

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON SUSTITUCIÓN  
DE AGREGADO GRUESO POR CONCRETO  
RECICLADO EN 15%, 25%, 40%, CAJAMARCA  
2023”**

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autores:**

Angel Eduardo Bazan Sanchez

Marcela Rojas Chavez

**Asesor:**

Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento

<https://orcid.org/0000-0003-3970-3793>

Cajamarca - Perú

**2024**

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>David Eloy Ordoñez Bringas</b>	<b>45207910</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Mario Rene Carranza Liza</b>	<b>26602358</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Tulio Edgar Guillen Sheen</b>	<b>26676774</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### TESIS

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

13%

★ Marilyn Del Rosario Huamán Changa, Talia Mayra Rodríguez Gozar, David Díaz Garamendi.

"Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas", Gaceta Técnica, 2022

Publicación

## DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a mis padres por su amor incondicional, por ser mis guías en todos los pasos que sigo dando en mi vida y por ser mi motivación para ser una mejor persona y un buen profesional.

A mis hermanos por brindarme su apoyo incondicional siempre.

A mis abuelos que desde el cielo me siguen guiando y protegiendo.

**Bach: Angel Eduardo Bazán Sánchez**

Con la presente investigación doy gracias a Dios por haberme levantado una y otra vez en momentos muy difíciles, Él fue mi guía, me dio fortaleza y la sabiduría necesaria para poder concluir con uno de mis sueños.

A mis queridos padres Rosa y Artemio que siempre me dieron una palabra de aliento para poder seguir adelante, apoyándome económicamente en todo este tiempo, a mi tía Martha por tenerme un amor incondicional y a mis hermanas por siempre estar apoyándome.

**Bach: Marcela Rojas Chávez**



## AGRADECIMIENTO

Le damos las gracias a Dios por darnos salud para poder concluir con este sueño tan anhelado y ayudarnos día a día en los momentos de dificultad.

A nuestra asesora la ingeniera Anita Alva Sarmiento por tener mucha paciencia y siempre orientarnos durante todo el tiempo de desarrollo del proyecto de investigación.

A nuestros familiares quienes nos apoyaron incondicionalmente en buenos y malos momentos para poder lograr nuestras metas.

A nuestra universidad y docentes quienes nos impartieron conocimientos y experiencias durante nuestra vida estudiantil, pues nos ayudaron a seguir adelante de una u otra manera para lograr nuestro proyecto de investigación gracias a su esfuerzo y dedicación.

**Angel y Marcela**

## 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
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	10
RESUMEN .....	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	25
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....	43
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	58
REFERENCIAS .....	64
ANEXOS .....	69

## Índice de tablas

Tabla 1: Total de probetas de acuerdo a la dosificación de mezclas .....	27
Tabla 2: Normativas de Protocolos .....	28
Tabla 3: Propiedades físicas de los agregados naturales.....	43
Tabla 4: Propiedades físicas del agregado de pavimento reciclado.....	43
Tabla 5: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con un 0% de agregado de concreto reciclado .....	44
Tabla 6: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con un 15% de agregado de concreto reciclado .....	44
Tabla 7: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con un 25% de agregado de concreto reciclado .....	45
Tabla 8: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con un 40% de agregado de concreto reciclado .....	45
Tabla 9: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días con un 0% de agregado de concreto reciclado .....	47
Tabla 10: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días con un 15% de agregado de concreto reciclado .....	47
Tabla 11: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días con un 25% de agregado de concreto reciclado .....	48
Tabla 12: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días con un 40% de agregado de concreto reciclado .....	48

Tabla 13: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con un 0% de agregado de concreto reciclado .....	50
Tabla 14: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con un 15% de agregado de concreto reciclado .....	50
Tabla 15: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con un 25% de agregado de concreto reciclado .....	51
Tabla 16: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con un 40% de agregado de concreto reciclado .....	51
Tabla 17: Aportes unitarios por $\text{m}^3$ de concreto, método ACI.....	54
Tabla 18: Análisis de precio unitario con agregado natural.....	54
Tabla 19: Análisis de precio unitario sustituyendo el 15% con agregado reciclado....	55
Tabla 20: Análisis de precio unitario sustituyendo el 25% con agregado reciclado....	55
Tabla 21: Análisis de precio unitario sustituyendo el 40% con agregado reciclado....	56
Tabla 22: Porcentaje de variación en costo con respecto al precio del concreto patrón.....	56

## Índice de figuras

Figura 1: Resistencia a compresión promedio a los 7 días de curado.....	46
Figura 2: Resistencia a la compresión promedio a los 14 días de curado.....	49
Figura 3: Resistencia a la compresión de las probetas a los 28 días, con diferente porcentaje de agregado reciclado para diseño de mezcla.....	52
Figura 4: Variación de la resistencia promedio del concreto patrón y con sustitución del 15%, 25% y 40% en las edades de 7, 14 y 28 días .....	53
Figura 5: Precio por metro cúbico de concreto .....	57

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Porcentaje retenido.....	32
Ecuación 2: Porcentaje retenido acumulado .....	32
Ecuación 3: Porcentaje que pasa.....	32
Ecuación 4: Módulo de fineza A.F .....	32
Ecuación 5: Módulo de fineza A.G.....	32
Ecuación 6: Contenido de Humedad.....	33
Ecuación 7: Densidad de Masa (Peso Unitario).....	34
Ecuación 8: Contenido de vacíos .....	34
Ecuación 9: Peso Específico de Masa (PeM), ( $\text{kg/m}^3$ ) .....	35
Ecuación 10: Peso Específico SSS (PeSSS), ( $\text{kg/m}^3$ ) .....	35
Ecuación 11: Peso Específico Aparente (PeA), ( $\text{kg/m}^3$ ).....	35
Ecuación 12: Absorción (Ab) del Agregado Grueso, (%) .....	36
Ecuación 13: Peso Específico de Masa (PeM), ( $\text{kg/m}^3$ ) .....	37
Ecuación 14: Peso Específico SSS (PeSSS), ( $\text{kg/m}^3$ ) .....	37
Ecuación 15: Peso Específico Aparente (PeA), ( $\text{kg/m}^3$ ).....	37
Ecuación 16: Absorción (Ab) del Agregado Fino, (%) .....	37
Ecuación 17: Coeficiente de desgaste de Los Ángeles .....	38
Ecuación 18: Esfuerzo a la compresión .....	39

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en porcentajes del 15%, 25%, 40%. Este estudio es de tipo aplicativo con un diseño experimental para la recopilación y análisis de datos. Se determinó las propiedades físico – mecánicas de los agregados, cuyos resultados se encuentran dentro de los parámetros de la norma NTP 400.037, para posteriormente realizar el diseño de mezclas utilizando el método ACI. Para este proyecto se empleó como muestra 84 probetas con una sustitución del 15%, 25% y 40% con agregado grueso reciclado, las cuales tuvieron un periodo de curado de 7, 14 y 28 días. Se determinó la variación de la resistencia a la compresión dando como resultado que sustituyendo 15% de agregado reciclado la resistencia a compresión aumentó un 6.81% en comparación con el concreto patrón, con una sustitución del 25% de agregado reciclado tuvo una disminución de 5.17%, y con una sustitución del 40% de agregado reciclado tuvo una disminución del 21.35%. Se logró determinar el costo unitario por metro cúbico del concreto con agregado reciclado del 15%, el cual alcanzó un precio de S/ 475.77.

**PALABRAS CLAVES:** Concreto reciclado, Agregado grueso reciclado, Resistencia a la compresión, Material reciclado, RCD

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A lo largo de la historia de la construcción, el concreto ha destacado como un componente fundamental en las obras civiles debido a sus propiedades mecánicas, las cuales son altamente valoradas por su capacidad para fortalecer las estructuras. La extensa difusión de los conocimientos sobre este material lo posiciona como uno de los principales recursos utilizados en la industria de la construcción.

