



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL  
CONCRETO  $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$  CON LA  
INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE  
COCA, CAJAMARCA 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Nelson Daniel Oblitas Murrugarra

Paolo Rafael Leon Valqui

**Asesor:**

Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen

<https://orcid.org/0000-0001-5024-7595>

Cajamarca - Perú

2024

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Katia Nataly Carrión Rabanal</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	<b>David Eloy Ordoñez Bringas</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	<b>Erlyn Girodany Salazar Huamán</b>
	Nombre y Apellidos

## INFORME DE SIMILITUD

Tesis - Nelson Oblitas Murrugarra y Paolo León Valqui

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>9%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.utea.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Peruana Los Andes</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.continental.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>Janet Andía Arias, Raymundo Erazo Erazo.</b> <b>"Resistencia a la compresión del concreto con</b>	<b>1%</b>

adición del poliestireno expandido y extruido reciclados", Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, 2021  
Publicación

Excluir citas      Activo      Excluir coincidencias < 1%  
Excluir bibliografía      Activo

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestras familias, por su comprensión y apoyo constante a lo largo de esta trayectoria educativa y a todas las personas que nos brindaron su ayuda de una forma u otra en la realización de este trabajo.

A la Universidad Privada del Norte y a nuestro director de carrera por brindarnos una excelente calidad de enseñanza y formación como profesionales.

Al ingeniero Tulio Edgar Guillen Sheen por compartir su conocimiento y tiempo, además de su apoyo constante y motivación para hacer posible esta investigación

## Tabla de contenido

Jurado evaluador .....	2
Informe de similitud .....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS	48
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	62
REFERENCIAS	73
ANEXOS	77

---

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b>	Probetas de concreto .....	24
<b>Tabla 2.</b>	Medida de las muestras .....	28
<b>Tabla 3.</b>	Cantidad mínima de muestra .....	29
<b>Tabla 4.</b>	Requisitos para agregado grueso .....	30
<b>Tabla 5.</b>	Análisis granulométrico del agregado fino.....	33
<b>Tabla 6.</b>	Gradación de muestras de ensayos .....	36
<b>Tabla 7.</b>	Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.....	38
<b>Tabla 8.</b>	Consistencia y asentamientos .....	39
<b>Tabla 9.</b>	Consistencia de diseño .....	39
<b>Tabla 10.</b>	Contenido de aire incorporado y total .....	40
<b>Tabla 11.</b>	Relación agua/cemento del concreto por resistencia.....	40
<b>Tabla 12.</b>	Módulo de finura de la combinación de agregados.....	41
<b>Tabla 13.</b>	Resumen de ensayos de agregado fino .....	48
<b>Tabla 14.</b>	Análisis granulométrico de agregado fino.....	49
<b>Tabla 15.</b>	Resumen de ensayos de agregado grueso.....	49
<b>Tabla 16.</b>	Análisis granulométrico de agregado grueso.....	50
<b>Tabla 17.</b>	Cantidad de material por metro cúbico de concreto .....	50
<b>Tabla 18.</b>	Cantidad de material para una tanda de cinco moldes cilíndricos.....	51

<b>Tabla 19.</b>	Resumen de asentamientos por tanda.....	51
<b>Tabla 20.</b>	Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto de diseño de mezcla patrón (sin adición de harina de hoja de coca) .....	52
<b>Tabla 21.</b>	Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto de diseño de mezcla con adición de 0.5% de harina de hoja de coca .....	53
<b>Tabla 22.</b>	Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto de diseño de mezcla con adición de 1% de harina de hoja de coca .....	54
<b>Tabla 23.</b>	Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto de diseño de mezcla con adición de 1.5% de harina de hoja de coca .....	55
<b>Tabla 24.</b>	Resumen ensayos resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto .....	56
<b>Tabla 25.</b>	Prueba Anova para las medias de resistencia a la compresión en el diseño del concreto $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	60
<b>Tabla 26.</b>	Prueba post-hoc de Tukey para las medias de resistencia a la compresión en el diseño del concreto $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	61

## Índice de figuras

<b>Figura 01.</b> Croquis de ubicación de cantera “Aguilar” .....	26
<b>Figura 02.</b> Diagrama de flujo de procedimiento de recolección de datos .....	45
<b>Figura 03.</b> Diagrama de flujo de tratamiento y análisis de datos .....	47
<b>Figura 04.</b> Relación de las resistencias a la compresión con el diseño de mezcla .....	58
<b>Figura 05.</b> Resistencias a la compresión máximas promedio de diseño de mezcla patrón sin adición de harina de hoja de coca .....	58
<b>Figura 06.</b> Resistencias a la compresión máxima promedio de diseño de mezcla con adición del 0.5% de harina de hoja de coca.....	59
<b>Figura 07.</b> Resistencias a la compresión máxima promedio de diseño de mezcla con adición del 1% de harina de hoja de coca.....	59
<b>Figura 08.</b> Resistencias a la compresión máxima promedio de diseño de mezcla con adición del 1.5% de harina de hoja de coca.....	60
<b>Figura 09.</b> Resumen de resistencias a la compresión promedio a las edades de curado de 7, 14, 28 días.....	60

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se ha utilizado la hoja de coca para obtener un mejoramiento en la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. El objetivo de este trabajo fue realizar el análisis de resistencia a compresión de probetas con adición de la hoja de coca en forma de harina en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5%. La metodología fue de tipo experimental con 3 adiciones de harina de hoja de coca aplicadas en 60 probetas cilíndricas ensayadas a las edades de curado de 7, 14 y 28 días. Para la realización de estos especímenes se siguieron procedimientos normados (NTP) para los ensayos de los agregados, el diseño de mezcla por el módulo de finura y ensayos de resistencia a compresión. Se realizó el análisis estadístico de los resultados de resistencia a compresión a través de la prueba Anova y la prueba Post Hoc Tukey. Para la resistencia a compresión el dato más alto sin adición fue de 327.230 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y al añadir en 1% la harina de hoja de coca, se obtuvo el valor más alto el cual fue 506.555 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Se concluye que la harina de hoja de coca generó un mejoramiento en la resistencia a compresión del concreto.

**PALABRAS CLAVES:** Concreto, harina de hoja de coca, mejoramiento mecánico, resistencia a la compresión, aditivo vegetal.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

El desarrollo y sofisticación de los concretos es una preocupación constante para la ingeniería moderna dada su gran demanda en la construcción; por ello, el hombre se encuentra en constante búsqueda de mejorar sus propiedades ya que su buen desempeño a la compresión no es suficiente para ciertos usos. (Esquivel y Ticliahuanca, 2019, p.14). Según Pajares (2015)

El uso que se le quiera dar al concreto deberá ser elaborado bajo ciertos requisitos como la economía, durabilidad o resistencia a ciertos esfuerzos, es por ello que teniendo en cuenta las actuales condiciones de sostenibilidad de recursos, se intentan hallar soluciones viables y ecológicas para la fabricación de concretos utilizando materiales de origen natural y cuya obtención no conlleve a la degradación irreversible del ecosistema (p.19).

Se busca lograr que la utilización de la hoja de coca sea en forma legal y útil, ya sea en forma constructiva o tradicional, ya que según Farthing y Ledebur (2015)

Formalizar esta materia prima la vuelve en un producto agrícola convencional que contribuye a estabilizar a las comunidades cocaleras. Adicionalmente, al respetar sus actividades económicas e identificación cultural con la coca, el mercado legal ayuda a mejorar las relaciones entre el Estado y los cultivadores, reduciendo la confrontación con la fuerza pública y facilitando la inversión en el gobierno y economía local. Esto contribuye a mejorar las condiciones económicas y el bienestar de las comunidades cocaleras (p.23).

En el Perú se tiene antecedentes de investigaciones utilizando la hoja de coca en diferentes tipos de incorporación o adición en procesos constructivos para la mejora de sus propiedades físicas o mecánicas.

En la tesis “Influencia de ceniza de hoja de coca para mejoramiento de subrasante tipo arcilloso de la trocha carrozable Lorcolla” publicada en el año 2022, Cazorla concluye que

Basándose en los resultados de los diversos experimentos de laboratorio, se puede confirmar que la subrasante de un suelo arcilloso pobre y muy pobre puede mejorarse física y mecánicamente con la adición de un 6% de ceniza de hoja de coca en relación con el peso seco del suelo.

Por otra parte, en la tesis “Efecto de adición de harina de semillas de coca en la permeabilidad y resistencia a compresión de concreto  $f'c=$  210 kg/cm<sup>2</sup>, Amazonas” publicada en el año 2022, Manosalva deduce que

La adición de harina de semillas de coca tiene un efecto significativo en la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, comprobado a un nivel de confianza del 95% mediante la prueba Anova con una significancia  $p=0.000$ . Obteniéndose mejores resultados para los especímenes de 28 días de edad, donde el diseño con adición de 2% HSC registró el mayor valor de resistencia a compresión de 307.50 kg/cm<sup>2</sup>, respecto al diseño patrón 286.83 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto el diseño con 5% SHC presentó un valor de 232.40 kg/cm<sup>2</sup>, menor a los otros diseños. viendo así que la adición de la semilla de hoja de coca es inversamente proporcional a la resistencia a compresión del concreto.

Por último, se busca obtener un componente químico natural, el cual aumente las propiedades mecánicas de un diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Según Martínez (2023)

en su tesis “Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de harina de hoja de coca (*Erythroxylum coca*)”, determinó que

La caracterización fisicoquímica de la harina de hoja de coca mostró una concentración importante de proteína (19.02 %), mientras que los lípidos totales fueron de 4.86%, la concentración de cenizas fue de 3.18% y la fibra fue de 14.97%, en tanto que el pH de la harina fue de 4.62 (p.31).

Finalmente, compararlo con la composición química de un aditivo comercial y así poder obtener el componente principal el cual cause el aumento de resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Según Sika (2021) en la ficha técnica de su aditivo SikaCem Plastificante en el apartado de información del producto nos muestra que la base química de este aditivo es

Una mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos (p. 1).

También se tienen antecedentes de investigaciones utilizando otros aditivos orgánicos o vegetales que buscan mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto dependiendo de su composición química y las cantidades porcentuales de incorporación.

En la tesis de pregrado “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando cenizas de hojas de palto, Ayacucho-2022”, publicada en el año 2022, Barboza concluye que

La adición de cenizas en los 7 días de curado no genera ningún incremento respecto al concreto patrón, a diferencia de los resultados de 14 días donde se tiene un aumento con la adición de 4.00 % y 8.00% de CHP, con mejoras de 1.82% y 4.21% respecto al concreto patrón. Al igual que los resultados a 14 días, los obtenidos a los 28 días, muestran aumento con las dosificaciones de 4.00 % y 8.00% de CHP, logrando un

crecimiento significativo en la resistencia a compresión de 1.42% y 1.65% frente al concreto patrón. Es entonces que se concluye que la adición de 8.00% de CHP, es la dosificación que genera mayor aumento de resistencia a compresión frente al resto.

Según Girón, Mancha y Romero en su tesis “Efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades mecánicas del concreto y físicas del mortero Huancayo 2021”, publicada en el 2021, concluyen que

El reemplazo de la ceniza de hoja de eucalipto al cemento en peso tiene un efecto significativamente negativo en los 7, 14 y 28 días de curado con el 5 %, 10 % y 15 % de sustitución. Además de la investigación realizada ninguno de los tres porcentajes sustituidos alcanzo la resistencia a la compresión en comparación al concreto patrón.

Por último, Pinzón (2013) en su artículo científico titulado “Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique” determinó que

Los contenidos de fibra de fique adicionados al concreto no causan ni producen mayor resistencia a la compresión en ninguna de las probetas, al contrario, la resistencia presentada estuvo por debajo de la de los cilindros de concreto convencional, a excepción de los datos arrojados para el diseño de 28 MPa que con una adición de 0.3% de fibra de fique se obtuvo una resistencia de 29.06 MPa

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es la variación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'_c=$  210 kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5% de hoja de coca?

### 1.3 Objetivos

#### Objetivo general:

- Analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=$  210 kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5% de hoja de coca, mediante los respectivos ensayos normados en el laboratorio.

#### Objetivos específicos:

- Determinar las propiedades de los materiales (agregado fino y agregado grueso).
- Realizar el diseño de mezcla bajo la metodología de “Módulo de Finura”.
- Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto patrón.
- Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5% de hoja de coca.
- Analizar las variaciones de los resultados obtenidos.

### 1.4 Hipótesis

Las propiedades mecánicas de concreto  $f'c=$  210 kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5%, tendrá un aumento directamente proporcional a la adición de hoja de coca en un 97%, 141% y 88% respectivamente al diseño patrón.

### 1.5 Marco teórico

#### 1.5.1 Absorción

Es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un periodo de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere

a la superficie exterior de las partículas de le expresa como porcentaje de la masa seca. (NTP 400.021, 2013)

### ***1.5.2 Agregado***

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la NTP 400.011. Se les llama también áridos. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.3 Agregado anguloso***

Son agregados que poseen aristas bien definidas formadas por la inserción de superficies aproximadamente planas (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.4 Agregado bien graduado***

Agregado cuya distribución de tamaños de partículas produce una densidad máxima, es decir, minimiza los vacíos. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.5 Agregado de granulometría abierta***

Agregado en el cual los vacíos son relativamente grandes una vez que el agregado se compacta. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.6 Agregado fino***

Agregado extraído de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.7 Agregado global***

Mezcla de agregado fino y agregado grueso, normalizado por una granulometría. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.8 Agregado grueso***

Agregado grueso retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4) que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037, proveniente de la disgregación natural o artificial de roca. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.9 Agregado que pasa***

Por un tamiz determinado, expresado generalmente en peso o porcentaje siempre que no retenga más del 5 % en masa (peso) del material tamizado. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.10 Agregado retenido***

Un agregado es retenido por un tamiz cuando este no deja pasar más de un 5% en masa (peso) del material tamizado. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.11 Cemento Portland***

Un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker de Portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda. (Sanjuán y Chinchón, 2014)

### ***1.5.12 Compactación***

Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de una mezcla de mortero o de hormigón (concreto) fresco. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.13 Concreto de peso normal***

Tipo de concreto producido con agregados de densidad normal, frecuentemente piedra triturada o grava, y que tiene una densidad de aproximadamente 2400 kg/m<sup>3</sup>. (NTP 339.047, 2006)

#### ***1.5.14 Contenido de aire***

Volumen total de vacíos de aire, sea incluido o atrapado, en la pasta de cemento, mortero u hormigón (concreto). El aire incluido aumenta la durabilidad del mortero u hormigón (concreto) endurecido sometido a congelación-deshielo y aumenta la trabajabilidad de las mezclas frescas. (NTP 339.047, 2006)

#### ***1.5.15 Curado***

Proceso que consiste en controlar las condiciones ambientales (especialmente temperatura y humedad) durante el fraguado y/o endurecimiento del cemento, mortero u hormigón (concreto). (NTP 339.047, 2006)

#### ***1.5.16 Curva granulométrica***

Representación gráfica de la granulometría y proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado. Se obtiene llevando en abscisas los logaritmos de las aberturas de los tamices y en las ordenadas los porcentajes que pasan o sus complementos a 100, que son los retenidos acumulados. (NTP 339.047, 2006)

#### ***1.5.17 Densidad***

Es la masa por unidad de volumen de un material, expresado como kilogramos por metro cúbico (libras por pie cúbico). (NTP 400.021, 2013)

#### ***1.5.18 Densidad de masa del agregado***

Proceso de medición, por peso o por volumen, de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto, mortero, grout o revoque. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.19 Durabilidad***

Capacidad del concreto, mortero, grout o revoque de cemento Portland de resistir a la acción de la intemperie y otras condiciones de servicio, tales como ataque químico, congelación-deshielo y abrasión. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.20 Ensayo de asentamiento***

Medida de la consistencia del mortero u hormigón (concreto) fresco expresada por el descenso de una masa plástica representativa, al quedar libre del soporte metálico en que fue moldeado. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.21 Ensayo de compresión diametral***

Ensayo de tracción por hendimiento, que consiste en romper un cilindro de hormigón (concreto), del tipo normalizado para ensayo de compresión, entre los cabezales de una prensa según generatrices opuestas. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.22 Fraguado***

Condición alcanzada por una pasta, mortero u hormigón (concreto) de cemento cuando ha perdido plasticidad a un grado convencional, generalmente medido en términos de resistencia a la penetración; fraguado inicial se refiere a la primera rigidez; fraguado final se refiere a la adquisición de una rigidez significativa. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.23 Granulometría***

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado. La NTP 400.012 establece el procedimiento para su distribución mediante el tamizado, obteniéndose la masa de las fracciones del agregado retenidas en cada uno de los tamices. Eventualmente se calcula la masa retenida y/o que pasa, también los porcentajes parciales y acumulados. (NTP 400.011, 2008)

#### ***1.5.24 Homogeneidad de agregados***

Una mezcla de agregados es homogénea cuando cumple con los límites granulométricos establecidos en cada porción de la misma. (NTP 400.011, 2008)

#### ***1.5.25 Módulo de elasticidad***

Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente para esfuerzos de tensión o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material. También conocido como módulo de Young o módulo Young de elasticidad, designado por el símbolo E. (NTP 339.047, 2006)

#### ***1.5.26 Módulo de finura***

Factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividido por 100. (NTP 339.047, 2006)

#### ***1.5.27 pH***

Símbolo químico que representa el logaritmo del recíproco de la concentración de iones Hidrógeno en átomo gramo por litro, usado para expresar la acidez y la alcalinidad (base) de la solución en una escala de 0 a 14, donde menos que 7 representa acidez y más que 7 alcalinidad. (NTP 339.047, 2006)

#### ***1.5.28 Piedra triturada o chancada***

Se denomina así, al agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.29 Plasticidad***

Aquella propiedad de la pasta, concreto, mortero, grout o revoque fresco que determina su trabajabilidad, resistencia a deformación o facilidad de moldeo. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.30 Relación agua-cemento (a/c)***

Relación entre la masa de agua y la masa de cemento en el concreto. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.31 Saturado superficialmente seco***

En relación a partículas del agregado, es la condición en la que los poros permeables de las partículas del agregado están llenos de agua hasta el punto en el que han alcanzado, por inmersión en agua, durante el periodo de tiempo determinado, pero sin contener agua libre en la superficie de las partículas. (NTP 400.022, 2013)

### ***1.5.32 Secado al horno***

En relación a las partículas del agregado. Es la condición en la que los agregados se han secado por calentamiento en un horno a  $110 \pm 5$  °C durante un tiempo suficiente para alcanzar una masa constante. (NTP 400.022, 2013)

### ***1.5.33 Segregación***

Separación de los componentes del concreto fresco (agregados y morteros), resultando en una mezcla sin uniformidad. (NTP 339.047, 2006)

### ***1.5.34 Tamaño máximo del agregado***

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.35 Tamaño nominal máximo del agregado***

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. (NTP 400.011, 2008)

### ***1.5.36 Trabajabilidad***

Es la propiedad del concreto, mortero, grout o revoque frescos, que determina sus características de trabajo, es decir, la facilidad para su mezclado, colocación, moldeo y acabado. (NTP 339.047, 2006)

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

**Según el propósito** de nuestra investigación es del tipo aplicada porque su propósito es encontrar el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto con la adición de la hoja de coca. **Según su profundidad** será de tipo descriptiva, ya que se basa en describir el comportamiento de la resistencia del concreto realizando ensayos a compresión de 40 especímenes cilíndricos. **Según la naturaleza de datos** es cuantitativa, ya que vamos a medir o cuantificar la resistencia a la compresión de los especímenes y ver si la hipótesis planteada es correcta. Finalmente, **según su manipulación de variable** será de tipo experimental, ya que se usará la adición de la hoja de coca en diferentes porcentajes (0.5%, 1% y 1.5%) y ver cómo influye estas adiciones en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El nivel de esta investigación será inicialmente de tipo descriptiva, luego pasará a ser de tipo explicativa y finalizará de tipo comparativa. El diseño de la investigación será tipo experimental.

