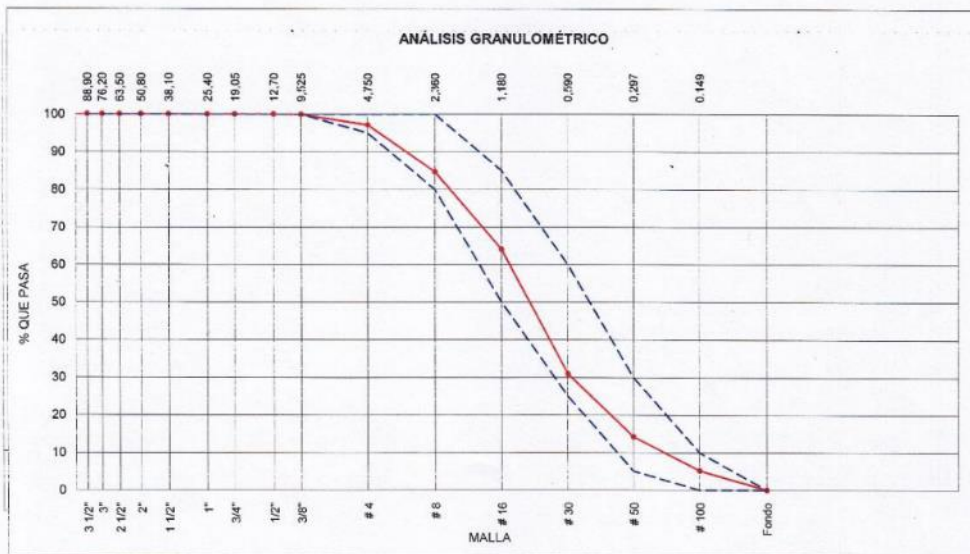
	FORMATO	CO.FO.03.03
	GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO (NORMA NTP 400.037 Y ASTM C33)	
	GERENCIA : SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL	ÁREA : CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
	APROBADO: JSHS	VERSIÓN : 01
SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD: HRT		FECHA APROB. : 17.01.2018

Cantera: MITAPAMPA  
 Tecnico: N. Romero  
 Fecha: 26 de octubre de 2018

ARENA - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	2.90	0.12	0.12	99.88	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	66.80	2.76	2.88	97.12	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	301.80	12.46	15.34	84.66	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	499.00	20.60	35.94	64.06	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	803.40	33.17	69.11	30.89	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	405.80	16.75	85.87	14.13	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	217.70	8.99	94.86	5.14	0.00	10.00
Fondo		124.60	5.14	100.00	0.00	0.00	0.00

D60 = #####  
 D10 = #####  
 Cu = #/DIVO!

MÓDULO DE FINEZA	3.04	TAMAÑO MAXIMO (mm):	19.50	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (mm):	25.40
------------------	------	---------------------	-------	-----------------------------	-------




COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CIP Rendo Saul Huincho Suárez  
 INGENIERO CIVIL  
 R. N.º CIP N° 78948