El concreto es uno de los materiales con mayor producción y utilización en obras civiles, lo que conlleva a la generación considerable de desechos y residuos, especialmente debido a la demolición de infraestructuras obsoletas en favor de nuevas y plenamente operativas. En varios países de Europa, se ha impulsado activamente la práctica del reciclaje del concreto, lo que ha demostrado ser beneficiosa tanto en la reducción de costos de fabricación y disminución del impacto ambiental. (Mendoza y Chávez, 2017).

Uno de los problemas ambientales derivado de las actividades de construcción es la generación de residuos de construcción y demolición, los que ocupan volúmenes particularmente grandes y que en algunos casos pueden llegar a ser peligrosos (Luján y Rodríguez, 2021).

Machaca (2018), nos menciona que, la deficiencia por parte de las autoridades locales en la implementación de sistemas de gestión ambiental y la escasa conciencia ambiental entre la población, contribuyen a un manejo inadecuado de estos desechos. En términos generales, estos se desechan sin previo aprovechamiento, lo que representa un riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud de las personas. No solo se trata de su eliminación sin reciclaje, sino también de una disposición desorganizada que genera focos contaminantes en espacios públicos.



La propuesta de reutilizar materiales descartados de construcciones y demoliciones, mediante un proceso adecuado de selección, almacenamiento y tratamiento, para sustituir los agregados gruesos y finos utilizados en el concreto convencional, abre la posibilidad de desarrollar técnicas de construcción con concreto reciclado, lo que podría resultar en la construcción de estructuras más respetuosas con el medio ambiente en un futuro cercano.

La presente investigación busca solucionar el gran problema de contaminación que generan los residuos de la construcción, en especial las demoliciones y escombros generados en la ciudad de Cajamarca, aplicando la reutilización de estos materiales con el propósito de disminuir la cantidad de desechos destinados a los vertederos y de esta manera contribuir hacia un modelo de construcciones sustentables. Para ello, se determinó el porcentaje de agregado grueso reciclado que puede reemplazarse parcialmente por agregado natural grueso y su influencia en la resistencia a compresión de un concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por lo que se elaboró probetas en tres proporciones diferentes del 15%, 25% y 40% para determinar la variación en la resistencia del concreto patrón en comparación con el concreto reciclado.

Debido a los factores antes mencionados surge la necesidad de disponer de procesos avanzados de reciclaje y de normativas que promuevan el uso de materiales reciclados en la construcción de infraestructuras.

En los últimos años, ha surgido un creciente interés en la promoción del reciclaje y la utilización de materias primas en varios países alrededor del mundo, destacando naciones como Alemania y Dinamarca, entre otros. Estos países han logrado alcanzar un alto porcentaje de material reciclado proveniente de desechos de hormigón generados por actividades de demolición, gracias a investigaciones especializadas en el manejo de hormigones reciclados. Este enfoque ha adquirido importancia tanto a nivel ambiental como económico (Moro, 2016).

Aunque en países europeos se está avanzando en el uso de agregados reciclados, su aplicación en estructuras sigue siendo limitada debido a las normativas específicas de cada país. Por ejemplo, países como Reino Unido, España y Holanda restringen su uso al 20%, mientras que Alemania muestra una mayor flexibilidad permitiendo hasta un 45% de reemplazo de agregado. Por otro lado, en Dinamarca se pueden realizar sustituciones de hasta el 100% en casos específicos de aplicación. Sin embargo, el elevado consumo energético asociado con la trituración, carga y transporte de estos materiales reduce su viabilidad económica (Ortiz et al., 2017).

Santos (2020), en su trabajo de fin de máster titulado “Desarrollo de hormigones resistentes al fuego con áridos reciclados procedentes de una planta de residuos de construcción” tuvo como objetivo obtener datos específicos sobre el desarrollo de hormigones empleando únicamente agregados reciclados provenientes de residuos de construcción y demolición (RCD), evaluando su resistencia a la compresión, resistencia al fuego y otras propiedades relevantes para su aplicación como hormigón no estructural. Se buscaba determinar si estos materiales podrían satisfacer las exigencias requeridas y eventualmente reemplazar al hormigón convencional. El estudio concluyó que el uso de agregados reciclados obtenidos del proceso de trituración de hormigones es una solución viable para la producción de hormigones reciclados. La calidad alcanzada por este tipo de hormigón permite obtener resultados satisfactorios en términos de resistencia mecánica, una de las principales características requeridas en cualquier tipo de hormigón. Además, su utilización contribuye a reducir los problemas asociados con la eliminación de residuos de la construcción, así como a disminuir la extracción de recursos naturales necesarios para la fabricación de hormigones convencionales, lo que a su vez mitiga el impacto ambiental generado durante décadas.

Por otro lado, Verdugo y Ronquillo (2019), en su tesis “Uso de hormigones reciclados de residuos de construcción y demolición como agregados para hormigón” analizaron el uso de concreto reciclado de residuos de construcción y demolición para la obtención de concreto con similares características y propiedades al concreto tradicional. Se realizó 3 diseños de concreto de  $f_c: 210 \text{ Kg/cm}^2$  y  $f_c: 280 \text{ Kg/cm}^2$ , primero se realizó un diseño de acuerdo a los parámetros convencionales, segundo se realizó un diseño en el cual se incrementó la cantidad de cemento y se utilizó solo agregado reciclado, y tercero se realizó un diseño con 60% agregado reciclado y 40% agregado natural (Piedra  $\frac{3}{4}$ ). En el primer diseño la muestra N° 1 los diseños de  $F_c: 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $F_c: 280 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días alcanzaron una resistencia promedio de  $142.78 \text{ Kg/cm}^2$  (67.99 %) y  $187.85 \text{ Kg/cm}^2$  (67.08 %) y para la muestra N° 2 los diseños de  $F_c: 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $F_c: 280 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días alcanzaron una resistencia promedio de  $129.14 \text{ Kg/cm}^2$  (61.49 %) y  $179.08 \text{ Kg/cm}^2$  (63.95 %). En el segundo diseño para la muestra N° 1 los diseños de  $F_c: 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $F_c: 280 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días alcanzaron una resistencia promedio de  $214.01 \text{ Kg/cm}^2$  (101.91 %) y  $285.16 \text{ Kg/cm}^2$  (101.84) y para la muestra N° 2 los diseños de  $F_c: 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $F_c: 280 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días alcanzaron una resistencia promedio de  $212.75 \text{ Kg/cm}^2$  (101.31 %) y  $282.82 \text{ Kg/cm}^2$  (101.01 %). En el tercer diseño para la muestra N° 1 los diseños de  $F_c: 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $F_c: 280 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días alcanzaron una resistencia promedio de  $217.55 \text{ Kg/cm}^2$  (103.59 %) y  $290.67 \text{ Kg/cm}^2$  (103.81 %) y para la muestra N° 2 los diseños de  $F_c: 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $F_c: 280 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días alcanzaron una resistencia promedio de  $214.18 \text{ Kg/cm}^2$  (101.99 %) y  $283.57 \text{ Kg/cm}^2$  (101.27 %). Concluyendo que solo el segundo diseño y el tercer diseño cumplen con las características requeridas.