### 2.1 Población y muestra

Para cada mezcla de prueba deben confeccionarse, curarse y ensayarse en condiciones estándar controladas, al menos dos probetas cilíndricas de 6" de diámetro por 12" de altura (150 mm por 300 mm) o tres probetas cilíndricas de 4" de diámetro por 8" de altura (150 mm por 200 mm) para cada edad de ensayo. (NTP 339.183, 2013) Pero, para que el estudio tenga una confiabilidad mayor, se realizarán 5 especímenes de concreto para cada edad de ensayo, en este caso para la edad de 7, 14 y 28 días, respectivamente, ya que así podemos llevar un análisis más controlado de la resistencia del concreto diseñada. Se realizarán los siguientes especímenes de concreto con los diferentes porcentajes establecidos en la Tabla N°1.

**Tabla 01***Probetas de concreto*

<b>Código de probeta</b>	<b>Cantidad de probetas</b>
DP-7 (Patrón a los 7 días)	5
DP-14 (Patrón a los 14 días)	5
DP-28 (Patrón a los 28 días)	5
DH0.5-7 (Adición del 0.5% a los 7 días)	5
DH1-7 (Adición del 1% a los 7 días)	5
DH1.5-7 (Adición del 1.5% a los 7 días)	5
DH0.5-14 (Adición del 0.5% a los 14 días)	5
DH1-14 (Adición del 1% a los 14 días)	5
DH1.5-14 (Adición del 1.5% a los 14 días)	5
DH0.5-28 (Adición del 0.5% a los 28 días)	5
DH1-28 (Adición del 1% a los 28 días)	5
DH1.5-28 (Adición del 1.5% a los 28 días)	5

**2.2 Técnicas y materiales**

El método o técnica utilizada para la recolección de datos fue la de observación directa.

Los materiales utilizados en la presente investigación serán:

- Agregado fino
- Agregado grueso
- Agua potable
- Cemento Portland tipo 1
- Hoja de coca pulverizada y tamizada por la Malla #200.

Como instrumentos utilizados para la recolección de los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio se utilizarán los protocolos brindados por el laboratorio de la Universidad Privada del Norte que son los siguientes:

- Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos (ASTM C136)
- Contenido de humedad de agregados gruesos y finos (ASTM D2216)
- Cantidad de material fino que pasa por el tamiz #200 por lavado (ASTM C117)
- Peso unitario de los agregados gruesos y finos (ASTM C29)
- Gravedad específica y absorción de agregados finos (ASTM C128)
- Peso específico y absorción de agregados gruesos (ASTM C127)
- Abrasión los ángeles al desgaste de los agregados tamaños menores de 37.5 mm (1 ½") (ASTM C131)
- Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos (ASTM C39)

Con el propósito de **evidenciar la validez** de nuestros ensayos, se realizaron el llenado de protocolos y se firmaron por los responsables del laboratorio. Además, tuvimos en consideración la **confiabilidad**, basándonos en la normativa NTP, ASTM y ACI 318 las cuales brindaron consideraciones a tener en cuenta para la realización de los ensayos. Así mismo, se tuvo presente la **equidad** de todas las probetas realizadas, donde estas fueron llenadas con el mismo material, tuvieron el mismo tratamiento de curado y fueron ensayadas en la misma máquina de compresión. También, para los **criterios de calidad** contamos con que los materiales utilizados han sido sometidos a diversos ensayos de laboratorio, cumpliendo estos con las diferentes normas utilizadas.

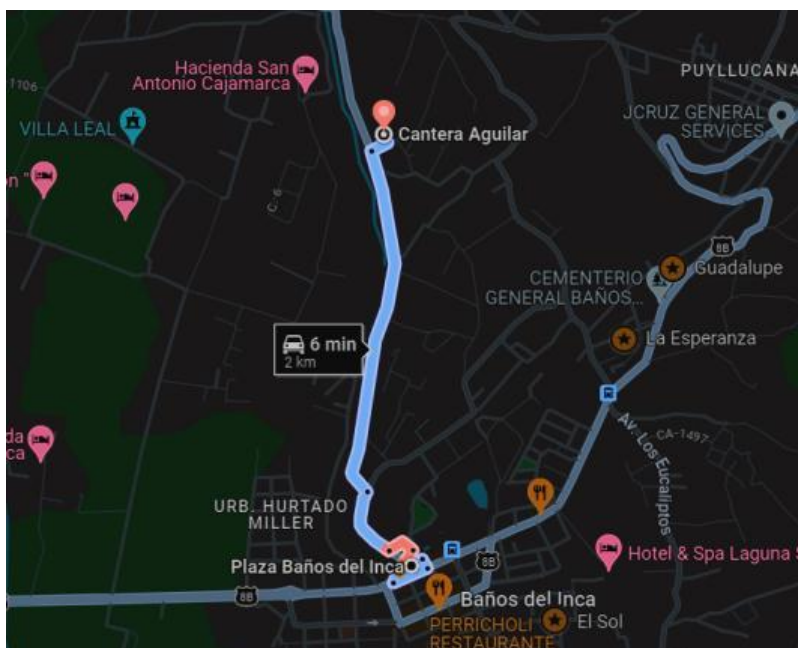
## 2.3 Procedimiento de recolección de datos

### 2.3.1 Ubicación de la cantera

Los agregados de estudio se obtuvieron de la cantera "Tartar" propiedad de la ingeniera Diana Aguilar, ubicada en el distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. Geográficamente en las coordenadas UTM según Datum WGS-84, ubican a la cantera en la Franja 17M con coordenadas 779689.19 Este y 9210134.51 Norte, a una altitud de 2650 m.s.n.m. El criterio de selección de esta cantera fue por el tipo de agregado que brinda, ya que es transportado desde Chunchun, distrito de Namora y el cual es un material más limpio, ya que su proveniencia es de río. También cuentan con una máquina chancadora, con la cual se obtiene la piedra chancada o triturada. Por último, el criterio final fue la cercanía de la cantera, ya que es más fácil el traslado de los agregados hacia el laboratorio de la universidad.

#### Figura 01

*Croquis de ubicación de cantera “Aguilar”*



*Nota.* Ruta de ubicación hacia la cantera “Aguilar” desde la plaza de Baños del Inca – Cajamarca.

**Características de los agregados para el concreto.** Las características de los agregados a utilizar para la fabricación del concreto deben ser de una calidad adecuada según los parámetros que indican las normas, ya que estos ocupan del 60% al 75% del volumen total del concreto y pueden influir fuertemente en las propiedades físico-mecánicas tanto en su estado fresco como endurecido. Es por ello que para verificar la calidad de las propiedades de los agregados se realiza una comparación con parámetros ya establecidos en normas nacionales como las NTPs e internacionales como las ASTMs, equivalentes a estas.

### ***2.3.2 Extracción y preparación de las muestras.***

Los procedimientos adecuados para la obtención del agregado fino y el agregado grueso están establecidos en la NTP 400.010-2011.

**Número y masa de las muestras en campo.** La norma de aceptación y ensayos de control están cubiertas por las NTPs, donde se especifica la porción de la muestra de campo requerida para cada ensayo específico. En general, las cantidades indicadas en la Tabla N° 02 proveerán material adecuado para análisis granulométrico y ensayos de calidad rutinarios. Se extraerán porciones de muestra en el campo de acuerdo con el método de ensayo normalizado que se presenta en ASTM C 702 o por otros métodos de ensayo que sean aplicables. (NTP 400.010, 2016)

**Tabla 02**

*Medida de las muestras*

<b>Tamaño agregado</b>	<b>Masa de la muestra de campo, mín. kg (lb)</b>	<b>Muestra de campo volumen mín. (Gal)</b>
<b>Agregado fino</b>		
2.36 mm [No.8]	10 [22]	8 [2]
4.35 mm [No.4]	10 [22]	8 [2]
<b>Agregado grueso</b>		
9.50 mm [3/8 in.]	10 [22]	8 [2]
12.50 mm [1/2 in.]	15 [35]	12 [3]
19.00 mm [3/4 in.]	25 [55]	20 [5]
25.00 mm [1 in.]	50 [110]	40 [10]
37.50 mm [1 1/2 in.]	75 [165]	60 [15]
50.00 mm [2 in.]	100 [220]	80 [21]
63.00 mm [2 1/2 in.]	125 [275]	100 [26]
75.00 mm [3 in.]	150 [330]	120 [32]
90.00 mm [3 1/2 in.]	175 [385]	140 [37]

*Nota.* En la tabla se muestran las porciones requeridas para ensayos de laboratorio. Tomada de la NTP 400.010

▪ **Procedimiento:**

1. Para el agregado grueso se tomará el muestreo en 3 puntos importantes de la pila: superior, intermedio e inferior.
2. Para el agregado fino se tomará el muestreo bajo el material superficial.
3. Finalmente se llevarán los agregados transportados en costales hacia el laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte para sus ensayos respectivos.

**Reducción de muestra de agregados a tamaños de ensayos.** Para realizar la reducción de muestra de los agregados se seguirá lo descrito en la norma NTP 400.043 y se escogerá el Método B - Cuarteo.

▪ **Procedimiento:**

1. Colocar la muestra original sobre una superficie dura, limpia y nivelada, donde no haya pérdida de material, ni adición accidental de materiales extraños. Mezclar enteramente

el material 3 veces por volteo completo del mismo. Con la última vuelta colocar la muestra entera en un apilamiento cónico por depósito del material sobre la parte superior del cono en formación. Presionar cuidadosamente con la pala plana el apilamiento cónico hasta lograr un diámetro y espesor idóneo para dividir la muestra en 4 porciones o sectores circulares, cuyo contenido de cada uno de ellos será del mismo material que el original antes del cuarteo. El diámetro será de 4 a 8 veces el espesor. Luego de dividir la muestra en 4 partes iguales,

con la pala o espátula retirar los cuartos opuestos diagonalmente, incluyendo todo el material fino, pasando la brocha por los espacios hasta dejarlo limpio. Sucesivamente mezclar y cuartear el material remanente hasta que la muestra es reducida al tamaño deseado. (NTP 400.043, 2015)

### 2.3.3 Granulometría

**Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200.** Para este ensayo se seguirá lo descrito en la NTP 400.018, la cual nos describe la cantidad de muestra adecuada como se muestra en la tabla N° 3.

**Tabla 03**

*Cantidad mínima de muestra*

<b>Tamaño máximo nominal del agregado</b>	<b>Cantidad mínima, g</b>
4.75 mm (N° 4) o más pequeño	300
Mayor que 4.75 mm (N° 4) a 9.5 mm (3/8 pulg.)	1000
Mayor que 9.5 mm (3/8 pulg.) a 19 mm (3/4 pulg.)	2500
Mayor que 19 mm (3/4 pulg.)	5000

*Nota.* En la siguiente tabla se muestra las cantidades mínimas de muestra para partículas menores al tamiz N° 200. Tomada de NTP 400.018.

## Procedimiento

1. Secar la muestra de ensayo a peso constante a una temperatura de 110 °C, se determinó la cantidad con una aproximación al 0.1% de la masa de la muestra de ensayo.
2. Después de secar y determinar la masa, se colocó la muestra de ensayo en el recipiente y adicionó agua suficiente para cubrirla. Se agitó la muestra vigorosamente con el fin de separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz normalizado de 75µm (No 200) de las partículas gruesas, y llevar el material fino a la suspensión. Se vertió inmediatamente el agua de lavado conteniendo los sólidos suspendidos y disueltos sobre los tamices, colocando el tamiz más grueso en la parte superior. (NTP 400.018, 2002)
3. Adicionar una segunda carga de agua a la muestra en el recipiente con una manguera, se agitó y decantó como antes. Se repetir esta operación hasta que el agua de lavado estuvo clara. (NTP 400.018, 2002)
4. Retornar todo el material retenido sobre los tamices mediante un chorro de agua. Se secó el agregado lavado a peso constante a una temperatura de 110 °C y se determinó la masa con aproximación al 0.1 % de la masa original de la muestra. (NTP 400.018, 2002)

**Granulometría del agregado grueso.** Los requisitos para el agregado grueso se verán en la tabla N° 4 estipulados en la NTP 400.037.

### Tabla 04

*Requisitos para agregado grueso*

“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON LA  
INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023”

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg.)	90 mm (3 ½ pulg.)	75 mm (3 pulg.)	63 mm (2 ½ pulg.)	50 mm (2 pulg.)	37.5 mm (1 ½ pulg.)	25 mm (1 pulg.)	19 mm (¾ pulg.)	12.5 mm (½ pulg.)	9.5 mm (⅜ pulg.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 μ m (N° 50)
1	90 mm A 37.5 mm (3 ½ pulg. a 1 ½ pulg.)	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 15						
2	63 mm A 37.5 mm (2 ½ pulg. a 1 ½ pulg.)			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 mm a 25 mm (2 pulg. a 1 pulg.)				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	50 mm a 4.75 mm (2 pulg. a N° 4)				100	90 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ pulg. a ¾ pulg.)					100	90 a 100	20 a 55	0 a 5		0 a 5				
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ pulg. a N° 4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	25 mm a 12.5 mm (1 pulg. a ½ pulg.)						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	25 mm a 9.5 mm (1 pulg. a ⅜ pulg.)						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	25 mm a 4.75 mm (1 pulg. a N° 4)						100	90 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		

6	19 mm a 9.5 mm (3/4 pulg. a 3/8 pulg.)	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5		
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 pulg. a N° 4)	100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 pulg. a N° 4)		100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8 pulg. a N° 8)			100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 pulg. a N° 16)			100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10 0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4. a N° 16)				100	85 a 100	10 a 40	0 a 10 0 a 5

**Granulometría del agregado grueso.** Los requisitos para el agregado fino se verán en la tabla N° 5 estipulados en la NTP 400.037.

**Tabla 05**

*Análisis granulométrico del agregado fino*

<b>TAMIZ</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA</b>
9.5 mm (3/8 pulg.)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 μm (N° 30)	25 a 60
300 μm (N° 50)	5 a 30
150 μm (N° 100)	0 a 10

*Nota.* En la tabla se muestran los husos granulométricos normalizados para el agregado fino. Tomada de la NTP 400.037.

**Tamaño máximo del agregado grueso.** “El tamaño máximo es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.” (NTP 400.037, 2002)

**Tamaño máximo nominal del agregado grueso.** “Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.” (NTP 400.037, 2002)

### **Módulo de fineza**

### **Procedimiento**

1. Se obtiene de la suma de los porcentajes acumulados que se retienen en las mallas 3/8”, N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100, divididas entre 100.

### ***2.3.4 Determinación de la gravedad específica y absorción del agregado grueso***

#### **Procedimiento:**

1. “Secar la muestra de ensayo en una estufa hasta una masa constante a una temperatura de  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ , enfriar a temperatura ambiente durante 3 h. Sumergir el agregado en agua por un periodo de 24 h.” (NTP 400.021, 2013)
2. “Retirar la muestra del agua y secar la superficie con una franela, teniendo cuidado en no evaporar el agua, determinar su masa al aire.” (NTP 400.021, 2013)
3. “Después de determinar la masa en aire, colocar inmediatamente la muestra saturada superficialmente seca en el recipiente de la muestra y determinar su masa aparente en agua luego de 3 horas de sumersión.” (NTP 400.021, 2013)
4. “Secar la muestra de ensayo en la estufa hasta una masa constante, a temperatura de  $110^\circ \text{ oc}$ , enfriar en aire a temperatura ambiente durante 3 h, hasta que el agregado se vuelva manipulable y determinar su masa.” (NTP 400.021, 2013)

### ***2.3.5 Determinación de la gravedad específica y absorción del agregado fino***

#### **Procedimiento:**

1. “Colocar la muestra de ensayo en un recipiente adecuado y secar la muestra en una estufa hasta una masa constante a una temperatura de  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ , dejar enfriar el agregado hasta una temperatura de manipulación, cubrir con agua y dejar reposar por 24h.” (NTP 400.022, 2013)
2. “Decantar el exceso de agua con cuidado para evitar la pérdida de finos, llevar a una superficie no absorbente con corriente de aire natura y dejar evaporar la

humedad superficial realizando la prueba de humedad superficial cada 20 mín.”