**Anexo 5 Resultado del contenido de humedad de los agregados fino y grueso.**

	FORMATO	CO.FO.05																
	REGISTRO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS (NORMA NTP 339.127 Y ASTM C566)																	
	GERENCIA: OPERACIONES	AREA: LABORATORIO																
	APROBADO: ETR	VERSION: 01																
	GESTION DE CALIDAD: HRT	FECHA: 17.01.2018																
FECHA	23 de octubre de 2018																	
AGREGADO	FINO	CANTERA : MITAPAMPA																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>M - 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso Humedo + Recipiente</td> <td>2524.3</td> </tr> <tr> <td>Peso Seco + Recipiente</td> <td>2333.4</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente</td> <td>296.5</td> </tr> <tr> <td>Peso Seco</td> <td>2036.9</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agua</td> <td>190.9</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>9.37</td> </tr> <tr> <td><b>CONTENIDO DE HUMEDAD :</b></td> <td><b>9.37%</b></td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCION	M - 1	Peso Humedo + Recipiente	2524.3	Peso Seco + Recipiente	2333.4	Peso Recipiente	296.5	Peso Seco	2036.9	Peso del Agua	190.9	Contenido de Humedad (%)	9.37	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD :</b>	<b>9.37%</b>
DESCRIPCION	M - 1																	
Peso Humedo + Recipiente	2524.3																	
Peso Seco + Recipiente	2333.4																	
Peso Recipiente	296.5																	
Peso Seco	2036.9																	
Peso del Agua	190.9																	
Contenido de Humedad (%)	9.37																	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD :</b>	<b>9.37%</b>																	
AGREGADO	GRUESO (Huso 67)	CANTERA : MITAPAMPA																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>M - 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso Humedo + Recipiente</td> <td>3159.6</td> </tr> <tr> <td>Peso Seco + Recipiente</td> <td>3101.4</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente</td> <td>295.5</td> </tr> <tr> <td>Peso Seco</td> <td>2805.9</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agua</td> <td>58.2</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>2.07</td> </tr> <tr> <td><b>CONTENIDO DE HUMEDAD:</b></td> <td><b>2.07%</b></td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCION	M - 1	Peso Humedo + Recipiente	3159.6	Peso Seco + Recipiente	3101.4	Peso Recipiente	295.5	Peso Seco	2805.9	Peso del Agua	58.2	Contenido de Humedad (%)	2.07	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD:</b>	<b>2.07%</b>
DESCRIPCION	M - 1																	
Peso Humedo + Recipiente	3159.6																	
Peso Seco + Recipiente	3101.4																	
Peso Recipiente	295.5																	
Peso Seco	2805.9																	
Peso del Agua	58.2																	
Contenido de Humedad (%)	2.07																	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD:</b>	<b>2.07%</b>																	


 COLG. INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. CIP Rubén Saúl Huinch - Suárez  
 INGENIERO CIVIL  
 R.º.º. CIP N.º 78948



Anexo 6 Resultado del peso específico y absorción del agregado grueso.

 <b>MEGA CONCRETO</b> INGENIERIA Y CONSTRUCCION	FORMATO	QC.FO.14
	REGISTRO PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NORMA NTP 400.021 Y ASTM C127/C127M)	
	GERENCIA : OPERACIONES	ÁREA : LABORATORIO
	APROBADO : ETR	VERSIÓN : 01
	GESTIÓN DE CALIDAD: HRT	FECHA : 17.01.2018

LABORATORIO: MEGA CONCRETO IC

N° de Registro : \_\_\_\_\_

CANTERA : MITAPAMPA

Técnico : \_\_\_\_\_

AGREGADO : GRUESO - HUSO 67

DIRECCIÓN : SECTOR CUTATAMBO - MANCOS - YUNGAY

FECHA : 27/10/2018


Muestra N°:	1	2	P r o m e d i o
Peso Muestra Seca (gr.) (A):	1438.0	1258.6	
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr.) (B):	1456.0	1274.0	
Peso Muestra Saturada dentro del agua + Canastilla (gr.) (C):	1614.9	1502.6	
Peso Canastilla dentro del Agua (gr.) (D):	705.4	707.7	
Peso Especifico Seco o de Masa PEM: $PEM = \frac{A}{B + D - C}$	2.63	2.63	
Peso Especifico de Masa Saturada con Superficie Seca (PESSS): $PESSS = \frac{B}{B + D - C}$	2.66	2.66	2.66
Absorción (%): $Absorción (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$	1.25	1.22	1.24



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Ing. CIP Renato Saul Huinchu Suárez  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º CIP N° 78448



Anexo 7 Resultado del peso específico y absorción del agregado fino.