En el caso específico de Perú, el uso de concreto reciclado como nueva alternativa sostenible ha comenzado a tener impulso en investigaciones como es el caso de Quispe (2018),

en su tesis titulada “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la cantera de Zurite por agregado grueso de concreto reciclado de pavimento rígido para obras civiles en la ciudad del Cusco” cuyo objetivo es estudiar la resistencia a compresión del concreto endurecido, reemplazando agregado reciclado por el agregado grueso, empleando el método ACI se realizó el diseño de mezclas para  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; con porcentajes de agregado reciclado del 0%, 30%, 50% y 100%. La muestra de la investigación contó con 108 testigos elaborados. Los resultados en 28 días con 0% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de  $213.40 \text{ kg/cm}^2$ , con 30% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de  $213.39 \text{ kg/cm}^2$ , con 50% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de  $212.70 \text{ kg/cm}^2$ , y al 100% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de  $198.70 \text{ kg/cm}^2$ . La variación del concreto con agregados reciclados es menor comparado con el concreto convencional de la misma composición, pero aumentando el aporte de cemento Portland, para el concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , la resistencia conseguida es muy similar a la obtenida para concreto convencional.

Por otro lado, Pastor y Pérez (2020), investigaron acerca del “Diseño de concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  empleando concreto reciclado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2020”, el cual tuvo como objetivo principal elaborar un concreto ecológico, con resistencia suficiente para uso estructural, sustituyendo agregados convencionales por agregados reciclados con la finalidad de poder obtener un diseño óptimo y con mejor resistencia al esfuerzo de compresión. Se realizaron un total de 24 testigos de concreto, de las cuales 06 testigos de concreto patrón y 18 testigos con concreto reciclado en proporciones de 5%, 10% y 15%. A los 28 días de curado el concreto patrón alcanzó una resistencia de  $211.8 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto con 5% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de  $224.4 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto con 10% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de  $229.8 \text{ kg/cm}^2$ , y el concreto con 15%

de agregado reciclado alcanzó una resistencia de  $233.5 \text{ kg/cm}^2$ . La conclusión principal fue que el óptimo diseño de mezcla ocurre con la adición del 15% del concreto reciclado obtenido de una resistencia de compresión mayor a los demás concretos. Al comparar los costos unitarios del concreto convencional con el concreto modificado, nos damos cuenta que tiene un beneficio con respecto al convencional esto se verá reflejado con mayor claridad en grandes cantidades.

Así mismo Ramírez (2022), en la tesis “Resistencia a la compresión en sustitución del agregado grueso por el concreto reciclado en los porcentajes 30% y 40%, Huaraz-2022” donde analizó la resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución del agregado grueso por concreto reciclado con un porcentaje de sustitución de 30% y 40%. El primer paso fue realizar ensayos para las propiedades mecánicas de los agregados para posteriormente realizar el diseño de mezcla con el método ACI, realizando un total de 36 probetas que fueron ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días. Los resultados arrojaron que para el concreto modelo a los 7 días se alcanzó una resistencia de  $259.9 \text{ kg/cm}^2$ , para el día 14 una resistencia de  $273.1 \text{ kg/cm}^2$ , día 21 una resistencia de  $315.5 \text{ kg/cm}^2$  y por último para el día 28 una resistencia de  $395.4 \text{ kg/cm}^2$ ; para el concreto con porcentaje de sustitución de 30 % de agregado reciclado a los 7 días se alcanzó una resistencia de  $293.9 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días una resistencia de  $298.3 \text{ kg/cm}^2$ , para el día 21 se alcanzó una resistencia de  $297.2 \text{ kg/cm}^2$  y por último para el día 28 se alcanzó una resistencia de  $345.5 \text{ kg/cm}^2$ ; para el concreto con porcentaje de sustitución de 40 % de agregado reciclado se alcanzó una resistencia a los 7 días de  $210.6 \text{ kg/cm}^2$ , día 14 se alcanzó una resistencia de  $204.7 \text{ kg/cm}^2$ , día 21 se alcanzó una resistencia de  $234.6 \text{ kg/cm}^2$  y por último para el día 28 se alcanzó una resistencia de  $258.6 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluyó que solo el concreto con sustitución del 30% de agregado reciclado cumple con la hipótesis formulada.

Como Cobeñas y Valenzuela (2022), en su tesis “ Análisis comparativo del efecto del agregado de concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante, Trujillo 2022” llevaron a cabo un estudio acerca del efecto que tiene el uso del agregado de concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante en edificaciones, la metodología utilizada fue no probabilístico por conveniencia, por lo cual, el procedimiento empleado para la recolección de datos fueron fichas de resumen en las que se almaceno información relevante de las 32 investigaciones que fueron previamente escogidas; centrándose principalmente en el desempeño del agregado reciclado conseguido de pavimentos, escombros de construcción, probetas de laboratorio, en la resistencia a la compresión a nivel estructural, cumpliendo con lo dispuesto en la Norma Técnica de Edificación (NTE). Se llegó a la conclusión de que la relación entre agregados reciclados y resistencia a la compresión es de decrecimiento conforme se aumenta el porcentaje de agregados. El efecto de la adición de agregados reciclados en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante muestra una disminución leve, que se puede ser controlada si el reemplazo de agregado convencional por uno reciclado es igual o menor al 20%. En la T-29 el concreto patrón llegó a 34.99 MPa, y con la sustitución del 20% del AR de pavimento alcanzó 34.77 MPa; En la T-30 el concreto patrón llegó a 23.29 MPa, y con la sustitución del 15 % del AR de pavimento alcanzó 22.91 MPa; En la T-31 el concreto patrón llegó a 25.26 MPa, y con la sustitución del 50 % del AR de pavimento alcanzó 20.59 MPa y por último En la T-32 el concreto patrón llegó a 25.60 MPa, y con la sustitución del 100 % del AR de pavimento alcanzó 16.70 MPa.

Así también Guerrero y Trujillo (2020), en su investigación “Influencia del agregado de concreto reciclado en reemplazo del agregado grueso a la compresión y costo del concreto – Huaraz, 2020” tuvieron como objetivo determinar a qué resistencia de compresión llegó el

uso de concreto reciclado con agregados reciclado en porcentajes del 25% y 50% en sustitución del agregado grueso natural, por lo que se tuvo que realizar los respectivos ensayos del agregado reciclado y los agregados naturales, con los datos conseguidos en ensayos de las propiedades físico-mecánicas se procedió a realizar los diseños de mezclas para una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , posteriormente se realizaron los testigos para una sustitución de 0% ACR, 25% ACR, 50% ACR, en total se realizaron 36 probetas para ser ensayadas a compresión a las edades de 7, 14, 21 y 28 días; por otro lado se analizaron los precios de cada uno de los diseños de mezcla y fueron comparados para ver si es factible el uso de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso. Los resultados indicaron que el testigo patrón sobrepasó la resistencia de diseño a los 28 días alcanzando una resistencia de  $395.8 \text{ kg/cm}^2$  con un precio por  $\text{m}^3$  de S/ 313.708, al reemplazar el 25% con agregado reciclado se alcanzó una resistencia promedio de  $345.5 \text{ kg/cm}^2$  con un precio por  $\text{m}^3$  de S/ 308.257, y por último al reemplazar en 50% con agregado reciclado se obtuvo una resistencia de  $292.7 \text{ kg/cm}^2$  con un precio por  $\text{m}^3$  de S/ 302.960.

A nivel local estamos viendo estudios acerca de esta nueva construcción sostenible como es el caso que se presenta en la tesis realizada por Centurión (2022), titulada “Determinación de la resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregados reciclados de vías, en la ciudad de Cajamarca, 2021”, donde evaluó la resistencia a compresión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  trabajado con agregados reciclados procedentes de pavimentos deteriorados de la ciudad de Cajamarca. En la primera fase se realizó ensayos para obtener las propiedades de los agregados, utilizando el método de combinación de agregados se realizó el diseño de mezclas para la elaboración de 72 especímenes con la adición de agregado reciclado en 15%, 20% y 25%. La resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días del concreto patrón es de  $223.50 \text{ kg/cm}^2$ . El concreto con 15% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de

231,84  $\text{kg/cm}^2$ , aumentando en 10.40% en comparación con el patrón. El concreto con 20% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de 243,17  $\text{kg/cm}^2$  aumentando en 15.79 % en comparación con el patrón. El concreto con 25% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de 217,57  $\text{kg/cm}^2$  El concreto con 20% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de 243,17  $\text{kg/cm}^2$  aumentando en 3.60 % en comparación con el patrón.