(NTP 400.022, 2013)

3. **Prueba de humedad superficial:** Colocar el molde cónico sobre una superficie no absorbente. Colocar una porción del agregado fino suelto parcialmente seco en el molde llenándolo hasta el tope y amontonándolo de material adicional por encima de la parte superior del molde sujetándolo con los dedos de la mano que sostiene el molde. Ligeramente apisonar el agregado fino en el molde con 25 golpes con la barra compactadora. Comenzar cada golpe aproximadamente a 5 mm por encima de la superficie superior del agregado fino. Permitiendo que la barra compactadora caiga libremente bajo la atracción gravitatoria de cada golpe. Ajustar la altura inicial de la nueva elevación de la superficie después de cada golpe y distribuir los golpes sobre la superficie. Retirar la arena suelta de la base y levantar el molde verticalmente. (NTP 400.022, 2013)
4. Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro la 70 muestra de agregado fino de condición saturada seca superficialmente, preparado como se describe anteriormente, y llenar de agua adicional hasta aproximadamente el 90 % de la capacidad del recipiente. Agitar el picnómetro, rodándolo e invirtiéndolo para eliminar las burbujas de aire visibles por un lapso de 20 minutos, introducir papel para sacar la espuma formada en la parte superior debido al aire atrapado y completar con agua hasta la línea de enrase. (NTP 400.022, 2013)
5. “Determinar la masa total del picnómetro, el espécimen, y el agua.” (NTP 400.022, 2013)

6. “Retirar el material del picnómetro y llevara una estufa por un lapso de 24 h, finalmente dejar enfriar por aproximadamente 1 h y pesar la muestra.” (NTP 400.022, 2013)
7. “Determinar la masa del picnómetro lleno hasta la línea de enrase.” (NTP 400.022, 2013)

### 2.3.6 Prueba de desgaste o abrasión del agregado grueso

**Tabla 06**

*Gradación de muestras de ensayos*

Tamiz mm (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 ½ pulg.)	25.0 mm (1 pulg.)	1250 ± 25			
25.0 mm (1 pulg.)	19.0 mm (¾ pulg.)	1250 ± 25			
19.0 mm (¾ pulg.)	12.5 mm (½ pulg.)	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.5 mm (½ pulg.)	9.5 mm (3/8 pulg.)	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5 mm (½ pulg.)	6.3 mm (¼ pulg.)			2500 ± 10	
6.3 mm (¼ pulg.)	4.75 mm (N° 4)			2500 ± 10	
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)				5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

#### **Procedimiento:**

1. Lavar la muestra reducida y secar al horno a peso constante, a 110°C ± 5 °C, separar cada fracción individual y recombinar a la gradación, lo más cercano que

corresponda al rango de medidas del agregado proporcionado para el ensayo.

Registrar la masa de la muestra previamente al ensayo con aproximación a 1 g.

(NTP 400.019, 2014)

2. Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones. Luego del número prescrito de revoluciones, descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra sobre un tamiz de mayor abertura que el tamiz normalizado de 1,70 mm (N° 12). (NTP 400.019, 2014)
3. Tamizar la porción fina por el tamiz 1,70 mm, conforme a la NTP 400.012. Lavar el material más grueso que la malla de 1,70 mm y secar al horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1 g. (NTP 400.019, 2014)

### ***2.3.7 Preparación de la hoja de coca para incorporación al concreto***

#### **Procedimiento:**

1. Se hizo la solicitud para la obtención de la hoja de coca en la cantidad necesaria para el estudio de la empresa estatal ENACO, la cual se encarga de la comercialización de la hoja de coca en Perú.
2. Para el estudio se consideró usar la hoja de coca en forma de harina y tamizada por la malla #200, ya que así se reemplazaría de una composición física similar a la del cemento.
3. Incorporar la hoja de coca al volumen del concreto en los porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5 % y realizar los ensayos correspondientes.

### 2.3.8 Cálculo de la selección de las proporciones del concreto por el método del módulo de fineza

Para este método se considerará el procedimiento y tablas establecidas por el comité ACI 211.

**Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia especificada.** Para escoger la resistencia promedio se usará los datos de la tabla N° 7 (SENCICO, 2020)

**Tabla 07**

*Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra*

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5.0$

*Nota.* Se muestra en la tabla la resistencia a la compresión promedio. Tomada de la NTE E.060.

**Selección del tamaño máximo nominal del agregado.** Se obtendrá el TMN de los ensayos realizados en el laboratorio.

**Selección del asentamiento.** Se seleccionará el asentamiento del concreto en estado fresco diseñado de la tabla N° 8. (Aceros Arequipa, 2016)

**Tabla 08**

*Consistencia y asentamientos*

Tipo de concreto	Asentamiento	TMN del agregado grueso							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Sin aire incorporado	0" – 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
	3" – 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
	5"	243	228	216	202	190	178	160	-
	Contenido de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Con aire incorporado	0" – 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
	3" – 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
	5"	216	205	197	184	174	166	154	-
	Contenido de aire total	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

*Nota.* Tomada de Aceros Arequipa, 2016.

**Selección del volumen unitario de agua.** Se seleccionará el volumen unitario de agua dependiendo del TMN y el asentamiento de diseño seleccionado de la Tabla N°9. (Rivva, 2014)

**Tabla 09**

*Consistencia de diseño*

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0 cm) a 2" (5 cm)
Plástica	3" (7.5 cm) a 4" (10 cm)
fluida	≥ 5" (12.5 cm)

*Nota.* Tomada de E. Rivva, 2014.

## Selección de contenido de aire

**Tabla 10**

*Contenido de aire incorporado y total*

Tamaño máximo nominal	Contenido de aire total, en %		
	Exposición suave [0°C a -4°C >	Exposición moderada [-4°C a -10°C >	Exposición severa [-10°C a menos temperatura >
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.0
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2.0	4.0	5.0
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1.0	3.0	4.0

*Nota.* Tomada de E. Rivva, 2014.

**Selección de la relación agua-cemento.** Se obtendrá la relación agua/cemento dependiendo de la resistencia promedio haciendo uso de la tabla N° 11.

**Tabla 11**

*Relación agua/cemento del concreto por resistencia*

Relación agua/cemento	Resistencia probable a los 28 días	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
0.35	420	335
0.45	350	280
0.54	280	225
0.63	225	180
0.71	175	140
0.80	140	110

*Nota.* Tomada de E. Rivva, 2014.

**Factor cemento.** Para la obtención del factor cemento se utilizará el volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento hallado en el paso anterior.

**Volumen absoluto de la pasta.** Para hallar el volumen absoluto de la pasta se dividirá los factores de cemento y agua entre su peso específico.

**Cálculo del volumen absoluto global.** Se Hallará restando el volumen absoluto de pasta a la unidad ( $1\text{m}^3$ ).

**Determinación del módulo de fineza de la combinación de los agregados.** Se calculará el valor de M y el grado de incidencia del agregado fino y grueso.

**Tabla 12**

*Módulo de finura de la combinación de agregados*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de finura de los agregados para los contenidos de cemento en saco/ $\text{m}^3$ indicados.			
	6.00	7.00	8.00	9.00
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.89
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.38

*Nota.* Estos valores están referidos al agregado grueso, adecuadamente graduado con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores deben incrementarse o disminuirse en porcentaje de vacíos. 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos. Tomada de E. Rivva, 2014.

**Determinación del porcentaje de agregados que intervienen en la mezcla.** Se hallará los porcentajes de volumen que ocupan los agregados en la mezcla

**Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino y agregado grueso.** Se obtendrán los valores de diseño sin corrección por humedad.

**Corrección de las proporciones por contenido de humedad.** Se realizará la corrección por humedad del agregado fino y grueso para la obtención de la nueva tanda.

**Incorporación de la hoja de coca.** Obtenidas las nuevas tandas se realizará el procedimiento de incorporación de la hoja de coca triturada en los porcentajes ya mencionados en la investigación (0.5%, 1% y 1.5%).

### ***2.3.9 Probetas de concreto con la incorporación de diferentes porcentajes de hoja de coca***

Para cada mezcla de prueba deben confeccionarse, curarse y ensayarse en condiciones estándar controladas, al menos dos probetas cilíndricas de 6" de diámetro por 12" de altura (150 mm por 300 mm) o tres probetas cilíndricas de 4" de diámetro por 8" de altura (150 mm por 200 mm) para cada edad de ensayo. (NTP 339.183, 2013) Pero, para que el estudio tenga una confiabilidad mayor, se realizarán 5 especímenes de concreto para cada edad de ensayo, en este caso para la edad de 7, 14 y 28 días, respectivamente, ya que así podemos llevar un análisis más controlado de la resistencia del concreto diseñada.

**DP-7 (Probetas de concreto sin ninguna incorporación):** Para la elaboración de las probetas de concreto patrón se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño no se le incorporará en ningún porcentaje la hoja de coca y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 7 días (**Compresión: 0%Hoja de coca-7d**).

**DP-14 (Probetas de concreto sin ninguna incorporación):** Para la elaboración de las probetas de concreto patrón se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño no se le incorporará en ningún porcentaje la hoja de coca y

se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 14 días (**Compresión: 0%Hoja de coca-14d**).

**DP-28 (Probetas de concreto sin ninguna incorporación):** Para la elaboración de las probetas de concreto patrón se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño no se le incorporará en ningún porcentaje la hoja de coca y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 28 días (**Compresión: 0%Hoja de coca-28d**).

**DH 0.5-7 (Probetas de concreto con la incorporación del 0.5% de hoja de coca):** Para la elaboración de estas probetas de concreto se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño se le incorporará el 0.5% de la hoja de coca en el volumen del concreto y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 7 días (**Compresión: 0.5%Hoja de coca-7d**).

**DH 1-7 (Probetas de concreto con la incorporación del 1% de hoja de coca):** Para la elaboración de estas probetas de concreto se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño se le incorporará el 1% de la hoja de coca en el volumen del concreto y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 7 días (**Compresión: 1%Hoja de coca-7d**).

**DH 1.5-7 (Probetas de concreto con la incorporación del 1.5% de hoja de coca):** Para la elaboración de estas probetas de concreto se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño se le incorporará el 1.5% de la hoja de coca en el volumen del concreto y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 7 días (**Compresión: 1.5%Hoja de coca-7d**).

**DH 0.5-14 (Probetas de concreto con la incorporación del 0.5% de hoja de coca):** Para la elaboración de estas probetas de concreto se utilizarán los agregados, el cemento y

el agua antes especificados. Para este diseño se le incorporará el 0.5% de la hoja de coca en el volumen del concreto y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 14 días (**Compresión: 0.5%Hoja de coca-14d**).

**DH 1-14 (Probetas de concreto con la incorporación del 1% de hoja de coca):**

Para la elaboración de estas probetas de concreto se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño se le incorporará el 1% de la hoja de coca en el volumen del concreto y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 14 días (**Compresión: 1%Hoja de coca-14d**).

**DH 1.5-14 (Probetas de concreto con la incorporación del 1.5% de hoja de coca):**

Para la elaboración de estas probetas de concreto se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño se le incorporará el 1.5% de la hoja de coca en el volumen del concreto y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 14 días (**Compresión: 1.5%Hoja de coca-14d**).

**DH 0.5-28 (Probetas de concreto con la incorporación del 0.5% de hoja de coca):**

Para la elaboración de estas probetas de concreto se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño se le incorporará el 0.5% de la hoja de coca en el volumen del concreto y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 28 días (**Compresión: 0.5%Hoja de coca-28d**).

**DH 1-28 (Probetas de concreto con la incorporación del 1% de hoja de coca):**

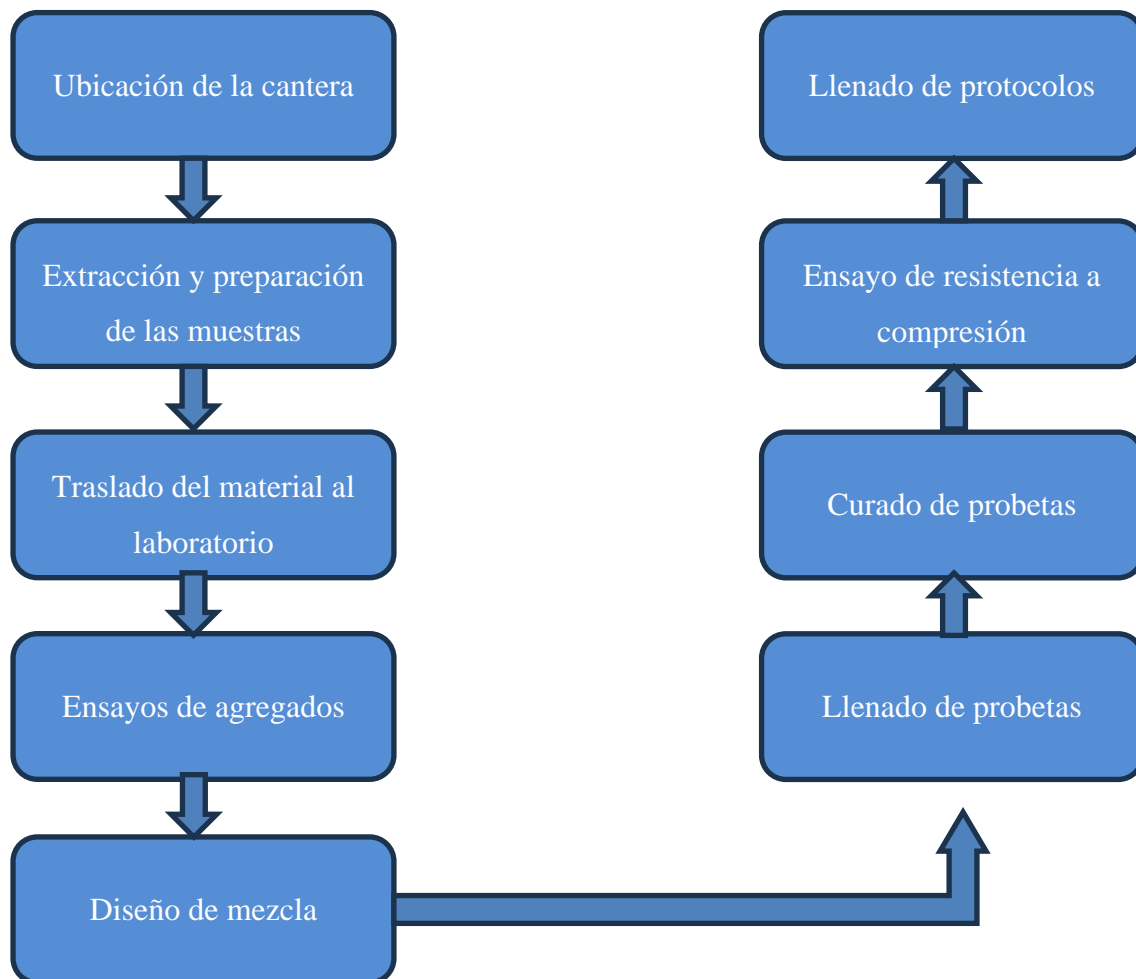
Para la elaboración de estas probetas de concreto se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño se le incorporará el 1% de la hoja de coca en el volumen del concreto y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 28 días (**Compresión: 1%Hoja de coca-28d**).

**DH 1.5-28 (Probetas de concreto con la incorporación del 1.5% de hoja de coca):**

Para la elaboración de estas probetas de concreto se utilizarán los agregados, el cemento y el agua antes especificados. Para este diseño se le incorporará el 1.5% de la hoja de coca en el volumen del concreto y se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en la edad de 28 días (**Compresión: 1.5%Hoja de coca-28d**).

**Figura 02**

*Diagrama de flujo de procedimiento de recolección de datos.*



*Nota.* Diagrama de flujo para el procedimiento y recolección de datos de los ensayos de la resistencia a compresión.

## 2.4 Procedimiento de tratamiento y análisis de datos

Para analizar, procesar y detallar la información, se utilizará el software computacional Excel.

Para comprobar la influencia de la adición en porcentaje de la HC en la resistencia a la compresión en el diseño del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, se aplicó el análisis de varianza o prueba estadística ANOVA usando el software SPSS, la cual evidencia cuales medias tuvieron efectos estadísticamente significativos, para un nivel de confianza de 95% y una significancia  $\rho = 0.05$  (5% de error). Se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

- $H_1$  = Existe efecto en la resistencia a la compresión en el diseño del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de HC en la mezcla.
- $H_0$  = No existe efecto en la resistencia a la compresión en el diseño del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de HC en la mezcla.

Posteriormente se verificó usando la prueba Post – Hoc Tukey, la cual nos ayuda a identificar qué pares de grupos tienen medias que son realmente diferentes entre sí controlando la tasa de error por familia (TCE). La TCE representa la probabilidad de cometer al menos un error de tipo I (concluir que hay una diferencia real cuando no la hay) en todas las comparaciones múltiples realizadas.

### Figura 03

*Diagrama de flujo de procedimiento de tratamiento y análisis de datos.*



*Nota.* Diagrama de flujo para el procedimiento de tratamiento y análisis de datos.

### 2.5 Aspectos éticos

Toda la información presentada en la siguiente investigación fue correctamente citada y referenciada para poder salvaguardar la propiedad intelectual de los autores y así poder realizar un trabajo de una forma moral y ética adecuada.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados del trabajo de investigación - tesis en la cual se tiene como objetivo general: "Analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5% de hoja de coca mediante los respectivos ensayos normados en el laboratorio".

#### 3.1 Ensayos de propiedades de agregados

Se realizaron los ensayos correspondientes para determinar las propiedades de los agregados finos y gruesos para posteriormente poder realizar el diseño de mezcla.