	FORMATO	CO.FO.13
	REGISTRO PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO (NORMA NTP 400.037 Y ASTM C33)	
	GERENCIA : OPERACIONES	AREA : LABORATORIO
	APROBADO : ETR	VERSION : 01
	GESTIÓN DE CALIDAD: HRT	FECHA: 17.01.2018

LABORATORIO: MEGACONCRETO IC

N° de Registro : \_\_\_\_\_

CANTERA : MITAPAMPA

Técnico : \_\_\_\_\_

AGREGADO : ARENA GRUESA

DIRECCIÓN : SECTOR CUTATAMBO - MANCOS - YUNGAY


FECHA : 27/10/20108

Muestra N°:	1	2	P R O M E D I O	
Peso Muestra SSS (gr.) (A):	500.00	500.00		
Peso Fiola + Agua (gr.) (B):	689.50	693.90		
Peso Fiola + Muestra + Agua (gr.) (C):	998.70	1002.90		
Peso de la Muestra Seca (gr.) (D):	490.90	490.80		
Peso Especifico Seco o de Masa PEM: $PEM = \frac{D}{A+B-C}$	2.57	2.57	2.57	
Peso Especifico de Masa Saturada con Superficie Seca (PESSS): $PESSS = \frac{A}{A+B-C}$	2.62	2.62	2.62	
Absorción (%): $Absorción (\%) = \frac{A-D}{D} \times 100$	1.85	1.87	1.86	


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Ing. CIP Rodolfo Saúl Huinchil Suárez  
 INGENIERO CIVIL  
 N° de CIP N° 74608



Anexo 8 Resultado del peso unitario del agregado fino.

 <b>MEGA CONCRETO</b> <small>INGENIERIA Y CONSTRUCCION</small>	FORMATO	QC.FO.15
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	
	GERENCIA : OPERACIONES	ÁREA : LABORATORIO
	APROBADO : ETR	VERSIÓN : 01
	GESTIÓN DE CALIDAD: HRT	FECHA : 17.01.2018

LABORATORIO: MEGA CONCRETO IC

N° de Registro : \_\_\_\_\_

CANTERA : MITAPAMPA

Técnico : \_\_\_\_\_

AGREGADO : FINO

Técnico : \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN : SECTOR CUTATAMBO - MANCOS - YUNGAY

FECHA : 27/10/2018

Muestra N°:	1	2	3	P R O M E D I O
Peso del Recipiente con la Muestra Suelta (kg.) (A):	10.535	10.64	10.78	
Peso del Recipiente (kg.) (B):	2.41	2.41	2.41	
Volumen del Recipiente (m <sup>3</sup> ) (C):	0.007069	0.007069	0.007069	
Peso del Recipiente con la Muestra Compactada (kg.) (E):	12.17	12.48	12.43	
Peso Unitario Suelto (Húmedo o Seco) (kg/m <sup>3</sup> ): <small><math>Peso\ Unitario\ Suelto\ (Seco\ o\ Húmedo) = \frac{A-B}{C}</math></small>	1149.38	1164.24	1184.04	
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> ): <small><math>Peso\ Unitario\ Compactado = \frac{E-B}{C}</math></small>	1380.68	1424.53	1417.46	1407.55

OBSERVACIONES:



 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. CIP Rendo Saúl Huicho Suárez  
 INGENIERO CIVIL  
 No. CIP N° 76648



\_\_\_\_\_  
Jefe de Control de Calidad

\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio

Anexo 9 Resultado de peso unitario del agregado grueso.

	FORMATO	QC.FO.15
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	
	GERENCIA : OPERACIONES	ÁREA : LABORATORIO
	APROBADO : ETR	VERSIÓN : 01
	GESTIÓN DE CALIDAD: HRT	FECHA : 17.01.2018

LABORATORIO: MEGACONCRETO IC

N° de Registro : \_\_\_\_\_

CANTERA : MITAPAMPA

Técnico : \_\_\_\_\_

AGREGADO : GRUESO (HUSO 67)

Técnico : \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN : SECTOR CUTATAMBO - MANCOS - YUNGAY

FECHA : 27/10/2018

Muestra N°:	1	2	3	P R O M E D I O
Peso del Recipiente con la Muestra Suelta (kg.) (A):	12.365	12.285	12.545	
Peso del Recipiente (kg.) (B):	2.41	2.41	2.41	
Volumen del Recipiente (m <sup>3</sup> ) (C):	0.007069	0.007069	0.007069	
Peso del Recipiente con la Muestra Compactada (kg.) (E):	13.75	13.57	13.53	
Peso Unitario Suelto (Húmedo o Seco) (kg/m <sup>3</sup> ): <i>Peso Unitario Suelto (Seco o Húmedo) = <math>\frac{A-B}{C}</math></i>	1408.26	1396.94	1433.72	
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> ): <i>Peso Unitario Compactado = <math>\frac{E-B}{C}</math></i>	1604.19	1578.72	1573.07	1585.33