Marín (2019), en su investigación “Resistencia a la compresión axial del concreto al reemplazar concreto reciclado como agregado grueso en porcentajes del 5%, 10% y 15%” tuvo como objetivo analizar la resistencia a compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando agregados de cantera y agregado grueso reciclado en porcentajes del 5%, 10% y 15%. Se logró determinar la caracterización de los agregados para que mediante el método ACI 211 se realice el diseño de mezclas, se elaboró 72 probetas que fueron sometidas a la prueba de compresión axial a los 7, 14 y 28 días. El concreto patrón alcanzó una resistencia de 266.74  $\text{kg/cm}^2$  a los 28 días, con el 5% de agregado reciclado alcanzó una resistencia del 244.82  $\text{kg/cm}^2$ , con el 10% una resistencia del 232.61  $\text{kg/cm}^2$ , y con el 15% una resistencia del 225.85  $\text{kg/cm}^2$  respectivamente a los 28 días. Se concluyó que existe una disminución de la resistencia en 8.22%, 12.80%, 15.33% con respecto a la probeta patrón respectivamente.

Por otro lado Aguilar (2019), en su tesis “Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al usar agregado grueso reciclado” logró determinar la variación de la resistencia que tiene el concreto compactado al reemplazar el agregado grueso de cantera por agregado grueso reciclado de pistas en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100%, para ello se determinaron las propiedades físico-mecánicas tanto del agregado de cantera como el agregado reciclado, el diseño de mezclas fue desarrollado mediante la metodología de compactación de suelos y se logró realizar 150 probetas para ser evaluados a las edades de 7, 14 y 28 días. Los resultados arrojaron que tanto el concreto elaborado con el 25% y 50% de



agregado reciclado tuvieron una resistencia de  $230.22 \text{ kg/cm}^2$  y  $220.29 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, aumentando en 6.04% y 1.47% respecto al concreto patrón cuya resistencia fue de 217.11. Por otro lado, el concreto elaborado con agregados reciclados en porcentajes de 75% y 100% llegaron a una resistencia de  $200.52 \text{ kg/cm}^2$  y  $193.27 \text{ kg/cm}^2$  disminuyendo en 7.64% y 10.98% respectivamente en comparación con el concreto patrón que llegó a 217.11  $\text{kg/cm}^2$ .

A continuación, se considera importante mencionar las siguientes definiciones de la presente investigación:

**Concreto:** Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos (E.060, 2009).

**Cemento Portland:** Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker (E.060, 2009).

**Agua:** El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable (E.060, 2009).

**Agregados:** Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico (E.060, 2009).

**Agregado fino:** Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 74  $\mu\text{m}$

(N° 200); deberá cumplir con los límites establecidos en la presente norma (NTP 400.037, 2014).

**Agregado grueso:** Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la presente Norma (NTP 400.037, 2014).

**Clasificación de los agregados para concreto:** Según la NTP 400.011 (2008) se clasifica por su composición granulométrica, por su forma y por su densidad.

**Concreto de demolición:** Es el término genérico aplicado a los fragmentos de concreto obtenido por demolición de estructuras, de concreto simple o armado (NTP 400.053, 1999).

**Agregado reciclado:** Agregado procedente de tratamiento de materiales (escombros) de desecho obtenidos de demolición de construcciones (NTP 400.037, 2014).

**Concreto Reciclado:** El concreto reciclado es aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje (NTP 400.053, 1999).

**La resistencia a la compresión:** El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen (NTP 339.034, 2015).

Luego de lo antes mencionado esta investigación se llevó a cabo con el propósito de abordar uno de los principales desafíos en la gestión adecuada de los residuos de demolición de pavimentos de concreto, los cuales son depositados de manera improvisada en vertederos. Como resultado, surgió la necesidad de buscar soluciones para reciclar el concreto de

pavimentos, con el fin de reducir los desperdicios generados por la industria de la construcción y prevenir la contaminación ambiental.

## 1.2. Formulación del problema

¿En cuánto varía la resistencia a la compresión de  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en porcentajes del 15%, 25% y 40% en comparación con el concreto patrón?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo General:

- Determinar la variación de la resistencia a compresión del concreto  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en porcentajes del 15%, 25% y 40% en comparación con el concreto patrón.

### 1.3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de cantera y agregados reciclados.
- Elaborar el diseño de mezcla del concreto patrón  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25% y 40% empleando el método ACI para la elaboración de las probetas.
- Determinar la resistencia a compresión de concreto  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con agregado reciclado en porcentajes del 15%, 25% y 40%.
- Comparar la resistencia a compresión de un concreto  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregados de reciclados respecto al concreto patrón  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

- Analizar el costo unitario por  $\text{m}^3$  del concreto patrón y el concreto con el porcentaje de agregado reciclado que brinde mejores resultados, para elaborar una propuesta con el diseño óptimo.

#### 1.4. Hipótesis

- La resistencia a la compresión del concreto  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en porcentajes del 15% aumenta en más del 5% en comparación con el concreto patrón, mientras que con los porcentajes del 25% y 40% disminuye en más del 5% y 10% respectivamente.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipos de Investigación

#### 2.1.1. Por el propósito:

Esta investigación es de tipo aplicada, ya que se busca llevar a la práctica conocimientos previos para la utilización de agregado reciclado en el diseño de mezclas de concreto y analizar su resistencia, pues se busca adquirir nuevos conocimientos que sean utilizados en beneficio para la sociedad.

#### 2.1.2. Según el diseño de investigación:

De acuerdo con el estudio en cuestión se emplea un enfoque experimental, ya que se pretende modificar una variable independiente con el fin de examinar los efectos resultantes en la variable dependiente.

#### 2.1.3. Diseño de investigación:

La investigación experimental se caracteriza por la manipulación intencionada de la variable independiente y el análisis de su impacto sobre una variable dependiente. (Ramos, 2021)

La presente investigación es experimental, puesto a que se seleccionaron las muestras de concreto por conveniencia, utilizando probetas elaboradas con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en porcentajes del 15%, 25% y 40%, para luego ser comparados con el concreto patrón.

### 2.2. Variables de Estudio:

#### 2.2.1. Variable independiente:

- Concreto reciclado en 15%, 25%, 40%.

### 2.2.2. Variable dependiente:

- Resistencia a la compresión del concreto  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### 2.3. Población y muestra

La población estuvo compuesta por probetas cilíndricas de concreto con agregado reciclado elaboradas para esta investigación, cuyo objetivo es analizar el uso de concreto con agregado reciclado para lograr una mayor resistencia a la compresión.

De acuerdo al E 0.60 (2009), nos menciona:

La prueba de resistencia se debe tomar como el promedio de la resistencia de dos muestras cilíndricas de 6" de diámetro x 12" de altura (150 mm x 300 mm) o tres muestras cilíndricas de 4" de diámetro x 8" de altura (100 mm x 200 mm) moldeados a partir de la misma muestra de concreto y ensayados en periodos de 7, 14 y 28 días o a la edad de ensayo especificada para  $f'_c$  (E 0.60, 2009).