##### 3.1.1 Agregado fino

**Tabla 13**

*Resumen de ensayos de agregado fino*

AGREGADO FINO						
Descripción	Unidad	1	2	3	Promedio	
Desgaste a la abrasión Los Ángeles	%	20.92			20.92	
Peso específico aparente (Seco)	gr./cm <sup>3</sup>	2.66	2.61		2.63	
Peso específico aparente (SSS)	gr./cm <sup>3</sup>	2.71	2.68		2.70	
Peso específico nominal (Seco)	gr./cm <sup>3</sup>	2.81	2.82		2.82	
Absorción	%	2.04	2.95		2.50	
Porcentaje de humedad	%	2.34	2.54	2.57	2.48	
Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado	%	3.14			3.14	
Peso unitario compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1759.14	1761.29	1763.44	1761.29	
Peso unitario suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1640.86	1653.76	1645.16	1646.59	
Módulo de finura	-	2.95			2.95	

**Tabla 14**

*Análisis granulométrico de agregado fino*

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Según norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Inferior	Límite Superior
1	N° 4	4.750	83.70	7.09	7.09	92.91	95	100
2	N° 8	2.360	208.20	17.64	24.73	75.27	80	100
3	N°10	2.000	-	-	-	-	-	-
4	N° 16	1.180	173.80	14.73	39.46	60.54	50	85
5	N° 30	0.600	184.50	15.63	55.09	44.91	25	60
6	N° 50	0.300	226.70	19.21	74.29	25.71	10	30
7	N° 100	0.150	240.80	20.40	94.70	5.30	2	10
8	N° 200	0.075	61.90	5.24	99.94	0.06	0	3
9	Bandeja	0.000	0.70	0.06	100.00	-	-	-

### 3.1.2 Agregado grueso

**Tabla 15**

*Resumen de ensayos de agregado grueso*

AGREGADO GRUESO						
Descripción	Unidad	1	2	3	Promedio	
Peso específico aparente (Seco)	gr./cm <sup>3</sup>	2.60	2.57		2.58	
Peso específico aparente (SSS)	gr./cm <sup>3</sup>	2.63	2.60		2.62	
Peso específico nominal (Seco)	gr./cm <sup>3</sup>	2.69	2.67		2.68	
Absorción	%	1.26	1.45		1.36	
Porcentaje de humedad	%	0.30	0.34	0.29	0.31	
Peso unitario compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1576.34	1582.80	1589.25	1582.80	
Peso unitario suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1432.26	1477.42	1479.57	1463.08	
Módulo de finura	-	6.90			6.90	

**Tabla 16**

*Análisis granulométrico de agregado grueso*

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Superior	Límite inferior
	1	2 ½"					63.5	0.00
2	2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1	1 ½"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
2	1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3	¾"	19	0.00	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
4	½"	12.5	4353.60	58.56	58.56	41.44	55.00	80.00
5	⅜"	9.5	2351.40	31.63	90.18	9.82	20.00	55.00
6	N° 4	4.75	726.60	9.77	99.95	0.05	0.00	-
7	Bandeja	-	3.40	0.05	100.00	-		

### 3.2 Diseño de mezcla bajo la metodología de “módulo de finura”

#### 3.2.1 Pesos de materiales por metro cúbico de concreto

**Tabla 17**

*Cantidad de material por metro cúbico de concreto*

Descripción	Unidad	
Cemento	Kg	416.54
Agua efectiva	Litros	225.45
Agregado Fino Húmedo	Kg	763.70
Agregado Grueso Húmedo	Kg	888.75
Harina de hoja de coca al 0.5 %	Kg	2.08
Harina de hoja de coca al 1 %	Kg	4.17
Harina de hoja de coca al 1.5 %	Kg	6.25

### 3.2.2 Pesos de materiales por tanda de 5 moldes cilíndricos de 30 cm x 15 cm

**Tabla 18**

*Cantidad de material para una tanda de cinco moldes cilíndricos*

Descripción	Unidad	Diseño de mezcla			
		Patrón	0.5%	1%	1.5%
Cemento	Kg	13.12	13.12	13.12	13.12
Agua efectiva	Litros	7.10	7.10	7.10	7.10
Agregado Fino Húmedo	Kg	24.06	24.06	24.06	24.06
Agregado Grueso Húmedo	Kg	28.00	28.00	28.00	28.00
Harina de hoja de coca	gr	-	65.60	131.21	196.81

### 3.3 Prueba de asentamiento (Slump)

**Tabla 19**

*Resumen de asentamientos por tanda*

Tanda para edades de curado	Unidades	Asentamiento por tanda de diseño				Promedio de Asentamientos
		Patrón	0.5%	1%	1.5%	
7 días	pulg. (cm)	3.75" (9.53)	3.60" (9.14)	3.79" (9.63)	3.82" (9.71)	3.74" (9.50)
14 días	pulg. (cm)	3.40 (8.64)	3.55" (9.02)	3.43" (8.72)	3.33" (8.46)	3.43" (8.46)
28 días	pulg. (cm)	3.20 (8.13)	3.70" (9.40)	3.94 (10.00)	3.55" (9.00)	3.60" (9.14)

*Nota.* En la tabla se muestran los resultados de los asentamientos por tanda de 5 probetas pudiendo ver que cumple con la consistencia de diseño que fue plástica (3" a 4").

### 3.4 Diseño de mezcla patrón sin adición de harina de hoja coca

Se realizó el diseño de mezcla de concreto para una resistencia de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, sin la adición de harina de hoja de coca y se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, para lo cual, se elaboraron 15 especímenes cilíndricos, los cuales, fueron ensayos a las edades de curado de 7 días (5 especímenes), 14 días (5 especímenes) y 28 días (5 especímenes), obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 19.

**Tabla 20**

*Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto de diseño de mezcla patrón (sin adición de harina de hoja de coca)*

Edad de ensayo	Especímenes cilíndricos de concreto					Promedio
	E1	E2	E3	E4	E5	
7 días	243.388	245.459	254.153	245.234	245.549	246.757
14 días	309.596	335.131	359.012	317.700	314.709	327.230
28 días	279.333	290.523	282.562	326.909	316.405	299.146

*Nota.* En la tabla se muestran los resultados de los ensayos de compresión en laboratorio y el valor promedio por cada edad de ensayo del diseño de mezcla patrón.

### 3.5 Diseño de mezcla con adición de 0.5% de harina de hoja de coca

Se realizó el diseño de mezcla de concreto para una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la adición de harina de hoja de coca en un porcentaje del contenido de cemento de 0.5% y se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, para lo cual, se elaboraron 15 especímenes cilíndricos, los cuales, fueron ensayos a las edades de curado de 7 días (5 especímenes), 14 días (5 especímenes) y 28 días (5 especímenes), obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 21.

**Tabla 21**

*Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto de diseño de mezcla con adición de 0.5% de harina de hoja de coca*

Edad de ensayo	Especímenes cilíndricos de concreto					Promedio
	E1	E2	E3	E4	E5	
7 días	324.436	327.296	334.476	342.200	345.066	334.695
14 días	300.221	334.353	320.445	305.655	305.912	313.317
28 días	444.627	400.166	421.950	436.366	367.063	414.034

*Nota.* En la tabla se muestran los resultados de los ensayos de compresión en laboratorio y el valor promedio por cada edad de ensayo del diseño de mezcla con adición de 0.5% de harina de hoja de coca.

A continuación, se presentan los resultados teniendo en cuenta el segundo objetivo específico: “Analizar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación del 1% de hoja de coca”.

### 3.6 Diseño de mezcla con adición de 1% de harina de hoja de coca

Se realizó el diseño de mezcla de concreto para una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la adición de harina de hoja de coca en un porcentaje del contenido de cemento de 1% y se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, para lo cual, se elaboraron 15 especímenes cilíndricos, los cuales, fueron ensayos a las edades de curado de 7 días (5 especímenes), 14 días (5 especímenes) y 28 días (5 especímenes), obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 22.

**Tabla 22**

*Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto de diseño de mezcla con adición de 1% de harina de hoja de coca*

Edad de ensayo	Especímenes cilíndricos de concreto					Promedio
	E1	E2	E3	E4	E5	
7 días	426.993	423.436	430.932	432.525	415.402	425.858
14 días	390.500	381.007	390.051	396.177	402.178	391.983
28 días	503.955	519.375	515.987	485.384	508.072	506.555

*Nota.* En la tabla se muestran los resultados de los ensayos de compresión en laboratorio y el valor promedio por cada edad de ensayo del diseño de mezcla con adición de 1% de harina de hoja de coca.

Por último, se presentan los resultados del tercer objetivo específico: “Analizar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación del 1.5% de hoja de coca”.

### **3.7 Diseño de mezcla con adición de 1.5% de harina de hoja de coca**

Se realizó el diseño de mezcla de concreto para una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la adición de harina de hoja de coca en un porcentaje del contenido de cemento de 1.5% y se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, para lo cual, se elaboraron 15 especímenes cilíndricos, los cuales, fueron ensayos a las edades de curado de 7 días (5 especímenes), 14 días (5 especímenes) y 28 días (5 especímenes), obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 23.

**Tabla 23**

*Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto de diseño de mezcla con adición de 1.5% de harina de hoja de coca*

Edad de ensayo	Especímenes cilíndricos de concreto					Promedio
	E1	E2	E3	E4	E5	
7 días	323.751	332.843	320.316	327.981	327.236	326.425
14 días	402.490	416.615	420.792	420.933	433.801	418.926
28 días	408.525	387.921	393.985	397.858	394.557	396.569

*Nota.* En la tabla se muestran los resultados de los ensayos de compresión en laboratorio y el valor promedio por cada edad de ensayo del diseño de mezcla con adición de 1.5% de harina de hoja de coca.

Se presentó la tabla 24 con el resumen de todas las resistencias a compresión de los 60 testigos cilíndricos sin adición y con adición del 0.5%, 1% y 1.5%, ensayados a los 7, 14 y 28 días. Además, se hizo una comparación porcentual con respecto al diseño base y al diseño con un factor de seguridad.

**Tabla 24**
*Resumen ensayos resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*

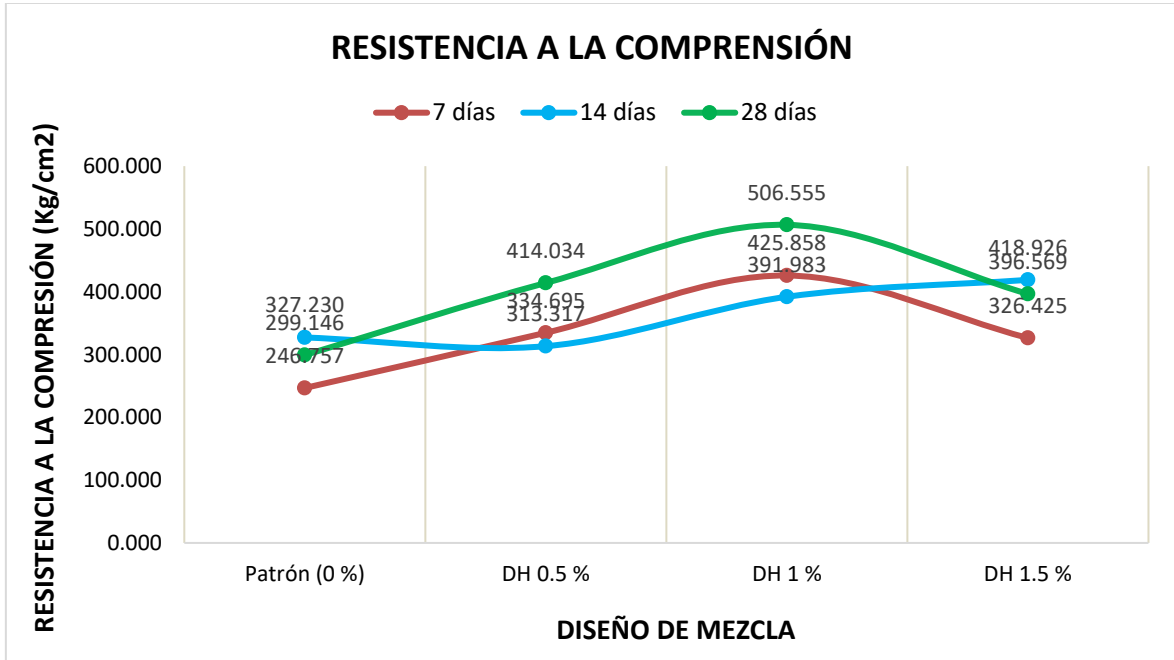
Edad de curado	Diseño de mezcla	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )							Diseño (f'c)	% f'c	F'c + factor de seguridad	% f'c
		E1	E2	E3	E4	E5	Promedio					
7 días	Patrón (0 %)	243.3 88	245.459	254.153	245.234	245.549	246.757	210	117.503	296.67	83.175	
	DH 0.5 %	324.4 36	327.296	334.476	342.200	345.066	334.695	210	159.378	296.67	112.817	
	DH 1 %	426.9 93	423.436	430.932	432.525	415.402	425.858	210	202.789	296.67	143.546	
	DH 1.5 %	323.7 51	332.843	320.316	327.981	327.236	326.425	210	155.441	296.67	110.030	
14 días	Patrón (0%)	309.5 96	335.131	359.012	317.700	314.709	327.230	210	155.824	296.67	110.301	
	DH 0.5%	300.2 21	334.353	320.445	305.655	305.912	313.317	210	149.199	296.67	105.611	
	DH 1 %	390.5 00	381.007	390.051	396.177	402.178	391.983	210	186.658	296.67	132.127	
	DH 1.5%	402.4 90	416.615	420.792	420.933	433.801	418.926	210	199.489	296.67	141.209	
28 días	Patrón (0%)	279.3 33	290.523	282.562	326.909	316.405	<b>299.146</b>	<b>210</b>	142.451	<b>296.67</b>	100.835	
	DH 0.5%	444.6 27	400.166	421.950	436.366	367.063	<b>414.034</b>	<b>210</b>	197.159	<b>296.67</b>	139.561	
	DH 1 %	503.9 55	519.375	515.987	485.384	508.072	<b>506.555</b>	<b>210</b>	241.216	<b>296.67</b>	170.747	
	DH 1.5%	408.5 25	387.921	393.985	397.858	394.557	<b>396.569</b>	<b>210</b>	188.843	<b>296.67</b>	133.674	

*Nota.* En la tabla se muestran los resultados de los ensayos de compresión en laboratorio, el valor promedio por cada edad de ensayo y el porcentaje de incidencia respecto al valor de diseño base ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), el cual tiene un factor de seguridad de 8.5Mpa ( $f'c + \text{factor de seguridad} = 296.67 \text{ kg/cm}^2$ ), ya que no se cuenta con datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.

Los resultados de la tabla 24 se pueden entender mejor siendo representados de manera gráfica como se muestra en la figura 1, en la cual, observamos que en todos los valores promedio de todos los diseños de mezcla con adición de la harina de hoja de coca son superiores en relación con el diseño patrón sin adición, pero podemos observar un descenso al superar la adición de 1.5%.

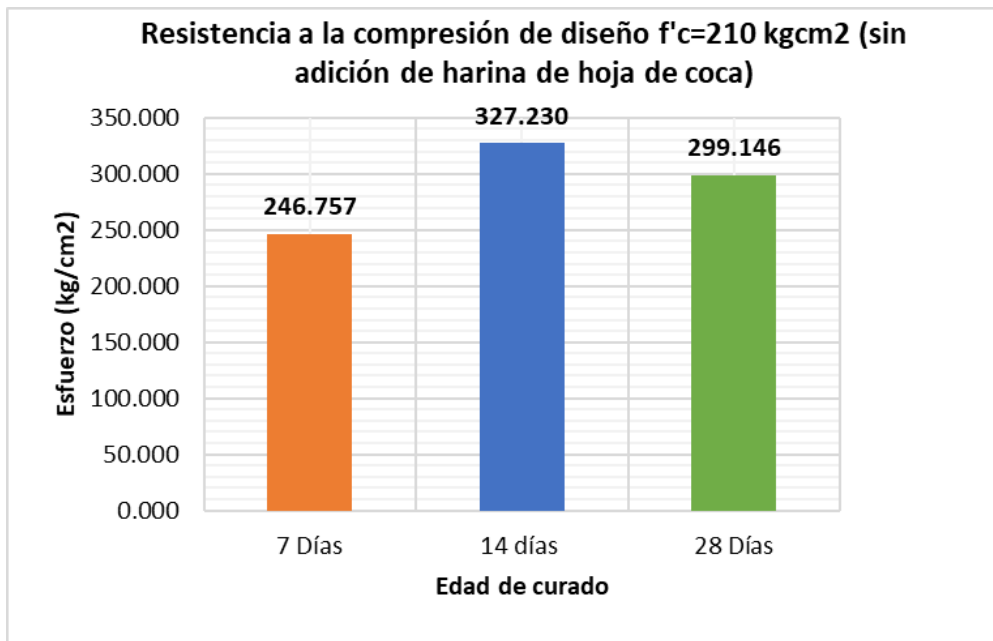
**Figura 04**

*Relación de las resistencias a la compresión con el diseño de mezcla*



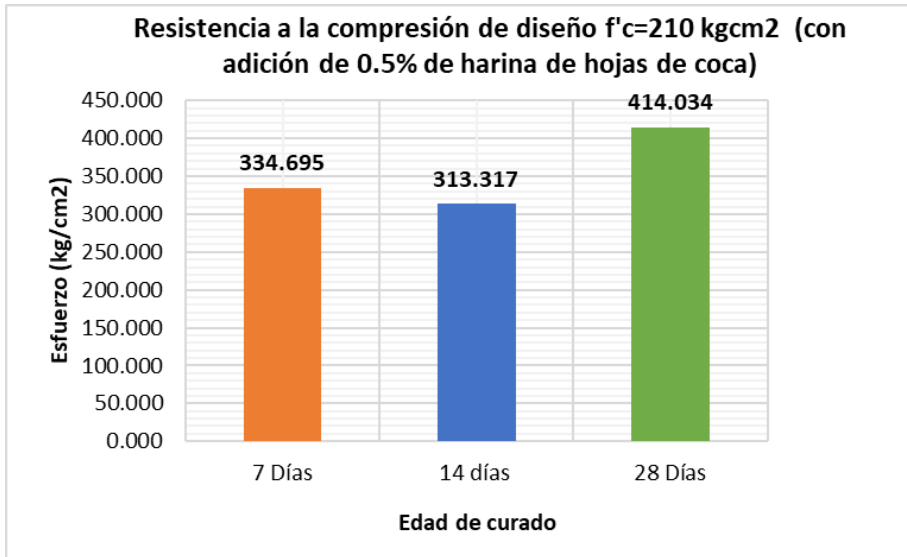
**Figura 05**

*Resistencias a la compresión máximas promedio de diseño de mezcla patrón sin adición de harina de hoja de coca*