OBSERVACIONES:


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Ing. CIP Rogelio Saúl Hoinchun Suárez  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 78048



\_\_\_\_\_  
Jefe de Control de Calidad

\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio

Anexo 10 Resultados de los ensayos a flexión.



**D&J S.A.C.**

Laboratorio de Mecánica de Suelos.  
Topografía Sistematizada

RUC: 20407968272



SOLICITA: Macedo Rodriguez Robert Ruiz.

Fecha: 06/12/2018

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO  
NTP 339.079-2012

N°	Fecha		f'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción	Edad (días)	Ancho Promedio (mm)	Altura Promedio (mm)	Longitud de Tramo (mm)	Carga máxima de Rotura (N)	Mr (Mpa)
	Moldeo	Rotura								
19	06/11/2018	20/11/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 20 %	14	151.88	152.4	450	20110.5	3.85
20	06/11/2018	20/11/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 20 %	14	152.49	152.25	450	20699.1	3.95
21	06/11/2018	20/11/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 20 %	14	151.27	152.16	450	20404.8	3.93
22	06/11/2018	20/11/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 30 %	14	152.06	151.43	450	15401.7	2.98
23	06/11/2018	20/11/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 30 %	14	151.77	150.95	450	15892.2	3.10
24	06/11/2018	20/11/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 30 %	14	151.32	152.26	450	14813.1	2.85
25	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Vigas Patrón	28	151.4	152.6	450	27958.5	5.35
26	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Vigas Patrón	28	150.8	152.09	450	28350.9	5.49
27	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Vigas Patrón	28	151.15	151.86	450	29528.1	5.72
28	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 10 %	28	152.2	151.6	450	27860.4	5.38
29	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 10 %	28	151.05	152.03	450	28350.9	5.48
30	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 10 %	28	151.42	151.83	450	28056.6	5.43
31	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 20 %	28	150.87	151	450	24917.4	4.89
32	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 20 %	28	150.72	152.3	450	25604.1	4.94
33	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 20 %	28	151.7	151.9	450	25309.8	4.88
34	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 30 %	28	150.75	150.4	450	16088.4	3.18
35	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 30 %	28	150.69	152.01	450	16677	3.23
36	06/11/2018	04/12/2018	210.00	Sustitución del Cemento por Cenizas de Eucalipto y Cascara de Huevo al 30 %	28	151.32	150.95	450	16578.9	3.25

**D&J S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE MATERIALES Y PAVIMENTOS  
David Azuá Domínguez  
GERENTE

LUIS ALBERTO DE ROBLES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 38931

Jr. Soledad 1345 Huaraz - Perú  
(043) 423374 / 959578024 / 943 848823  
E-mail: suelomec@hotmail.com / yulian\_22@hotmail.com

**Anexo 11 Panel Fotográfico**



*Gráfico 4* Toma de muestra del agregado fino de la cantera Mitapampa.



*Gráfico 5* Toma de muestras del agregado grueso



Gráfico 6 Horno para secar agregados



Gráfico 7 Tamizado de agregados





Gráfico 8 Peso retenido por tamices



Gráfico 9 Eucaliptos aledaña a la ciudad de Huaraz



*Gráfico 10* Hojas de eucalipto



*Gráfico 11* Combustión del eucalipto



*Gráfico 12 Cenizas de eucalipto*



*Gráfico 13 Cáscara de huevo.*



*Gráfico 14* Lavado de la cáscara de huevo.



*Gráfico 15* Eliminación de residuos orgánicos de la cáscara de huevo.



Gráfico 16 Cálculo para la elaboración de vigas de concreto.



Gráfico 17 Prueba de Slump.



*Gráfico 18 Vigas de concreto.*