A partir de esto tanto el conjunto total de elementos bajo estudio (población) como la selección específica utilizada para la investigación (muestra) consistieron en un total de 84 probetas, que incluye tantas probetas patrón como probetas con adiciones de concreto reciclado en un porcentaje del 15%, 25% y 40%, las cuales serán sometidas a ensayos para evaluar su capacidad de resistencia a la compresión, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Total de probetas de acuerdo a la dosificación de mezclas*

Descripción	Edad de ensayo (7 días)			Sub total
	7	14	28	
Probetas patrón	7	7	7	21
Probetas a 15% de agregado de concreto reciclado.	7	7	7	21
Probetas a 25% de agregado de concreto reciclado.	7	7	7	21
Probetas a 40% de agregado de concreto reciclado.	7	7	7	21
Total de probetas				84

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.4.1. Técnicas recolección de datos:

El método de recolección de datos para este estudio fue la observación directa de cada ensayo realizado a los agregados, así como también cada probeta ensayada a compresión.

### 2.4.2. Instrumentos de recolección de datos:

La ficha de recolección de datos constituye un instrumento fundamental en el ámbito de la investigación, cuya eficacia radica en la capacidad de proporcionar información veraz y detallada, esencial para su posterior procesamiento y análisis. Asimismo, es imperativo que esta ficha no solo garantice la exactitud de los datos recopilados, sino que también exprese claramente el método estadístico que será empleado en su análisis subsiguiente. Este enfoque metodológico debe estar claramente definido, ofreciendo una guía precisa para la interpretación y extracción de conclusiones válidas a partir de los datos recabados

Con el propósito de realizar un análisis exhaustivo de la información recopilada, se emplearon las siguientes técnicas en el contexto de la investigación:

- Norma técnica peruana (NTP)

- Protocolos establecidos por la UPN

**Tabla 2**

*Normativas de Protocolos*

<b>PROTOCOLOS</b>	
<b>Ensayos</b>	<b>Normas</b>
Análisis Granulométrico de agregados gruesos y finos	NTP 400.012
Contenido de Humedad	NTP 339.185
Peso unitario de los agregados	NTP 400.017
Peso específico y absorción de agregados gruesos	NTP 400.021
Gravedad específica y absorción de agregados finos	NTP 400.022
Abrasión de los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños mayores de 19 mm (3/4")	NTP 400.020
Asentamiento del concreto (Slump)	NTP 339.035
Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos	NTP 339.034

**Evidencias de Validez:**

La validación utilizada en la presente tesis de investigación son los protocolos utilizados de tecnología del concreto del laboratorio, en los cuales reflejan los diferentes resultados obtenidos en cada ensayo de laboratorio, los cuales son aprobados y revisados por el ingeniero a cargo en el laboratorio. También se puede decir que los resultados cumplen con lo establecido por la norma, ya que está dentro de los rangos señalados.

**Puntuaciones de Confiabilidad:**

Para poder cumplir con los objetivos proyectados se efectuaron una serie de ensayos de laboratorio, donde se siguió estrictamente los lineamientos que se estipulan en las normas y asimismo se obtuvieron valores verificados por el ingeniero a cargo del laboratorio de concreto.



Para realizar el ensayo de resistencia a la compresión, se verificó que la prensa hidráulica estuviera en óptimas condiciones pues es un equipo de alto riesgo, esto no sólo garantiza la confiabilidad de los resultados obtenidos, sino que también garantiza la seguridad durante el ensayo a compresión de las probetas.

### **Equidad:**

Los 84 especímenes en total que se elaboró, correctamente agrupados en 21 probetas de 0%, 15%, 25% y 40%, al remplazar el agregado grueso por agregado reciclado contiene los mismos materiales en peso volumétrico ya que han sido determinados en las mismas condiciones atmosféricas de humedad, temperatura, clima y presión atmosférica. Como también en volumen, adicionalmente para los ensayos de la resistencia a compresión.

### **Criterios de calidad:**

La cantera Aguilar cuenta con licencia de operación emitida por la Municipalidad provincial de Cajamarca. Los materiales empleados como los agregados gruesos y finos han sido sometidos a diversos ensayos como: análisis granulométrico, contenido de humedad, gravedad específica, peso unitario y absorción, cumpliendo con las características físicas, de acorde a las normas técnicas peruanas y ASTM de la presente investigación.

Asimismo los equipos y herramientas que se utilizaron cuentan con certificado y calibración vigente.

### **2.4.3. Técnicas de análisis de datos:**

Como este estudio es de naturaleza experimental, se empleó la técnica de estadística descriptiva para resumir de manera concisa y comprensible los datos a través de:

- Tablas
- Gráficos

#### 2.4.4. Instrumentos de análisis de datos

- Software de Microsoft Excel
- Diagramas de dispersión
- Gráficos de curvas
- Gráficos de barras

Estas técnicas e instrumentos permitieron un análisis riguroso y detallado de la información recopilada, facilitando la interpretación de los resultados y contribuyendo al logro de los objetivos planteados.

### 2.5. Procedimiento

#### 2.5.1. Procedimiento de recolección de datos

**Paso N°1:** El trabajo de campo implicó la selección de la cantera de río denominada “Aguilar”, ubicada en la carretera Otuzco - Baños del Inca, para posteriormente extraer la muestra guiándonos de la NTP 400.010.

Conforme a lo estipulado en la NTP 400.037, se define como agregado fino aquel que resulta de la desintegración natural o inducida y que, específicamente, atraviesa el tamiz de 9,51 mm (3/8 de pulgada) mientras queda retenido en el tamiz de 75 micrómetros (N°200). Del mismo modo la NTP 400.037 describe al agregado grueso como la colección de partículas de naturaleza natural o manufacturada que queda retenida en el tamiz de 4,76 mm (N°4).

**Paso N° 2:** La extracción del material reciclado se realizó mediante un fresado del pavimento rígido ubicado en la intersección Av. El Maestro y Óvalo El Inca, de la ciudad de Cajamarca. La recolección se realizó selectivamente teniendo en cuenta el destino de los residuos obtenidos, que fue primero el reciclaje y luego la reutilización de este teniendo en

cuenta las normas técnicas respectivas. El transporte del concreto reciclado se realizó con equipos y vehículos en horarios y rutas según las normas técnicas respectivas.

**Paso N° 3:** Con el uso de maquinaria pesada y equipos de chancado y triturado, así como también mano de obra calificada, el material reciclado fue tratado para obtener agregados reciclados.

**Paso N° 4:** Para concretar el reciclaje de los materiales reciclados, se debe verificar su aptitud para el uso previsto según criterios técnicos y ambientales.

**Paso N° 5:** Después de la obtención de la muestra, se llevó a cabo el análisis granulométrico correspondiente de cada uno de los agregados. Además, se realizó una serie de ensayos físicos y mecánicos adicionales, tales como la determinación del peso unitario, el peso específico, el porcentaje de absorción, el contenido de humedad y la resistencia a la abrasión. Estos ensayos fueron complementados con pruebas tanto en el concreto en su estado fresco (Slump) como en su estado endurecido (Resistencia a la compresión). Cabe destacar que se cumplió con las disposiciones normativas pertinentes establecidas por la Norma Técnica Peruana (NTP). Los formatos utilizados son mencionados a detalle (ver anexo 06).

#### **Análisis Granulométrico del Agregado fino, Grueso y Reciclado - NTP 400.012**

- Pesar aproximadamente 5000 gr. para agregado grueso y 3000 gr. para agregado fino.
- Colocar las mallas estándar de diámetro mayor a menor.
- Colocar el material en la malla superior y tamizar realizando un proceso de vibración.
- Pesar el contenido de cada malla.

- Dibujar la Curva granulométrica.
- Determinar Módulo de finura y Coeficiente de uniformidad.