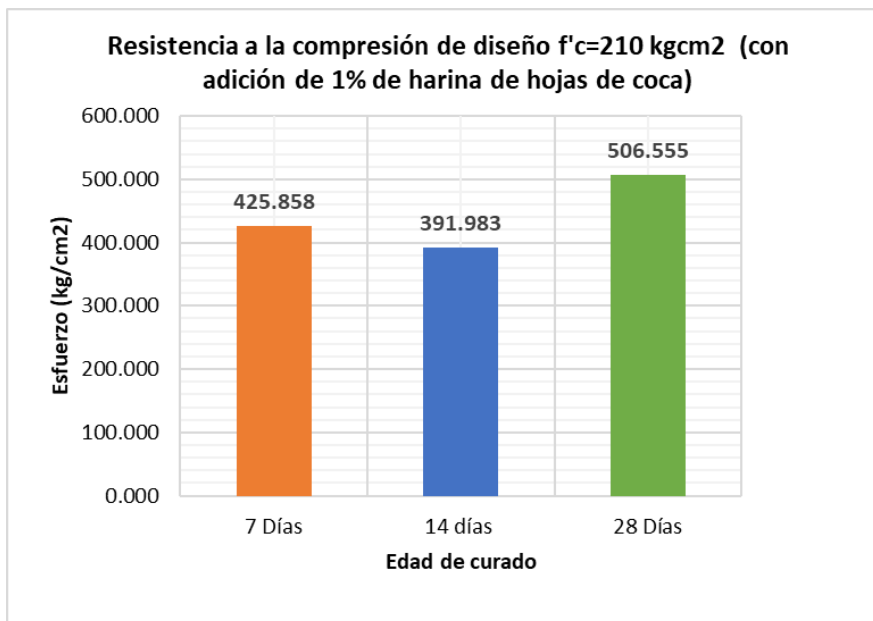
**Figura 06**

*Resistencias a la compresión promedio de diseño de mezcla con adición del 0.5% de harina de hoja de coca*



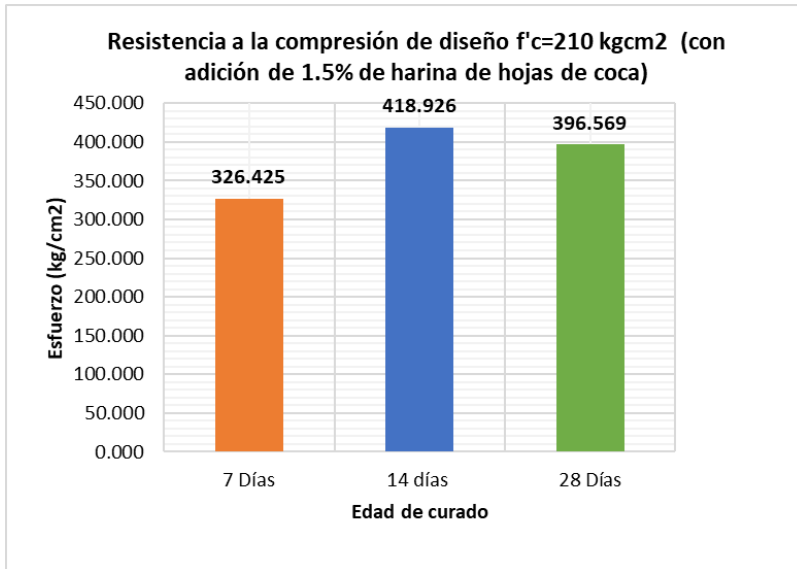
**Figura 07**

*Resistencias a la compresión promedio de diseño de mezcla con adición del 1% de harina de hoja de coca*



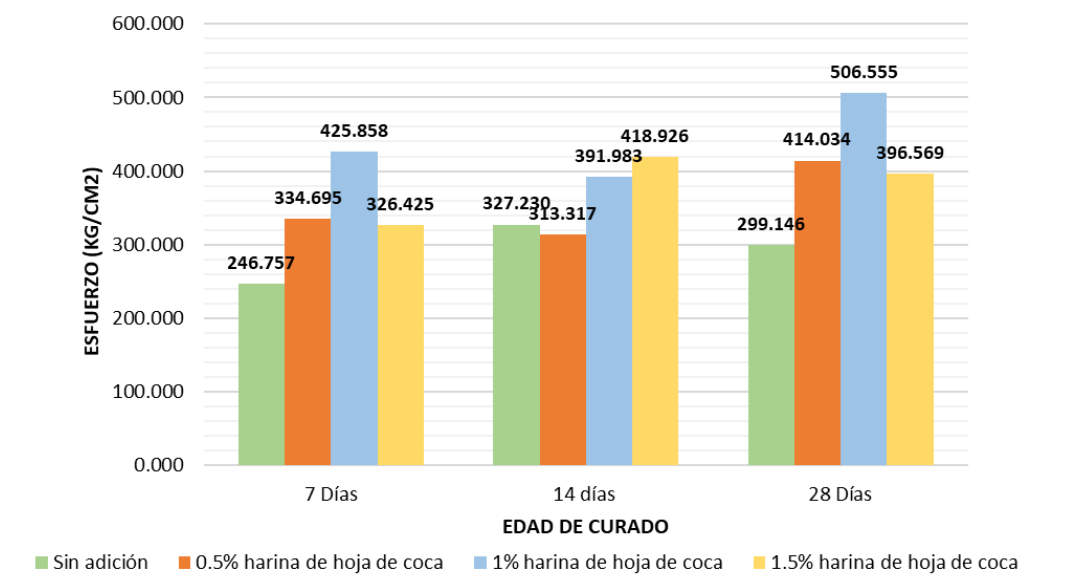
**Figura 08**

*Resistencias a la compresión máxima promedio de diseño de mezcla con adición del 1.5% de harina de hoja de coca*



**Figura 09**

*Resumen de resistencias a la compresión promedio a las edades de curado de 7, 14 y 28 días*



### 3.7 Comprobación estadística de la influencia de la adición de HC en la resistencia a compresión del concreto $f'c= 210$ kg/cm<sup>2</sup> usando el software computacional SPSS

**Tabla 25**

*Prueba Anova para las medias de resistencia a la compresión en el diseño del concreto*

*$f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>*

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Entre grupos	175,031.74217	3	58,343.914056	28.85	2.07E-11
Dentro de grupos	113,259.15923	56	2,022.484986		
Total	288,290.90140	59			

*Nota.* En la tabla se muestra la significancia (p) menor al 5%. Tomada de software computacional SPSS.

De acuerdo con los resultados de la tabla 18, se obtuvo una significancia  $p= 2.07 \times 10^{-11} < 0.05$ , lo que indica que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo tanto, se comprueba a un nivel de confianza del 95%, que si existe efecto en la resistencia a compresión por la adición de 0.5%, 1.00% y 1.5% con HC. Al ver la prueba estadística, se puede aceptar la hipótesis alternativa ( $H_1$ ).

**Tabla 26**

*Prueba post-hoc de Tukey para las medias de resistencia a la compresión en el diseño del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Comparación simultánea de los valores “t” de Tukey (gl=56)</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Patrón (0 %)</b>	<b>HC 0.5 %</b>	<b>HC 1.5 %</b>	<b>HC 1 %</b>
	<b>Promedio</b>	291.0442	354.0155	380.6402
<b>Patrón (0 %)</b>	291.0442			
<b>HC 0.5 %</b>	354.0155	3.83		
<b>HC 1.5 %</b>	380.6402	5.46	1.62	
<b>HC 1.0 %</b>	441.4649	9.16	5.33	3.70

<b>Valores críticos para la prueba de Tukey <math>V_1 = 3</math> y <math>V_2 = 56</math></b>		
	0.05 (5%)	2.65
	0.01 (1%)	3.26

*Nota.* En la tabla se muestran los valores críticos de Tukey para la comparación de los resultados con adición de HC. Tomada de software computacional SPSS.

Como se puede analizar en la tabla 25, según los valores críticos de Tukey, se observaron cambios estadísticos significativos entre los grupos de estudio Patrón (0%) - 0.5% HC, Patrón (0%) - 1.5% HC, Patrón (0%) - 1% HC, 1.5% HC - 0.5% HC, 1% HC - 0.5% HC y 1% HC - 1.5% HC. Por lo tanto, se demostró que la adición de la harina de hoja de coca influye significativamente en la resistencia a la compresión del diseño de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , aceptando la hipótesis planteada desde un principio.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Limitaciones

En la presente investigación no se realizó el análisis químico del concreto endurecido, tampoco la del concreto endurecido con adición de la harina de hoja de coca, por lo cual no podemos tener una composición química exacta y observar qué reacción es la que provoca el aumento de la resistencia a la compresión en las edades de curado de 7, 14 y 28 días.

No se encontraron investigaciones similares realizadas en el ámbito internacional, lo que conllevó al uso de antecedentes de nivel nacional únicamente, pero de forma escasa. Además de realizar inclusiones de antecedentes que usen un aditivo natural, igual que en la presente investigación.

Finalmente, no se pudo obtener información de investigaciones con una antigüedad exclusivamente de 5 años o menos.

### 4.2 Interpretación comparativa

Haciendo una comparación entre trabajos de investigación previamente realizados y los resultados obtenidos, tenemos lo siguiente:

(Manosalva, 2022) en su tesis titulada “Efecto de adición de harina de semillas de coca en la permeabilidad y resistencia a compresión de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Amazonas” deduce que la adición de harina de semillas de coca tiene un efecto significativo en la resistencia del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Obteniéndose mejores resultados para los especímenes de 28 días de edad, donde el diseño con adición de 2% de HSC, registro el mayor valor de resistencia a compresión de 307.50 kg/cm<sup>2</sup> respecto al diseño patrón de 286.83 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto el diseño con 5% presento un valor de 232.40 kg/cm<sup>2</sup>, menor a los

otros diseños. Comparando la presente investigación con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se llegó a la misma conclusión de que la adición de la hoja de coca tiene un efecto significativo en la resistencia a compresión de un diseño de mezcla  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Además de que se obtuvo la resistencia promedio mayor a los 28 días con la adición de harina de hoja de coca del 1% que fue de 506.555 kg/cm<sup>2</sup>, respecto al diseño patrón que fue de 299.146 kg/cm<sup>2</sup>, pero por otro lado el diseño con adición de harina de hoja de coca en un 1.5% tuvo un valor de resistencia promedio de 396.569 kg/cm<sup>2</sup>, menor al de 1% y al de 0.5% que fue de 414.034 kg/cm<sup>2</sup>. Haciendo la comparación se pudo ver que, Manosalva en sus resultados al aumentar el porcentaje de 2% a 5% disminuyen respecto a sus otros diseños, en nuestro caso, al aumentar el porcentaje de 1% a 1.5% si bien disminuyó respecto a la diferencia de 0.5% de adición entre estos porcentajes, sigue habiendo un aumento respecto al diseño patrón.

(Cazorla, 2022) en su tesis titulada “Influencia de ceniza de hoja de coca para mejoramiento de subrasante tipo arcilloso de la trocha carrozable Lorcolla” deduce que la adición de 6% de ceniza de hoja de coca (respecto al peso en kg del suelo) presento los mejores resultados con un valor de 51.8 Kg/cm<sup>2</sup> que en porcentaje representa un aumento de del 673.13% respecto a la muestra sin estabilizar. De igual manera para la subrasante de la muestra N° 3 (A-7-6 (10)) adicionado de ceniza de hoja de coca aumenta la resistencia a la compresión no confinada. Encontrándose así que la adición de 6% de ceniza de hoja de coca (respecto al peso en kg del suelo) presento los mejores resultados con un valor de 42.2 Kg/cm<sup>2</sup> que en porcentaje representa un aumento de del 833.18% respecto a la muestra sin estabilizar. Haciendo la comparación se pudo ver que, Cazorla en sus resultados pudo observar que la subrasante de un suelo arcilloso pobre y muy pobre puede mejorarse física y mecánicamente con la adición de un 6% de ceniza de hoja de coca en relación con el peso

seco del suelo. Por lo tanto, la comparación con el presente trabajo fue de que la adición con coca, mejora las propiedades mecánicas del concreto y también la subrasante de un suelo pobre y muy pobre, llegando así a que este aditivo puede usarse en diferentes proyectos civiles.

(Barboza, 2022) en su tesis titulada “Evaluación de las propiedades fisico-mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando cenizas de hojas de palto, Ayacucho-2022” deduce que se logró obtener una resistencia a compresión respecto al concreto patrón a los 7,14 y 28 días de curado, donde se alcanzaron resistencias de 253.20 kg/cm<sup>2</sup>, 346.6 kg/cm<sup>2</sup> y 361.70 kg/cm<sup>2</sup> justamente es ese orden, al añadir CHP, en 4.00%,8.00%,10.00% y 12.00% respecto al peso del cemento, a los 7 días presento resistencias de 201.87 kg/cm<sup>2</sup> , 211.37 kg/cm<sup>2</sup>, 216.00 kg/cm<sup>2</sup>y 183.70 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se tiene 352.60 kg/cm<sup>2</sup>, 360.87 kg/cm<sup>2</sup>, 320.00 kg/cm<sup>2</sup> y 313.23 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días de curado se registraron resistencias a compresión de 366.83 kg/cm<sup>2</sup>, 367.67 kg/cm<sup>2</sup>, 360.10 kg/cm<sup>2</sup> y 350.20 kg/cm<sup>2</sup>. Haciendo la comparación se pudo ver que, Barboza concluye que la adición de 8.00% de CHP, es la dosificación que genera mayor aumento de resistencia a compresión frente al resto. Es por ello que la comparación con el presente trabajo fue de que la adición vegetal usada en esta investigación genera un aumento mínimo en la resistencia a la compresión del concreto, pero al usar la harina de hoja de coca como adición en la mezcla, esta aumentó en valores aún más significativos que usando la ceniza de hoja de palto, por lo tanto, se considera un mejor aditivo para el aumento de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Girón, Mancha y Romero, 2021 en su tesis “Efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades mecánicas del concreto y físicas del mortero Huancayo 2021”, deducen que el reemplazo de la ceniza de hoja de eucalipto al cemento en peso tiene un efecto significativamente negativo en los 7, 14 y 28 días de curado con el 5 %, 10 % y 15

% de sustitución. Es por ello que, estos tres autores concluyen que al sustituir al cemento y agregado fino pasante de la malla N°100 en relación al porcentaje del peso por la ceniza de hoja de eucalipto presento una significancia negativa. Además, de acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo a la resistencia a la compresión no se alcanzó valores beneficiosos por ello no se podría emplear en concretos masivo. Haciendo la comparación con el presente trabajo pudimos observar que este aditivo no logró alcanzar la resistencia patrón, sino que en vez de eso provocó la disminución de esta resistencia. Por otra parte, comparando estos dos aditivos, se concluyó que la adición de hoja de coca sigue siendo un buen aditivo para el aumento de las resistencias a compresión y puede usarse en concretos masivos.

Pinzón, 2013 en su artículo científico titulado “Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique” deduce que al incrementar porcentajes de fibra por encima de 0.5% se presentaron disminuciones considerables en la resistencia a la compresión y en su densidad haciéndolo más liviano y más susceptible a la falla. Ejemplo: para el diseño de 28 MPa con adición de 2.0%, la resistencia fue de 3.79 MPa con una densidad de 1755.66 Kg/m<sup>3</sup> y para el porcentaje de 1.5% la resistencia fue de 8.53 MPa y su densidad fue de 1967.64 Kg/m<sup>3</sup>. Es por ello que, Pinzón concluye que entre más cantidad de fibra de fique se adicione a la mezcla menor será su resistencia. Haciendo la comparación con el presente trabajo pudimos observar que estas fibras de fique produjeron una disminución significativa en la resistencia a compresión a diferencia de la harina de coca. Es por ello, que llegamos a la conclusión de que se presentó esta reducción de la resistencia a compresión del concreto porque la fibra no tiene la misma composición que la harina de hoja de coca, ya que esta como su nombre lo dice está en forma de harina, la cual es muy parecida a la composición física del concreto. Pero, por otro lado, el fique esta presentado o añadido en forma de fibras vegetales las cuales no actuaran de una forma

beneficiosa para la mezcla.

### 4.3 Implicancias

Según el trabajo de investigación, este tuvo las siguientes implicancias:

La **implicancia práctica** que tuvo la presente investigación fue de que la adición de la harina de coca en un porcentaje igual a 1 % con respecto al peso del cemento, tuvo un mayor desempeño en la resistencia a compresión a los 28 días, el cual tuvo un valor promedio de 506.555 kg/cm<sup>2</sup>, pero al aumentar la adición en 1.5 %, se pudo observar que el promedio de la resistencia a compresión fue de 396.569 kg/cm<sup>2</sup> disminuyendo en un 21.723 % con respecto a la resistencia a compresión promedio con adición del 1%. Es por ello que los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación podrían usarse en próximos proyectos que usen o quieran usar aditivos vegetales que busquen aumentar la resistencia a compresión del concreto, los que pueden ser concretos masivos en cimientos, columnas y elementos estructurales que trabajen con esfuerzos a compresión.