### Ecuación 1

*Porcentaje retenido*

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Masa retenida en el tamiz}}{\text{Masa inicial seca}} * 10$$

### Ecuación 2

*Porcentaje retenido acumulado*

$$\% \text{ Ret. Ac. } (n) = \% \text{Ret. del tamiz anterior } (n - 1) + \% \text{ Ret. del tamiz } (n)$$

### Ecuación 3

*Porcentaje que pasa*

$$\% \text{ Que pasa} = 100\% - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

Las ecuaciones 4 y 5 presentadas a continuación muestran cómo calcular los módulos de finura para los agregados gruesos y finos, respectivamente.

### Ecuación 4

*Módulo de finura A.F*

$$mf = \sum \frac{\% \text{Ret. Acum. } (3/8", N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

### Ecuación 5

*Módulo de finura A.G*

$$mg = \sum \frac{\% \text{Ret. Acum. } (3", 1 \frac{1}{2}", \frac{3}{4}", 3/8", N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

## Contenido de Humedad - NTP 339.185

- Pesar una muestra de agregado fino o grueso en estado natural. (Ph).
- Colocar en el horno a una temperatura de  $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  por 24 horas, hasta peso constante (Ps) y Determinar el peso seco de la muestra.
- Para la determinación del contenido de humedad utilizar la ecuación:

### **Ecuación 6**

#### *Contenido de Humedad*

$$W\% = \frac{P_h - P_s}{P_s} * 100$$

Donde:

W%: Contenido de humedad en porcentaje

Ph: Peso de la muestra húmeda

Ps: Peso de la muestra seca

### **Peso unitario NTP - 400.017**

#### *Peso Unitario Suelto*

- Secar la muestra a temperatura constante antes de iniciar el ensayo.
- Llenar el recipiente hasta el rebose con cucharón manteniendo por lo menos 50 mm por encima del borde superior.
- Nivelar con la varilla de fierro la superficie del recipiente y registrar el peso del recipiente más muestra (G) y la masa del recipiente vacío (T) con una exactitud al 0.05 kg.

#### *Peso Unitario Compactado (Procedimiento de Apisonado)*

- Llenar el recipiente a 1/3 del total, aplanar la superficie con los dedos y apisonar 25 veces con la varilla de compactación de forma circular.

- Llenar el recipiente a los  $2/3$  del total y nivelar y apisonar de la misma forma.
- Rellenar el recipiente y enrasar de la misma manera anterior. Nivelar con la varilla de fierro.
- Registrar el peso del recipiente más muestra (G) y la masa del recipiente vacío (T) con una exactitud al 0.05 kg.

### **Ecuación 7**

*Densidad de Masa (Peso Unitario)*

$$M = \frac{G - T}{V}$$

M = Densidad de masa del agregado,  $\text{kg/m}^3$

G = Peso del recipiente más muestra, kg

T = Peso del recipiente vacío, kg

V = Volumen del molde,  $\text{m}^3$

### **Ecuación 8**

*Contenido de vacíos*

$$\% \text{Vacíos} = 100 * \frac{(S * W) - M}{S * W}$$

M = Densidad de masa del agregado,  $\text{kg/m}^3$

S = Peso Específico de Masa (Pem) de acuerdo a NTP 400.021 o NTP 400.022

W = Densidad del agua,  $998 \text{ kg/m}^3$

**Densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso**

**NTP - 400.021**

- Cubrir con agua el agregado grueso seco por un tiempo de  $24 \pm 4$  horas. Tener en consideración que el agua debe de estar por lo menos 2 cm por arriba de la superficie del agregado grueso.
- Botar el agua y extender el material sobre una superficie plana y remover con periodicidad a fin de conseguir un secado uniforme.
- Pesar la cantidad necesaria de agregado grueso en condición SSS y registrar peso “B”.
- Colocar inmediatamente la muestra de agregado grueso en la cesta de malla de alambre y determinar su peso en el agua, registrar peso “C”. Eliminar el aire atrapado en la muestra con ligeros golpes en la cesta de malla de alambre al momento de sumergirla en agua.
- Recuperar el agregado grueso, decantando el agua con sumo cuidado. Secar la muestra en un horno a temperatura constante. Dejar secar y Registrar peso “A”.

### **Ecuación 9**

*Peso Específico de Masa (PeM), (kg/m<sup>3</sup>)*

$$PeM = 997.5 * \left( \frac{A}{B - C} \right)$$

### **Ecuación 10**

*Peso Específico SSS (PeSSS), (kg/m<sup>3</sup>)*

$$PeSSS = 997.5 * \left( \frac{B}{B - C} \right)$$

### **Ecuación 11**

*Peso Específico Aparente (PeA), (kg/m<sup>3</sup>)*

$$PeA = 997.5 * \left( \frac{A}{A - C} \right)$$

**Ecuación 12**

*Absorción (Ab) del Agregado Grueso, (%)*

$$Ab\% = \left( \frac{B - A}{A} \right) * 100$$

A: Peso de la muestra seca en el horno, (g)

B: Peso de la muestra SSS al aire, (g)

C: Peso de la muestra SSS en el agua, (g)

**Densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino NTP****- 400.022**

- Cubrir el material seco con agua por un intervalo de 24 horas. Tener en consideración que el agua debe de estar al menos 2 cm por arriba de la superficie del agregado fino.
- Extender el material sobre una superficie plana y remover con frecuencia a fin de garantizar un secado uniforme.
- Introducir en la fiola,  $500 \pm 10 \text{ g}$  de agregado fino en condición SSS y registrar “S”.
- Llenar con agua la fiola hasta aproximadamente la marca de  $500 \text{ cm}^3$ . Mover cuidadosamente el frasco con el agua y arena a fin de que los materiales se homogenicen. Eliminar las burbujas mediante rolado del frasco (proteger con franela o trapo industrial) o mediante una pipeta. Dejar que repose y rellenar hasta la marca de  $500 \text{ cm}^3$  de la fiola. Anotar peso “C”.
- Escurriendo el agua con sumo cuidado de la fiola y recuperar el agregado fino en una tara. Secar la muestra en el horno por espacio de 24 horas. Dejar secar y anotar peso “A”. Determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a  $23,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Anotar peso “B”.



**Ecuación 13**

*Peso Específico de Masa (PeM), (kg/m<sup>3</sup>)*

$$PeM = 997.5 * \left( \frac{A}{B + S - C} \right)$$

**Ecuación 14**

*Peso Específico SSS (PeSSS), (kg/m<sup>3</sup>)*

$$PeM = 997.5 * \left( \frac{S}{B + S - C} \right)$$

**Ecuación 15**

*Peso Específico Aparente (PeA), (kg/m<sup>3</sup>)*

$$PeA = 997.5 * \left( \frac{A}{B + A - C} \right)$$

**Ecuación 16**

*Absorción (Ab) del Agregado Fino, (%)*

$$Ab\% = \frac{S - A}{A} * 100$$

S: Peso de arena SSS, (g)

B: Peso del frasco lleno de agua hasta la marca de calibración, (g)

C: Peso de frasco + arena + agua (g)

A: Peso de arena secada al horno (g)

**Abrasión NTP - 400.019**

- La muestra y la carga abrasiva correspondiente, se colocan en la máquina de Los Ángeles, y se hace girar el cilindro a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm; el número total de vueltas deberá ser 500. La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica prácticamente constante. Una vez

cumplido el número de vueltas prescrito, se descarga el material del cilindro y se procede con una separación preliminar de la muestra ensayada, en el tamiz # 12. La fracción fina que pasa, se tamiza a continuación empleando el tamiz de 1.70 mm (No. 12). El material más grueso que el tamiz de 1.70 mm (No. 12) se lava, se seca en el horno, a una temperatura comprendida entre 105 a 110 °C (221 a 230 °F), hasta peso constante, y se pesa con precisión de 1 g.

- El resultado del ensayo es la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra ensayada, expresado como tanto por ciento del peso original.

### **Ecuación 17**

*Coefficiente de desgaste de Los Ángeles*

$$\% \text{ Desgaste} = 100 * (P_1 - P_2) / P_1$$

P1: Peso muestra seca antes del ensayo

P2: Peso muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70mm (N°12)

### **Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas NTP - 339.034**

- Marcar y codificar cada espécimen.
- Medir las dimensiones de cada probeta.
- Revisar que las caras estén paralelas, caso contrario uniformizarlas.
- Colocar papel en la base y en la parte superior del espécimen.
- Llevar el espécimen a la prensa hidráulica y medir carga y deformación longitudinal en la máquina de compresión.

## Ecuación 18

*Esfuerzo a la compresión*

$$\sigma = P/A$$

$\sigma$ : Esfuerzo a la compresión

P: Carga actuante

A: Área resistente

**Paso N° 6:** Luego utilizando el método ACI 211 se realizó el diseño de mezcla con adición de agregado reciclado en porcentajes del 15%, 25% y 40% (ver anexo 06).

**Paso N° 7:** Posteriormente se elaboraron 84 probetas con las dosificaciones de diseño haciendo uso del cemento Pacasmayo portland tipo I, el agua de la mezcla utilizada está bajo requerimientos de la NTP 339.088.

**Paso N° 8:** Las 84 probetas fueron sometidas al ensayo de compresión a los 7, 14 y 28 días (ver anexo 06) para posteriormente analizar los datos y dar una propuesta de diseño con el porcentaje de agregado reciclado más óptimo (ver anexo 01).

### 2.5.2. Procedimiento de tratamiento y análisis de datos

**Paso N° 1:** Los resultados del tratamiento y análisis de los datos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados se presentan en tablas resumen, siguiendo los protocolos utilizados en la recolección de datos. Para este análisis, se utilizó el programa Microsoft Excel y se aplicaron técnicas de estadística descriptiva, como medidas de tendencia central y dispersión.

Este paso consiste en los siguientes subpasos:

Recolección de datos: Se obtienen datos sobre las propiedades físicas (como densidad, tamaño de partícula, absorción de agua) y mecánicas (como resistencia al desgaste, dureza) de

los agregados utilizados en la investigación. Estos datos se recopilan según protocolos establecidos para asegurar consistencia y precisión.

**Organización de datos:** Los datos recolectados se organizan en tablas resumen. Estas tablas incluyen todas las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, proporcionando una vista clara y estructurada de los resultados.

**Cálculo de estadísticas descriptivas:** Se aplican técnicas de estadística descriptiva utilizando Microsoft Excel. Esto incluye:

**Medidas de tendencia central:** Como la media (promedio) y la mediana para describir el centro de los datos.

**Medidas de dispersión:** Como la desviación estándar y el rango para entender la variabilidad de los datos.

**Presentación de resultados:** Los resultados del análisis estadístico se presentan en tablas resumen. Estas tablas muestran tanto los valores originales de las propiedades medidas como las estadísticas descriptivas calculadas, proporcionando una comprensión clara y concisa de los datos.

**Interpretación preliminar:** Se realiza una interpretación preliminar de los datos organizados y analizados. Esto puede incluir identificar valores atípicos, patrones o tendencias que sean relevantes para la investigación.

Este paso tiene como objetivo preparar y presentar de manera clara y organizada los datos sobre las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, asegurando que se sigan los protocolos de recolección de datos y utilizando herramientas estadísticas para proporcionar un análisis riguroso y fundamentado.

**Paso N° 2:** El tratamiento y análisis de los datos obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión de los cuatro diseños se realizó mediante tablas y gráficos, generados con Microsoft Excel.

Este paso consiste en los siguientes subpasos:

**Organización de datos:** Los datos de resistencia a la compresión para cada uno de los cuatro diseños se recopilan y organizan en tablas. Estas tablas resumen muestran los valores de resistencia para cada espécimen probado.

**Cálculo de estadísticas descriptivas:** Se aplica la estadística descriptiva para analizar los datos. Esto incluye calcular:

**Media (promedio):** El promedio de la resistencia a la compresión de las muestras en cada grupo.

**Mediana:** El valor medio que separa la mitad superior de la mitad inferior de los datos.

**Desviación estándar:** Una medida de la dispersión de los valores de resistencia a la compresión alrededor de la media.

**Rango:** La diferencia entre el valor máximo y mínimo de resistencia a la compresión.

**Visualización de datos:** Se crean gráficos (como gráficos de barras, gráficos de dispersión, etc.) para visualizar los datos y facilitar la comparación entre los diferentes diseños. Estos gráficos permiten observar tendencias y diferencias en los resultados de resistencia a la compresión entre los distintos tipos de sondas.

**Análisis comparativo:** Se realiza un análisis comparativo de los datos de resistencia a la compresión de cada tipo de sonda elaborada en la investigación. Esto implica comparar las estadísticas descriptivas de cada grupo para identificar patrones, diferencias significativas y cualquier tendencia relevante.

Interpretación de resultados: Los resultados del análisis comparativo se interpretan en el contexto de los objetivos de la investigación. Esto incluye evaluar si los datos apoyan o refutan la hipótesis planteada y discutir las posibles razones detrás de los resultados observados.

### **2.5.3. Aspectos éticos**

En relación a los aspectos éticos toda la información adjuntada en este trabajo de investigación, así como los resultados obtenidos y analizados no han sido manipulados, ni mucho menos copiados de otra fuente garantizando la originalidad y autenticidad.

Para la elaboración del informe de tesis respetando los criterios éticos de las investigaciones estudiadas se han respetado los derechos de los autores empleando la norma APA. 7<sup>a</sup> edición, con citas textuales y parafraseo.

Con criterio ético y responsable se adquirió las versiones estudiantiles de los softwares usados como Microsoft Office y Autodesk.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este capítulo, se exponen los resultados obtenidos de diversos ensayos efectuados tanto en los agregados naturales y reciclados, así como en los especímenes de concreto. Adicionalmente, se incluyen resúmenes tabulados de los ensayos de compresión evaluados a las edades de 7, 14 y 28 días.

#### 3.1. Propiedades de los agregados

**Tabla 3**

*Propiedades físicas de los agregados naturales*

Propiedades de los agregados	Agregado de Cantera Aguilar	
	Fino	Grueso
Contenido de humedad (%)	5.00	0.38
Absorción (%)	1.96	1.24
Peso unitario suelto ( $\text{gr/cm}^3$ )	1.72	1.31
Peso unitario compactado ( $\text{gr/cm}^3$ )	1.81	1.42
Módulo de finura	2.90	6.86
Tamaño máximo nominal (pulg)	N° 8	½"
Peso específico de la masa ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.54	2.57

**Tabla 4**

*Propiedades físicas del agregado de pavimento reciclado*

Propiedades de los agregados	Agregado reciclado de vía
	Grueso
Contenido de humedad (%)	5.81
Absorción (%)	2.53
Peso unitario suelto ( $\text{gr/cm}^3$ )	1.23
Peso unitario compactado ( $\text{gr/cm}^3$ )	1.38
Módulo de finura	6.72
Tamaño máximo nominal (pulg)	½"
Peso específico de la masa ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.29

### 3.2. Ensayo a compresión de probetas a los 7 días

Resultados del ensayo de compresión a los 7 días.