La **implicancia teórica** fue que desde hace mucho tiempo se busca mejorar la propiedades físicas y mecánicas del concreto, ya sea con aditivos industriales o aditivos naturales que beneficien al área de la construcción, como se está exponiendo en el presente trabajo de investigación.

La **implicancia metodológica** fue de incentivar a la elaboración de concreto con la adición de harina de hoja de coca tamizada por la malla #200 y así poder aumentar la resistencia a compresión utilizando un aditivo natural y ya no un aditivo industrial como se viene haciendo desde tiempos convencionales.

## 4.4 Discusión

### 4.4.1 Adición de 0.5% de hoja de coca

A partir de los resultados de los ensayos a compresión sin adición de la harina de hoja de coca y según la norma “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS – NTP 339.034” se obtuvo una resistencia promedio de  $246.757 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 7 días según la tabla N°20. Luego incorporando una cantidad de harina de coca en un 0.5% con respecto al peso del cemento, se obtuvo una resistencia promedio de  $334.695 \text{ kg/cm}^2$  a la misma edad de curado que el diseño base según la tabla N°21. Analizando los valores obtenidos, podemos observar que con la adición de la harina de coca en un 0.5% se obtuvo un aumento del 35.647% en la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón a la edad de 7 días.

A partir de los resultados de los ensayos a compresión sin adición de la harina de hoja de coca y según la norma “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS – NTP 339.034” se obtuvo una resistencia promedio de  $327.230 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 14 días según la tabla N°20. Luego incorporando una cantidad de harina de coca en un 0.5% con respecto al peso del cemento, se obtuvo una resistencia promedio de  $313.317 \text{ kg/cm}^2$  a la misma edad de curado que el diseño base según la tabla N°21. Analizando los valores obtenidos, podemos observar que con la adición de la harina de coca en un 0.5% se obtuvo una disminución del 4.251% en la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón a la edad de 14 días.

A partir de los resultados de los ensayos a compresión sin adición de la harina de hoja de coca y según la norma “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS – NTP 339.034” se obtuvo una resistencia promedio de  $299.146 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días según la tabla N°20. Luego incorporando una cantidad de harina de coca en

un 0.5% con respecto al peso del cemento, se obtuvo una resistencia promedio de  $414.034 \text{ kg/cm}^2$  a la misma edad de curado que el diseño base según la tabla N°21. Analizando los valores obtenidos, podemos observar que con la adición de la harina de coca en un 0.5% se obtuvo un aumento del 38.405% en la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón a la edad de 28 días.

#### ***4.4.2 Adición de 1% de hoja de coca***

A partir de los resultados de los ensayos a compresión sin adición de la harina de hoja de coca y según la norma “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS – NTP 339.034” se obtuvo una resistencia promedio de  $246.757 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 7 días según la tabla N°20. Luego incorporando una cantidad de harina de coca en un 1.00% con respecto al peso del cemento, se obtuvo una resistencia promedio de  $425.858 \text{ kg/cm}^2$  a la misma edad de curado que el diseño base según la tabla N°22. Analizando los valores obtenidos, podemos observar que con la adición de la harina de coca en un 1.00% se obtuvo un aumento del 72.581% en la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón a la edad de 7 días.

A partir de los resultados de los ensayos a compresión sin adición de la harina de hoja de coca y según la norma “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS – NTP 339.034” se obtuvo una resistencia promedio de  $327.230 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 14 días según la tabla N°20. Luego incorporando una cantidad de harina de coca en un 1.00% con respecto al peso del cemento, se obtuvo una resistencia promedio de  $391.983 \text{ kg/cm}^2$  a la misma edad de curado que el diseño base según la tabla N°22. Analizando los valores obtenidos, podemos observar que con la adición de la harina de coca en un 1.00% se obtuvo una disminución del 19.788% en la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón a la edad de 14 días.

A partir de los resultados de los ensayos a compresión sin adición de la harina de hoja de coca y según la norma “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS – NTP 339.034” se obtuvo una resistencia promedio de  $299.146 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días según la tabla N°20. Luego incorporando una cantidad de harina de coca en un 1.00% con respecto al peso del cemento, se obtuvo una resistencia promedio de  $506.555 \text{ kg/cm}^2$  a la misma edad de curado que el diseño base según la tabla N°22. Analizando los valores obtenidos, podemos observar que con la adición de la harina de coca en un 1.00% se obtuvo un aumento del 69.333% en la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón a la edad de 28 días.

#### ***4.4.3 Adición de 1.5% de hoja de coca***

A partir de los resultados de los ensayos a compresión sin adición de la harina de hoja de coca y según la norma “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS – NTP 339.034” se obtuvo una resistencia promedio de  $246.757 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 7 días según la tabla N°20. Luego incorporando una cantidad de harina de coca en un 1.50% con respecto al peso del cemento, se obtuvo una resistencia promedio de  $326.425 \text{ kg/cm}^2$  a la misma edad de curado que el diseño base según la tabla N°23. Analizando los valores obtenidos, podemos observar que con la adición de la harina de coca en un 1.50% se obtuvo un aumento del 32.286% en la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón a la edad de 7 días.

A partir de los resultados de los ensayos a compresión sin adición de la harina de hoja de coca y según la norma “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS – NTP 339.034” se obtuvo una resistencia promedio de  $327.230 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 14 días según la tabla N°20. Luego incorporando una cantidad de harina de coca en un 1.50% con respecto al peso del cemento, se obtuvo una resistencia promedio de  $418.926$

kg/cm<sup>2</sup> a la misma edad de curado que el diseño base según la tabla N°23. Analizando los valores obtenidos, podemos observar que con la adición de la harina de coca en un 1.50% se obtuvo una disminución del 28.022% en la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón a la edad de 14 días.

A partir de los resultados de los ensayos a compresión sin adición de la harina de hoja de coca y según la norma “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS – NTP 339.034” se obtuvo una resistencia promedio de 299.146 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días según la tabla N°20. Luego incorporando una cantidad de harina de coca en un 1.50% con respecto al peso del cemento, se obtuvo una resistencia promedio de 396.569 kg/cm<sup>2</sup> a la misma edad de curado que el diseño base según la tabla N°23. Analizando los valores obtenidos, podemos observar que con la adición de la harina de coca en un 1.50% se obtuvo un aumento del 32.567% en la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón a la edad de 28 días.

#### **4.5 Porcentaje óptimo**

Según los resultados de la tabla N°24, se puede analizar y llegar a la conclusión de que la adición del 1% de HC es el porcentaje óptimo para el incremento de la resistencia a compresión en el diseño de mezcla  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, ya que al realizar ensayos con esta adición de HC se llega a la resistencia pico. Sin embargo, al aumentar el porcentaje de este aditivo mayor al 1%, la resistencia a compresión decrece como se puede observar en la fig. 01.

Por otra parte, de acuerdo con los resultados de la tabla N°25, se obtuvo un nivel de significancia ( $p$ ) menor al 0.05 %, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo tanto, se comprueba a un nivel de confianza del 95%, lo cual implica que si existe efecto en

la resistencia a compresión por la adición de 0.5%, 1.00% y 1.5% con HC. Por lo tanto, la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) es aceptada.

Adicionalmente se puede comentar que según los valores críticos obtenidos de acuerdo con el test de Tukey y mostrados en la tabla N°26, se observó cambios estadísticos significativos entre los grupos de estudio Patrón (0%) - 0.5% HC, Patrón (0%) - 1.5% HC, Patrón (0%) - 1% HC, 1.5% HC - 0.5% HC, 1% HC - 0.5% HC y 1% HC - 1.5% HC. También, se pudo observar que el grupo Patrón (0%) – 1% HC, obtuvo el mayor valor de la prueba de Tukey, concluyendo que dicho grupo tiene el porcentaje de mayor influencia en la resistencia a compresión del diseño de mezcla del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Demostrando que la adición de la harina de hoja de coca influye significativamente en la resistencia a la compresión del diseño de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.6 Conclusiones

- Se acepta la hipótesis planteada inicialmente. ya que la resistencia a compresión aumentó proporcionalmente con la adición de la harina de hoja de coca en los porcentajes previamente mencionados.
- Se determinó las propiedades físicas de los materiales (agregado fino y agregado grueso).
- Se realizó el diseño de mezcla bajo la metodología de “Módulo de Finura” y así se determinó la dosificación necesaria para el llenado de los moldes de probetas.
- Se determinó las propiedades físico mecánicas del concreto patrón.
- Se determinó las propiedades físico mecánicas del concreto con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5% de hoja de coca, obteniéndose un aumento significativo en la resistencia a la compresión en todos los diseños con adición respecto al diseño patrón

a los 28 días, teniéndose como valor promedio máximo en el diseño con adición del 1% que fue de  $506.555 \text{ kg/cm}^2$ , aumentando en un 59.055%.

- Se analizó las variaciones de los resultados obtenidos y se comparó con estudios previos ya realizados.

## Referencias

- Aceros Arequipa. (Noviembre de 2016). Construyendo con Juan SEGURO.  
<https://acerosarequipa.com/pe/es/download/file/BOLETIN-CONSTRUYENDO-30.pdf/boletines/archivos/2020-03>
- Barboza, R. (2022). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=2010$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando cenizas de hoja de palto, Ayacucho-2022*. [Tesis de bachiller, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la UCV.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/95910/Barboza\\_JRA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/95910/Barboza_JRA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cazorla, B. (2022). *Influencia de ceniza de hoja de coca para mejoramiento de subrasante tipo arcilloso de la trocha carrozable Lorcolla,2022*. [Tesis de bachiller, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la UCV.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/107010/Cazorla\\_PBE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/107010/Cazorla_PBE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Esquivel, P., & Ticliahuanca, M. (2019). *RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/227>
- Farthing, L., y Ledebur , K. (2015). *Habeas Coca*. Open Society Foundations.  
<https://www.opensocietyfoundations.org/uploads/63190df5-0775-46f8-8ecb-7d1b018474d7/habeas-coca-bolivias-community-coca-control-es-20151123.pdf>
- INDECOPI. (14 de febrero de 2002). *NTP 400.037*. Diario El Peruano.  
<https://dokumen.tips/documents/ntp-400037-2002-agregados-de-concreto.html>

INDECOPI. (16 de mayo de 2002). *NTP 400.018*. Diario El Peruano.

[https://kupdf.net/download/ntp-400018-materiales-que-pasan-la-malla-200\\_5d2f8c64e2b6f50a5b661891\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-400018-materiales-que-pasan-la-malla-200_5d2f8c64e2b6f50a5b661891_pdf)

INDECOPI. (16 de febrero de 2006). *NTP 339.047*. Diario El Peruano.

<https://www.studocu.com/pe/document/pontificia-universidad-catolica-del-peru/concreto-armado-1/ntp-3390472006/8705869>

INDECOPI. (12 de diciembre de 2008). *NTP 400.011*. Diario El Peruano.

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-agraria-la-molina/resistencia-de-materiales/ntp-400011-agregados-definicion-y-clasificacion/8804956>

INDECOPI. (02 de febrero de 2011). *NTP 400.017*. Diario El Peruano.

<https://es.scribd.com/document/377662745/NORMA-TECNICA-NTP-400-017-docx>

INDECOPI. (16 de enero de 2013). *NTP 339.183*. Diario El Peruano.

<https://es.scribd.com/document/372901325/NTP-339-183-2013-pdf#>

INDECOPI. (26 de diciembre de 2013). *NTP 400.021*. Diario El Peruano.

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/concreto-armado/ntp-4000212013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-grueso/35599971>

INDECOPI. (26 de diciembre de 2013). *NTP 400.022*. Diario El Peruano.

[https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino\\_59c03df208bbc5f314686f9e\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf)

INDECOPI. (4 de diciembre de 2014). *NTP 400.019*. Diario El Peruano.  
<https://es.scribd.com/document/413798334/NTP-400-019>

INDECOPI. (05 de octubre de 2015). *NTP 400.043*. Diario El Peruano.  
<https://es.scribd.com/document/377807227/22003-NTP-400-043-2015#>

INDECOPI. (25 de julio de 2016). *NTP 400.010*. Diario El Peruano.  
<https://es.scribd.com/document/372901333/NTP-400-010-2011-revisada-2016-pdf>

Mancha, J., Romero, L. y Giron, J. (2021). *Efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades mecánicas del concreto y físicas del mortero Huancayo 2021S* [Tesis de bachiller, Universidad Continental]. Repositorio Institucional continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11568>

Manosalva, J. (2022). *EFFECTO DE ADICIÓN DE HARINA DE SEMILLAS DE COCA EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO  $F'C= 210$  KG/CM<sup>2</sup>, AMAZONAS* [Tesis de bachiller, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la UCV. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/93087/Manosalva\\_SJ-F-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/93087/Manosalva_SJ-F-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Martinez, C. (2023). *Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de harina de hoja de coca (Erythroxylum coca)* [Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstreams/78838eaa-a7a2-470a-a7e0-fd80a759bbb7/download>

Pajares, E. (2015). *ANÁLISIS DEL INCREMENTO DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL*. [Tesis de bachiller,

Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio de la UNC.

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/637/T%20666.893%20P151%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pinzón, S. (2013). Análisis del incremento de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique. *Revista ingenierías*, Vol. XVI, (No. 61), p. 27-37. [https://ingenierias.uanl.mx/anteriores/61/61\\_analisis.pdf](https://ingenierias.uanl.mx/anteriores/61/61_analisis.pdf)

Rivva, E. (2014). *Diseño de mezclas* (2 ed.). Lima, Perú: ICG.

Sanjuán, M. y Chinchón, S. (2014). *INTRODUCCIÓN A LA FABRICACIÓN Y NORMALIZACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND*. Editorial UNE. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante. <http://hdl.handle.net/10045/45347>

SENCICO. (29 de julio de 2020). *N.T.E. E.60*. Diario El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Sika. (2021). *HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO SikaCem® Plastificante*. LSika Perú. [https://per.sika.com/dam/dms/pe01/f/sikacem\\_plastificante.pdf](https://per.sika.com/dam/dms/pe01/f/sikacem_plastificante.pdf)

## Anexos

### ANEXO N° 1. Recolección de material.



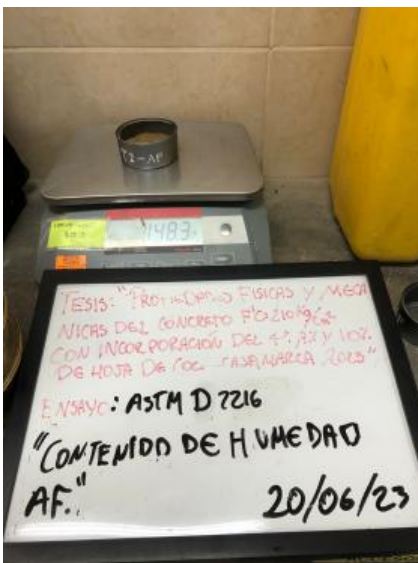
### ANEXO N° 2. Ensayo de granulometría de agregado grueso.



### ANEXO N° 3. Ensayo de granulometría de agregado fino.



### ANEXO N° 4. Ensayo de contenido de humedad de agregado fino.



**ANEXO N° 5.** Ensayo de contenido de humedad de agregado grueso.



**ANEXO N° 6.** Ensayo de peso unitario suelto con agregado fino.



**ANEXO N° 7.** Ensayo de peso unitario suelto con agregado grueso.



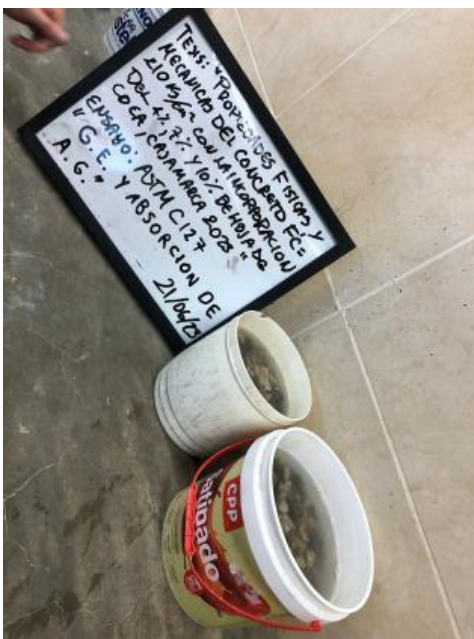
**ANEXO N° 8.** Ensayo de peso unitario compactado con agregado grueso.



**ANEXO N° 9.** Ensayo de gravedad específica y absorción de agregado fino.



**ANEXO N° 10.** Agregado grueso saturado con agua por 24 horas para ensayo de peso específico.



**ANEXO N° 11.** Peso de la adición de coca según la dosificación obtenida para el llenado de 5 moldes.



**ANEXO N° 12.** Colocación de los materiales en el trompo mezclador pesado según la dosificación obtenida.



**ANEXO N° 13.** Comprobación de la prueba de Slump con wincha según el diseño de mezcla (3" a 4").



**ANEXO N° 14.** Llenado de moldes cilíndricos con presencia del ingeniero Tulio Guillén Sheen, asesor de la tesis.



**ANEXO N° 15.** Curado de testigos cilíndricos de concreto en el tanque para ser ensayados a las edades de 7, 14 y 28 días.



**ANEXO N° 16.** Ensayo de resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos de concreto en la prensa.



**ANEXO N° 17.** Protocolo de análisis granulométrico de agregado fino.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
PROTOCOLO								
ENSAYO			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS					
NORMA			MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012					
TESIS			*PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F2C=210 KG/CM <sup>2</sup> CON LA INCORPORACIÓN DEL 4%, 7% Y 10% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023*					
CANTERA:		"TARTAR"		TM:		-		
UBICACIÓN:		BAÑOS DEL INCA		TMN:		-		
FECHA DE MUESTRA:		2/06/2023		M.F:		2.95		
FECHA DE ENSAYO:		20/06/2023		HUSO A UTILIZAR:				
RESPONSABLE F:				REVISADO POR:				



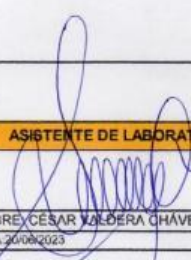
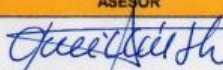
  

**AGREGADO FINO**

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Según norma ASTM C33)	
	(puig)	(mm)					Limite Inferior	Limite Superior
1	N° 4	4.75	83.7000	7.0914	7.0914	92.9086	95	100
2	N° 8	2.36	208.2000	17.6396	24.7310	75.2690	80	100
3	N° 10	2.00	-	-	-	-	-	-
4	N° 16	1.18	173.8000	14.7251	39.4561	60.5439	50	85
5	N° 30	0.6	184.5000	15.6316	55.0877	44.9123	25	60
6	N° 50	0.3	226.7000	19.2070	74.2947	25.7053	10	30
7	N° 100	0.15	240.8000	20.4016	94.8963	5.3037	2	10
8	N° 200	0.075	61.9000	5.2444	99.9407	0.0593	0	3
9	Bandeja	0	0.7000	0.0593	100.0000	-	-	-

Nota: Para calcular la granulometría, utilizar todas las mallas, para el caso del módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200. Con la siguiente fórmula podemos determinar

$$M.F. = \frac{(\Sigma \% \text{ Retenido Acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100}$$
  

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO		ASESOR	
					
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: CÉSAR VALDEIRA CHÁVEZ		NOMBRE: TULIO GUILLEN SHEEN	
FECHA: 20/06/2023		FECHA: 20/06/2023		FECHA: 20/06/2023	

**ANEXO N° 18.** Protocolo de análisis granulométrico de agregado grueso.

<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO</b>	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS		
<b>NORMA</b>	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012		
<b>TESIS</b>	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F2C=210 KG/CM <sup>2</sup> CON LA INCORPORACIÓN DEL 4%, 7% Y 10% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023"		
CANTERA:	"TARTAR"	TM:	3/4"
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TMN:	1/2"
FECHA DE MUESTRA:	2/06/2023	M.F.:	6.90
FECHA DE ENSAYO:	20/06/2023	HUSO A UTILIZAR:	HUSO 67
RESPONSABLE:		REVISADO POR:	

**AGREGADO GRUESO**

**MATERIAL: Depende TM**

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Superior	Límite Inferior
1	2 1/2"	63.5	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-	-
2	2"	50.8	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-	-
1	1 1/2"	38.1	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-	-
2	1"	25	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	100.00	100.00
3	3/4"	19	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	90.00	100.00
4	1/2"	12.5	4353.6000	58.5555	58.5555	41.4445	55.00	80.00
5	3/8"	9.5	2351.4000	31.6261	90.1816	9.8184	20.00	55.00
6	N° 4	4.75	726.6000	9.7727	99.9543	0.0457	0.00	-
7	Bandeja	-	3.4000	0.0457	100.0000	-	-	-

**Nota:** El tamaño máximo (TM), se calcula como el menor tamiz en el que pasa el 100% y el tamaño máximo nominal (TMN), se calcula como el tamiz superior al que retiene mayor o igual del 10% retenido acumulado.  
**Norma ASTM C33**

<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLES DEL ENSAYO</b>		<b>ASISTENTE DE LABORATORIO</b>	
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: CESAR VALDEZA CHÁVEZ	NOMBRE: TULIO GUILLEN SHEEN
FECHA: 20/06/2023		FECHA: 20/06/2023	FECHA: 20/06/2023

**ANEXO N° 19.** Protocolo de gravedad específica y absorción de agregado fino.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO</b>	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS	
	<b>NORMA</b>	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022	
<b>TESIS</b>	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM <sup>2</sup> CON LA INCORPORACIÓN DEL 4%, 7% Y 10% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023"		
<b>CANTERA:</b>	"TARTAR"	<b>TIPO DE CANTERA:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	BAÑOS DEL INCA	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>FECHA DE MUESTRA:</b>	2/06/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	25/06/2023	<b>REVISADO POR:</b>	

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	489.98	485.82		N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1305.17	1258.04		N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1620.84	1571.86		N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	499.99	500.15		N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a(seco) = \frac{A}{B+S-C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.66	2.61		2.63
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a(SSS) = \frac{S}{B+S-C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.71	2.68		2.70
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. n(seco) = \frac{A}{B+A-C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.81	2.82		2.82
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S-A}{A} * 100\%$	(%)	2.04	2.95		2.50

N.A: NO APLICA

<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLES DEL ENSAYO</b>		<b>ASISTENTE DE LABORATORIO</b>	
			
FACIO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: CÉSAR VALDERA CHÁVEZ	NOMBRE: TULIO GULLÉN SHEEN
FECHA: 22/06/2023		FECHA: 22/06/2023	FECHA: 22/06/2023

**ANEXO N° 20.** Protocolo de peso específico y absorción de agregado grueso.





LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS					
NORMA	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021					
TESIS	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON LA INCORPORACIÓN DEL 4%, 7% Y 10% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023"					
CANTERA:	"TARTAR"	TIPO DE CANTERA:				
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TIPO DE MATERIAL:				
FECHA DE MUESTRA:	2/06/2023	RESPONSABLE:				
FECHA DE ENSAYO:	22/06/2023	REVISADO POR:				


PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr.	2574.49	2512.96		N.A
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr.	2606.87	2549.51		N.A
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr.	1615.90	15/0./0		N.A
D	Peso específico aparente seco $P. e. a(seco) = \frac{A}{B-C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.60	2.57		2.58
E	Peso específico aparente SSS $P. e. a(SSS) = \frac{B}{B-C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.63	2.60		2.62
F	Peso específico nominal $P. e. a(SSS) = \frac{A}{A-C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.69	2.67		2.68

N.A: No aplica

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE:	NOMBRE: <i>Felipe Adaccioni</i>
FECHA: 22/06/2023		FECHA: 22/06/2023	FECHA: 22/06/2023


**ANEXO N° 21.** Protocolo de contenido de humedad de agregado fino.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>				
	<b>PROTOCOLO</b>				
	<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD			
	<b>NORMA:</b>	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
<b>TESIS:</b>	"PROPIEDAS FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON LA INCORPORACION DEL 4%, 7% Y 10% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023"				
<b>CANtera:</b>	"TARTAR"	<b>MUESTRA:</b>	M1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	AGREGADO FINO
<b>UBICACION:</b>	BAÑOS DEL INCA		<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	MARRÓN OSCURO	
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2/06/2023		<b>RESPONSABLE:</b>		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	20/06/2023		<b>REVISADO POR:</b>		

Temperatura de Secado			Método									
110 °C			Horno 110 ± 5 °C									
CONTENIDO DE HUMEDAD												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1-A.F	T2-A.F.	T3-A.F.							
B	Peso del Recipiente	gr	27.10	27.00	27.20							
C	Recipiente + Material Natural	gr	141.00	148.30	139.00							
D	Recipiente + Material Seco	gr	138.40	145.30	136.20							
E	Peso del material húmedo (W <sub>mh</sub> ) = C - B	gr	113.90	121.30	111.80							
F	Peso del material Seco (W <sub>s</sub> ) = D - B	gr	111.30	118.30	109.00							
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	2.34	2.54	2.57							
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.48									

$$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s} \cdot 100$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

<b>OBSERVACIONES:</b>					
<b>RESPONSABLES DEL ENSAYO</b>		<b>ASISTENTE DE LABORATORIO</b>		<b>ASESOR</b>	
					
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: CESAR VALDEARA CHAVEZ		NOMBRE: TULIO GUILLEN SHEEN	
FECHA: 20/06/2023		FECHA: 20/06/2023		FECHA: 20/06/2023	

**ANEXO N° 22.** Protocolo de contenido de humedad de agregado grueso.

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO:</b>		CONTENIDO DE HUMEDAD	
<b>NORMA:</b>		MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
<b>TESIS:</b>		PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON LA INCORPORACIÓN DEL 4%, 7% Y 10% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023*	
<b>CANTERA:</b>	"TARTAR"	<b>MUESTRA:</b>	M1
<b>UBICACIÓN:</b>	BAÑOS DEL INCA	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	AGREGADO GRUESO
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2/06/2023	<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	GRIS OSCURO
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	20/06/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	
		<b>REVISADO POR:</b>	

Temperatura de Secado: 110 °C      Método: Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1-A.G	T2-A.G	T3-A.G							
B	Peso del Recipiente	gr	167.60	169.13	166.72							
C	Recipiente + Material Natural	gr	1521.70	1658.07	1794.63							
D	Recipiente + Material Seco	gr	1517.67	1653.05	1789.98							
E	Peso del material húmedo (W <sub>mh</sub> ) = C - B	gr	1354.10	1488.94	1627.91							
F	Peso del material Seco (W <sub>s</sub> ) = D - B	gr	1350.07	1483.92	1623.26							
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	0.30	0.34	0.29							
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	0.31									

$$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s} \cdot 100$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLES DEL ENSAYO</b>		<b>ASISTENTE DE LABORATORIO</b>	
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: CESAR VALDESA CHAVEZ	
FECHA: 20/06/2023		FECHA: 20/06/2023	NOMBRE: TULIO GUILLEN SHEEN
			FECHA: 20/06/2023

**ANEXO N° 23.** Protocolo de peso unitario de agregado fino y agregado grueso.

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS					
NORMA	MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017					
TESIS	"PROPIEDAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM <sup>2</sup> CON LA INCORPORACIÓN DEL 4%, 7% Y 10% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023"					
CANTERA:	"TARTAR"	TIPO DE CANTERA:	AGREGADO PIEDRA Y ARENA			
UBICACIÓN:	BAYOS DEL INCA	TIPO DEL MATERIAL:	AGREGADO GRUESO Y FINO			
FECHA DE MUESTRA:	2/06/2023	RESPONSABLE:				
FECHA DE ENSAYO:	20/06/2023	REVISADO POR:				




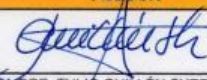
  

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE		0.0093
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	21.14	21.16	21.18	
B	Peso del molde	Kg	4.78	4.78	4.78	
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	Kg	16.36	16.38	16.40	
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> $D = C / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1759.14	1761.29	1763.44	<b>1761.29</b>
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	20.04	20.16	20.08	
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	Kg	15.26	15.38	15.30	
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO,</b> $G = F / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1640.86	1653.76	1645.16	<b>1646.59</b>

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE		0.0093
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	Kg	19.44	19.50	19.56	
B	Peso del molde	Kg	4.78	4.78	4.78	
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	Kg	14.66	14.72	14.78	
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> $D = C / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1576.34	1582.80	1589.25	<b>1582.80</b>
E	Peso del Molde + AG Suelto	Kg	18.10	18.52	18.54	
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	Kg	13.32	13.74	13.76	
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO,</b> $G = F / \text{Vol. Molde}$	Kg/mm <sup>3</sup>	1432.26	1477.42	1479.57	<b>1463.08</b>

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: CESAR VALDEIRA CHÁVEZ	NOMBRE: TULIO GUILLÉN SHEEN
FECHA: 20/06/2023		FECHA: 20/06/2023	FECHA: 20/06/2023

**ANEXO N° 24.** Protocolo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de diseño patrón a los 14 días (DP14-3).

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON LA INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023."		
ID. PROBETA:	DP14-3	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.02
FECHA DE ELABORACIÓN:	16/08/2023	ÁREA (cm²):	177.19
FECHA DE ENSAYO:	31/08/2023	RESPONSABLE:	Ing. Jorge Hoyos
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Hoyos

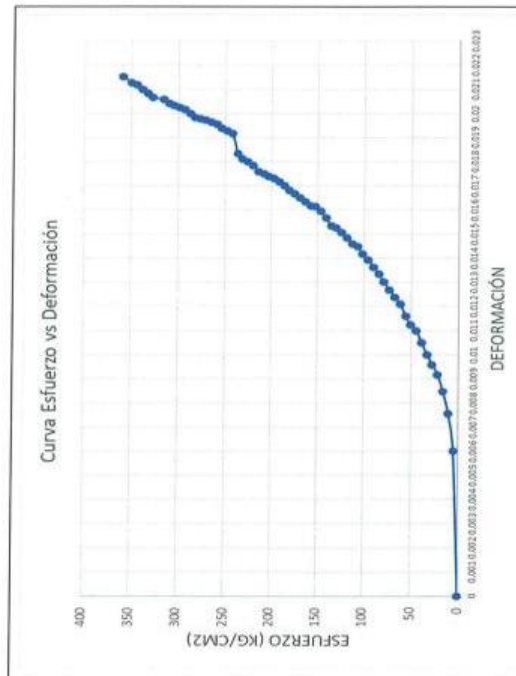
N°	Carga (Kg)	Deformación (cm)	$\sigma$ (Kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0.0000	0.000	0.000
2	1000	0.18000	5.644	0.008
3	2000	0.22700	11.288	0.008
4	3000	0.25400	16.931	0.008
5	4000	0.27500	22.575	0.009
6	5000	0.28700	28.219	0.010
7	6000	0.30000	33.863	0.010
8	7000	0.31500	39.506	0.011
9	8000	0.33000	45.150	0.011
10	9000	0.33700	50.794	0.011
11	10000	0.34800	56.438	0.012
12	11000	0.36300	62.082	0.012
13	12000	0.37100	67.725	0.012
14	13000	0.38000	73.369	0.013
15	14000	0.39000	79.013	0.013
16	15000	0.40000	84.657	0.013
17	16000	0.40900	90.301	0.014
18	17000	0.41800	95.944	0.014
19	18000	0.42500	101.588	0.014
20	19000	0.43400	107.232	0.014
21	20000	0.43800	112.876	0.015
22	21000	0.44500	118.519	0.015
23	22000	0.45200	124.163	0.015
24	23000	0.45800	129.807	0.015
25	24000	0.46000	135.451	0.015
26	25000	0.47000	141.095	0.016
27	26000	0.47800	146.738	0.016
28	27000	0.48400	152.382	0.016
29	28000	0.48500	158.026	0.016
30	29000	0.49000	163.670	0.016
31	30000	0.49500	169.313	0.017
32	31000	0.50000	174.957	0.017
33	32000	0.50400	180.601	0.017
34	33000	0.51000	186.245	0.017
35	34000	0.51500	191.889	0.017
36	35000	0.51900	197.532	0.017
37	36000	0.52200	203.176	0.017
38	37000	0.52500	208.820	0.018
39	38000	0.52700	214.464	0.018
40	38936	0.53500	219.746	0.018
41	40000	0.54000	225.751	0.018
42	41000	0.54300	231.395	0.018

N°	Carga (Kg)	Deformación	$\sigma$ (Kg/cm2)	$\epsilon$
43	42000	0.550	237.039	0.018
44	43000	0.575	242.683	0.019
45	44000	0.578	248.326	0.019
46	45000	0.581	253.970	0.019
47	46000	0.586	259.614	0.020
48	47000	0.589	265.258	0.020
49	48000	0.591	270.902	0.020
50	49000	0.593	276.545	0.020
51	50000	0.595	282.189	0.020
52	51000	0.600	287.833	0.020
53	52000	0.605	293.477	0.020
54	53000	0.607	299.120	0.020
55	54000	0.610	304.764	0.020
56	55000	0.612	310.408	0.020
57	56000	0.617	316.052	0.021
58	58000	0.620	321.696	0.021
59	59000	0.625	327.339	0.021
60	60000	0.630	332.983	0.021
61	61000	0.635	338.627	0.021
62	62000	0.638	344.271	0.021
63	63612	0.645	349.915	0.021
64	64000		355.559	0.022
65	65000		361.202	
66	66000		366.846	
67	67000		372.490	
68	68000		378.133	
69	69000		383.777	
70	70000		389.421	
71	71000		395.065	
72	72000		400.709	
73	73000		406.352	
74	74000		411.996	
75	75000		417.640	
76	76000		423.284	
77	77000		428.927	
78	78000		434.571	
79	79000		440.215	
80	80000		445.859	
81	81000		451.503	
82	82000		457.146	
83	83000		462.790	
84	84000		468.434	
			474.078	

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: PABLO LEÓN	NOMBRE: NELSON OBLITAS	NOMBRE: INGRID HERREA	NOMBRE: ING. JULIO GUILLÉN SHEEN
FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023

**ANEXO N° 25.** Protocolo de curva esfuerzo-deformación de resistencia a la compresión de diseño patrón a los 14 días (DP14-3).

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
<b>NORMA</b>	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON LA INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023."		
ID. PROBETA:	DP14-3	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.02
FECHA DE ELABORACIÓN:	16/08/2023	ÁREA (cm²):	177.19
FECHA DE ENSAYO:	31/08/2023	RESPONSABLE:	Ing. Jorge Hoyos
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Hoyos



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: ING. LUIS HERREA	NOMBRE: ING. TULLIO GUILLÉN SHEEN
FECHA: 10/11/2023		FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023

ANEXO N° 26. Protocolo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de diseño con adición de 0.5% de harina de hoja de coca a los 28 días (DH0.5-28-1).

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON LA INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023."		
ID. PROBETA:	DH0.5-28-1	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.88
FECHA DE ELABORACIÓN:	2/10/2023	ÁREA (cm²):	173.90
FECHA DE ENSAYO:	31/10/2023	RESPONSABLE:	Ing. Jorge Hoyos
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Hoyos

N°	Carga (Kg)	Deformación (cm)	$\sigma$ (Kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0.0000	0.000	0.000
2	1000	0.11800	5.750	0.004
3	2000	0.16400	11.501	0.005
4	3000	0.19100	17.251	0.008
5	4000	0.21500	23.002	0.007
6	5000	0.23400	28.752	0.008
7	6000	0.25000	34.503	0.008
8	7000	0.26500	40.253	0.009
9	8000	0.28000	46.004	0.009
10	9000	0.29500	51.754	0.010
11	10000	0.30500	57.505	0.010
12	11000	0.31200	63.255	0.010
13	12000	0.33000	69.006	0.011
14	13000	0.34000	74.756	0.011
15	14000	0.34700	80.507	0.012
16	15000	0.34800	86.257	0.012
17	16000	0.35800	92.008	0.012
18	17000	0.36500	97.758	0.012
19	18000	0.37400	103.509	0.012
20	19000	0.38000	109.259	0.013
21	20000	0.38900	115.010	0.013
22	21000	0.39500	120.760	0.013
23	22000	0.40500	126.511	0.014
24	23000	0.40800	132.261	0.014
25	24000	0.41200	138.012	0.014
26	25000	0.41600	143.762	0.014
27	26000	0.42200	149.513	0.014
28	27000	0.42500	155.263	0.014
29	28000	0.43000	161.013	0.014
30	29000	0.43500	166.764	0.015
31	30000	0.43900	172.514	0.015
32	31000	0.44300	178.265	0.015
33	32000	0.44500	184.015	0.015
34	33000	0.45000	189.766	0.015
35	34000	0.45300	195.516	0.015
36	35000	0.45700	201.267	0.015
37	36000	0.46300	207.017	0.015
38	37000	0.46800	212.768	0.016
39	38000	0.47000	218.518	0.016
40	39000	0.47300	224.269	0.016
41	40000	0.47100	230.019	0.016
42	41000	0.48000	235.770	0.016

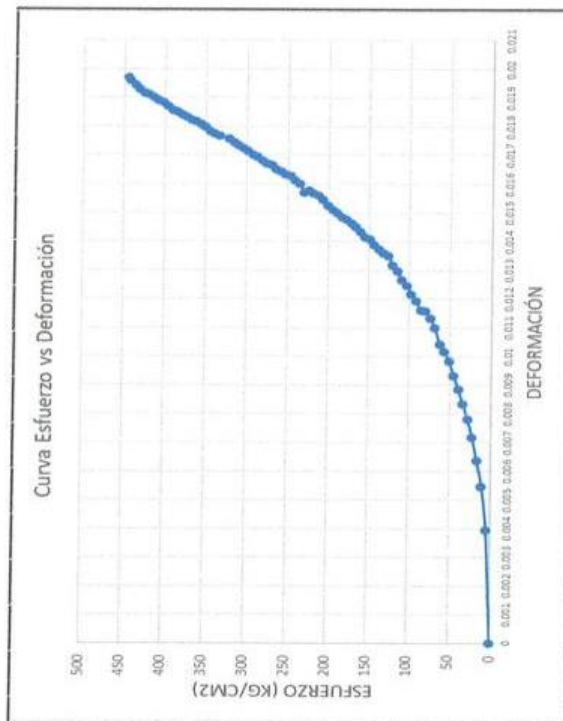
N°	Carga (Kg)	Deformación	$\sigma$ (Kg/cm2)	$\epsilon$
43	42000	0.484	241.520	0.016
44	43000	0.488	247.271	0.016
45	44000	0.490	253.021	0.016
46	45000	0.493	258.772	0.016
47	46000	0.495	264.522	0.017
48	47000	0.500	270.273	0.017
49	48000	0.501	276.023	0.017
50	49000	0.504	281.774	0.017
51	50000	0.508	287.524	0.017
52	51000	0.510	293.275	0.017
53	52000	0.514	299.025	0.017
54	53000	0.517	304.776	0.017
55	54000	0.520	310.526	0.017
56	55000	0.523	316.277	0.017
57	56000	0.527	322.027	0.018
58	58000	0.530	333.528	0.018
59	59000	0.532	339.278	0.018
60	60000	0.535	345.029	0.018
61	61000	0.539	350.779	0.018
62	62000	0.542	356.530	0.018
63	63000	0.545	362.280	0.018
64	64000	0.547	368.031	0.018
65	65000	0.550	373.781	0.018
66	66000	0.552	379.532	0.018
67	67000	0.555	385.282	0.019
68	68000	0.557	391.033	0.019
69	69000	0.561	396.783	0.019
70	70000	0.565	402.534	0.019
71	71000	0.567	408.284	0.019
72	72000	0.570	414.035	0.019
73	73000	0.573	419.785	0.019
74	74000	0.575	425.536	0.019
75	75000	0.579	431.286	0.019
76	76000	0.583	437.037	0.019
77	77000	0.588	442.787	0.020
78	77320	0.591	444.627	0.020
79	79000			
80	80000			
81	81000			
82	82000			
83	83000			
84	84000			

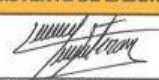
OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: INGE LUIS HERREA	NOMBRE: INGE TULIO GUILLEN SHEEN
FECHA: 01/11/2023		FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023

ANEXO N° 27. Protocolo de curva esfuerzo-deformación de resistencia a la compresión de diseño con adición de 0.5% de harina de hoja de coca a los 28 días (DH0.5-28-1).

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON LA INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023."		
ID. PROBETA:	DH0.5-28-1	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.88
FECHA DE ELABORACIÓN:	2/10/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	173.90
FECHA DE ENSAYO:	31/10/2023	RESPONSABLE:	Ing. Jorge Hoyos
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Hoyos



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: ING. LUIS HERREA	NOMBRE: ING. TULIO GUILLÉN SHEEN
FECHA: 10/11/2023		FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023

**ANEXO N° 28.** Protocolo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de diseño con adición de 1% de harina de hoja de coca a los 28 días (DH1-28-2).

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON LA INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023."		
ID. PROBETA:	DH1-28-2	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.2
FECHA DE ELABORACIÓN:	3/10/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181.46
FECHA DE ENSAYO:	1/11/2023	RESPONSABLE:	Ing. Jorge Hoyos
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Hoyos

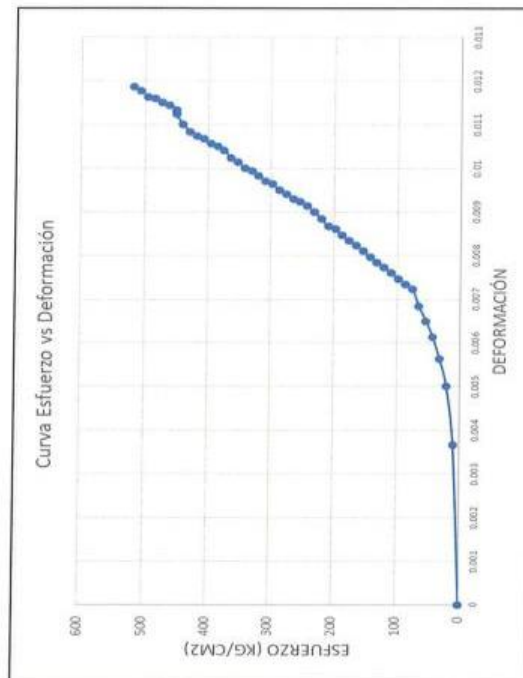
N°	Carga (Kg)	Deformación (cm)	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$	N°	Carga (Kg)	Deformación	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0.0000	0.000	0.000	43	82000	0.340	451.894	0.011
2	2000	0.11000	11.022	0.004	44	84000	0.343	462.916	0.011
3	4000	0.15000	22.044	0.005	45	86000	0.345	473.938	0.012
4	6000	0.16900	33.065	0.006	46	88000	0.348	484.960	0.012
5	8000	0.18400	44.087	0.006	47	90000	0.349	495.981	0.012
6	10000	0.19500	55.109	0.007	48	92000	0.353	507.003	0.012
7	12000	0.20500	66.131	0.007	49	94245	0.356	519.375	0.012
8	14000	0.21700	77.153	0.007	50				
9	16000	0.22000	88.174	0.007	51				
10	18000	0.22400	99.196	0.007	52				
11	20000	0.22800	110.218	0.008	53				
12	22000	0.23200	121.240	0.008	54				
13	24000	0.23500	132.262	0.008	55				
14	26000	0.23900	143.284	0.008	56				
15	28000	0.24300	154.305	0.008	57				
16	30000	0.24700	165.327	0.008	58				
17	32000	0.25000	176.349	0.008	59				
18	34000	0.25400	187.371	0.008	60				
19	36000	0.25800	198.393	0.009	61				
20	38000	0.26000	209.414	0.009	62				
21	40000	0.26500	220.436	0.009	63				
22	42000	0.27000	231.458	0.009	64				
23	44000	0.27400	242.480	0.009	65				
24	46000	0.27700	253.502	0.009	66				
25	48000	0.27900	264.523	0.009	67				
26	50000	0.28200	275.545	0.009	68				
27	52000	0.28500	286.567	0.010	69				
28	54000	0.28900	297.589	0.010	70				
29	56000	0.29100	308.611	0.010	71				
30	58000	0.29500	319.633	0.010	72				
31	60000	0.29800	330.654	0.010	73				
32	62000	0.30000	341.676	0.010	74				
33	64000	0.30400	352.698	0.010	75				
34	66000	0.30700	363.720	0.010	76				
35	68000	0.31200	374.742	0.010	77				
36	70000	0.31500	385.763	0.011	78				
37	72000	0.31700	396.785	0.011	79				
38	74000	0.32000	407.807	0.011	80				
39	76000	0.32200	418.829	0.011	81				
40	78000	0.32500	429.851	0.011	82				
41	80000	0.33000	440.872	0.011	83				
42	82000	0.33700	451.894	0.011	84				

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
PAULO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: ING. LUIS HERREA	NOMBRE: ING. JULIO GUILLÉN SHEEN
FECHA:		FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023

**ANEXO N° 29.** Protocolo de curva esfuerzo-deformación de resistencia a la compresión de diseño con adición de 1% de harina de hoja de coca a los 28 días (DH1-28-2).

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON LA INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023."		
ID. PROBETA:	DH1-28-2	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.2
FECHA DE ELABORACIÓN:	3/10/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181.46
FECHA DE ENSAYO:	1/11/2023	RESPONSABLE:	Ing. Jorge Hoyos
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Hoyos



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: ING. LUIS HÉRREA	NOMBRE: ING. TULIO GUILLÉN SHEEN
FECHA:		FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023

**ANEXO N° 30.** Protocolo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de diseño con adición de 1.5% de harina de hoja de coca a los 14 días (DH1.5-14-5).

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOKOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON LA INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023."		
ID. PROBETA:	DH1.5-14-5	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.87
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/10/2023	ÁREA (cm²):	173.66
FECHA DE ENSAYO:	14/10/2023	RESPONSABLE:	Ing. Jorge Hoyos
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Hoyos

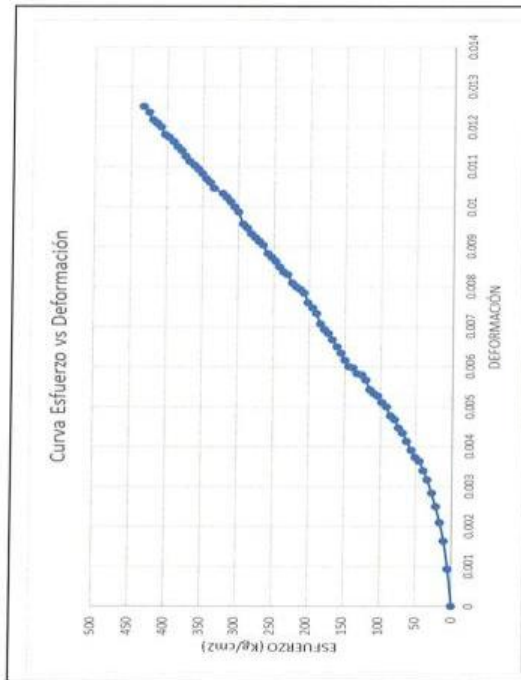
N°	Carga (Kg)	Deformación (cm)	$\sigma$ (Kg/cm2)	$\epsilon$	N°	Carga (Kg)	Deformación	$\sigma$ (Kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0.0000	0.000	0.000	43	42000	0.255	241.845	0.009
2	1000	0.02800	5.758	0.001	44	43000	0.259	247.603	0.009
3	2000	0.04900	11.516	0.002	45	44000	0.262	253.362	0.009
4	3000	0.06300	17.275	0.002	46	45000	0.265	259.120	0.009
5	4000	0.07500	23.033	0.003	47	46000	0.271	264.878	0.009
6	5000	0.08500	28.791	0.003	48	47000	0.274	270.636	0.009
7	6000	0.09500	34.549	0.003	49	48000	0.277	276.395	0.009
8	7000	0.10200	40.308	0.003	50	49000	0.280	282.153	0.009
9	8000	0.10900	46.066	0.004	51	50000	0.284	287.911	0.009
10	9000	0.11200	51.824	0.004	52	51000	0.287	293.669	0.010
11	10000	0.11700	57.582	0.004	53	52000	0.296	299.427	0.010
12	11000	0.12400	63.340	0.004	54	53000	0.300	305.186	0.010
13	12000	0.13000	69.099	0.004	55	54000	0.304	310.944	0.010
14	13000	0.13400	74.857	0.004	56	55000	0.307	316.702	0.010
15	14000	0.14000	80.615	0.005	57	56000	0.310	322.460	0.010
16	15000	0.14300	86.373	0.005	58	58000	0.314	333.977	0.010
17	16000	0.15000	92.132	0.005	59	59000	0.318	339.735	0.011
18	17000	0.15300	97.890	0.005	60	60000	0.321	345.493	0.011
19	18000	0.15800	103.648	0.005	61	61000	0.325	351.251	0.011
20	19000	0.16000	109.406	0.005	62	62000	0.328	357.010	0.011
21	20000	0.16300	115.164	0.005	63	63000	0.331	362.768	0.011
22	21000	0.17000	120.923	0.006	64	64000	0.334	368.526	0.011
23	22000	0.17400	126.681	0.006	65	65000	0.338	374.284	0.011
24	23000	0.17500	132.439	0.006	66	66000	0.342	380.042	0.011
25	24000	0.17900	138.197	0.006	67	67000	0.345	385.801	0.012
26	25000	0.18000	143.955	0.006	68	68000	0.349	391.559	0.012
27	26000	0.18500	149.714	0.006	69	69000	0.352	397.317	0.012
28	27000	0.19000	155.472	0.006	70	70000	0.354	403.075	0.012
29	28000	0.19500	161.230	0.007	71	71000	0.360	408.834	0.012
30	29000	0.20000	166.988	0.007	72	72000	0.363	414.592	0.012
31	30000	0.20500	172.747	0.007	73	73000	0.365	420.350	0.012
32	31000	0.20800	178.505	0.007	74	74000	0.371	426.108	0.012
33	32000	0.21200	184.263	0.007	75	75336	0.375	433.801	0.013
34	33000	0.22000	190.021	0.007	76	76000		437.625	
35	34000	0.22400	195.779	0.007	77	77000		443.383	
36	35000	0.22800	201.538	0.008	78	78000		449.141	
37	36000	0.23500	207.296	0.008	79	79000		454.899	
38	37000	0.23800	213.054	0.008	80	80000		460.658	
39	38000	0.24000	218.812	0.008	81	81000		466.416	
40	39000	0.24300	224.571	0.008	82	82000		472.174	
41	40000	0.24900	230.329	0.008	83	83000		477.932	
42	41000	0.25100	236.087	0.008	84	84000		483.690	

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: ING. LUIS HERREA	NOMBRE: ING. TULIO GUILLÉN SHEEN
FECHA: 10/11/2023		FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023

**ANEXO N° 31.** Protocolo de curva esfuerzo-deformación de resistencia a la compresión de diseño con adición de 1.5% de harina de hoja de coca a los 14 días (DH1.5-14-5).

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	
	<b>NORMA</b>	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
	<b>TESIS</b>	"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON LA INCORPORACIÓN DEL 0.5%, 1% Y 1.5% DE HOJA DE COCA, CAJAMARCA 2023."	
ID. PROBETA:	DH1.5-14-5	DIAMETRO PROBETA (cm):	
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/10/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	0.00
FECHA DE ENSAYO:	14/10/2023	RESPONSABLE:	Ing. Jorge Hoyos
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Hoyos



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
			
PAOLO LEÓN	NELSON OBLITAS	NOMBRE: ING. EUTIS HERREA	NOMBRE: ING. JULIO GUILLÉN SHEEN
FECHA: 16/11/2023		FECHA: 10/11/2023	FECHA: 10/11/2023

**ANEXO N° 32. Matriz de consistencia.**

<p>“Propiedades físicas y mecánicas del concreto <math>f_c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5% de hoja de coca, Cajamarca 2023”</p>	<p>¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del concreto <math>f_c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5% de hoja de coca?</p>	<p><b>Objetivos</b></p>	<p><b>Hipótesis</b></p>	<p><b>Variables</b></p>
	<p>Mejoramiento de las propiedades del concreto</p>	<p>Analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto <math>f_c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5% de hoja de coca mediante los respectivos ensayos normados en el laboratorio.</p>	<p>Las propiedades mecánicas de concreto <math>f_c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5%, tendrá un aumento directamente proporcional a la adición de hoja de coca en un 97%, 141% y 88% respectivamente al diseño patrón.</p>	<p>Resistencia del concreto</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejoramiento del concreto con adición vegetal.</li> <li>Utilización legal de la hoja de coca.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar las propiedades de los materiales (agregado fino y agregado grueso).</li> <li>Realizar el diseño de mezcla bajo la metodología de “Módulo de Finura”.</li> <li>Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto patrón.</li> <li>Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto con la incorporación del 0.5%, 1% y 1.5% de hoja de coca.</li> <li>Analizar las variaciones de los resultados obtenidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentará la resistencia a la compresión del concreto <math>f_c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 0.5% de hoja de coca.</li> <li>Aumentará la resistencia a la compresión del concreto <math>f_c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 1% de hoja de coca.</li> <li>Aumentará la resistencia a la compresión del concreto <math>f_c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 1.5% de hoja de coca.</li> </ul>	<p>Adición de la hoja de coca</p>