**Tabla 5**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con un 0% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 0%	7 días	15.02	177.19	24713	139.47	
P02 - 0%	7 días	14.91	174.60	26044	149.16	
P03 - 0%	7 días	15.06	178.13	31437	176.48	
P04 - 0%	7 días	14.88	173.90	27297	156.97	156.38
P05 - 0%	7 días	15.08	178.60	26617	149.03	
P06 - 0%	7 días	15.01	176.95	29168	164.84	
P07 - 0%	7 días	14.92	174.83	27746	158.7	

**Tabla 6**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con un 15% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 15%	7 días	14.99	176.48	30196	171.1	
P02 - 15%	7 días	15.2	181.46	28395	156.48	
P03 - 15%	7 días	14.8	172.03	30455	177.03	
P04 - 15%	7 días	15.02	177.19	29026	163.81	170.20
P05 - 15%	7 días	14.86	173.43	32969	190.1	
P06 - 15%	7 días	14.98	176.24	27650	156.89	
P07 - 15%	7 días	14.91	174.60	30752	176.13	



**Tabla 7**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con un 25% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 25%	7 días	15.29	183.61	26441	144.01	
P02 - 25%	7 días	15.24	182.41	27619	151.41	
P03 - 25%	7 días	15.21	181.70	28570	157.24	
P04 - 25%	7 días	14.87	173.66	26992	155.43	150.97
P05 - 25%	7 días	15.09	178.84	25750	143.98	
P06 - 25%	7 días	14.8	172.03	27586	160.36	
P07 - 25%	7 días	14.96	175.77	25376	144.37	

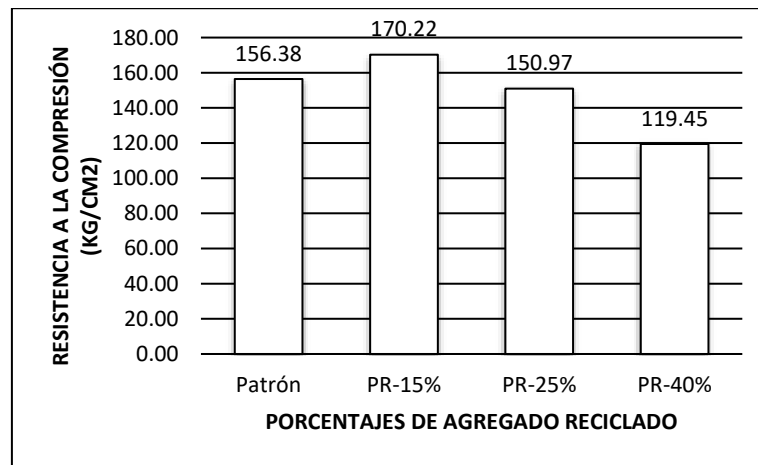
**Tabla 8**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con un 40% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 40%	7 días	15.02	177.19	22643	127.79	
P02 - 40%	7 días	15.15	180.27	23313	129.32	
P03 - 40%	7 días	15.15	180.27	22651	125.65	
P04 - 40%	7 días	15.08	178.60	20150	112.82	119.45
P05 - 40%	7 días	15.19	181.22	19672	108.55	
P06 - 40%	7 días	15.06	178.13	18425	103.44	
P07 - 40%	7 días	15.11	179.32	23058	128.59	

**Figura 1**

Resistencia a compresión promedio a los 7 días de curado



En la Figura 1 se presentan los valores de resistencia promedio después de un período de curado de 7 días, debiendo alcanzar un 65% de la resistencia de diseño. Podemos observar que la sustitución de agregado reciclado en 0%, 15% y 25% cumplen con la resistencia requerida a los 7 días de curado, mientras que con sustitución del 40% no llega a alcanzar la resistencia requerida a los 7 días. Se observa que al reemplazar el agregado grueso con agregado reciclado en un 15%, la resistencia aumenta con respecto al concreto patrón. Sin embargo, al realizar sustituciones del 25% y 40%, se evidencia una disminución progresiva de la resistencia a medida que el porcentaje de sustitución se incrementa.

### 3.3. Ensayo a compresión de probetas a los 14 días

**Tabla 9**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días con un 0% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 0%	14 días	14.98	176.24	33798	191.77	
P02 - 0%	14 días	15.00	176.71	35110	198.69	
P03 - 0%	14 días	14.94	175.30	35793	204.18	
P04 - 0%	14 días	14.99	176.48	35443	200.83	197.99
P05 - 0%	14 días	15.00	176.71	34811	197.00	
P06 - 0%	14 días	15.03	177.42	35544	200.34	
P07 - 0%	14 días	15.04	177.66	34313	193.14	

**Tabla 10**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días con un 15% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 15%	14 días	14.88	173.90	35589	204.65	
P02 - 15%	14 días	15.07	178.37	37324	209.25	
P03 - 15%	14 días	14.76	171.10	37805	220.95	
P04 - 15%	14 días	15.06	178.13	37030	207.88	209.47
P05 - 15%	14 días	14.71	169.95	33885	199.38	
P06 - 15%	14 días	15.01	176.95	38466	217.38	
P07 - 15%	14 días	14.91	174.60	36105	206.79	

**Tabla 11**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días con un 25% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 25%	14 días	14.89	174.13	32641	187.45	190.14
P02 - 25%	14 días	15.05	177.89	32971	185.34	
P03 - 25%	14 días	14.9	174.37	33493	192.08	
P04 - 25%	14 días	14.93	175.07	34673	198.05	
P05 - 25%	14 días	15.09	178.84	33004	184.54	
P06 - 25%	14 días	15.27	183.13	34498	188.38	
P07 - 25%	14 días	14.82	172.50	33662	195.14	

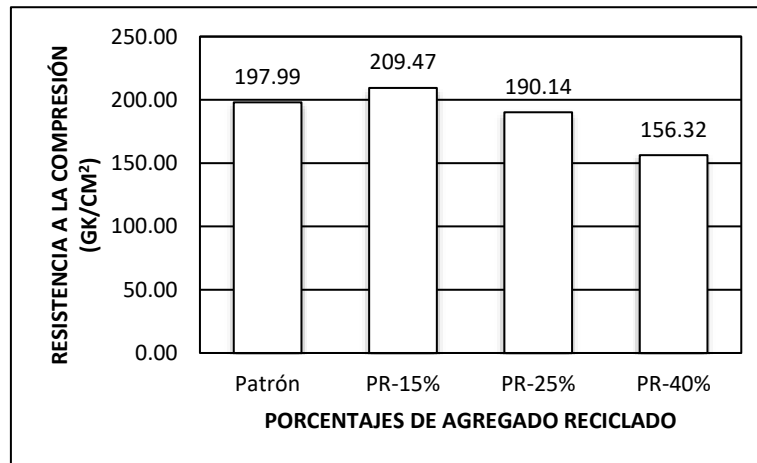
**Tabla 12**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días con un 40% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 40%	14 días	15.1	179.08	27705	154.71	156.32
P02 - 40%	14 días	14.85	173.20	24988	144.27	
P03 - 40%	14 días	15.3	183.85	29600	161	
P04 - 40%	14 días	15.08	178.60	27560	154.31	
P05 - 40%	14 días	15.19	181.22	30647	169.11	
P06 - 40%	14 días	15.18	180.98	30655	169.38	
P07 - 40%	14 días	14.74	170.64	24144	141.49	

**Figura 2**

*Resistencia a la compresión promedio a los 14 días de curado*



En la Figura 2 se presentan los valores de resistencia promedio después de un período de curado de 14 días, debiendo alcanzar un 90% de la resistencia de diseño. Podemos observar que la sustitución de agregado reciclado en 0%, 15% y 25% cumplen con la resistencia requerida a los 14 días de curado, mientras que con sustitución del 40% no llega a alcanzar la resistencia requerida a los 14 días. Se observa que al reemplazar el agregado grueso con agregado reciclado en un 15%, la resistencia aumenta ligeramente con respecto al concreto patrón. Sin embargo, al realizar sustituciones del 25% y 40%, se evidencia una disminución progresiva de la resistencia a medida que el porcentaje de sustitución se incrementa.

### 3.4. Ensayo a compresión de probetas a los 28 días

**Tabla 13**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con un 0% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 0%	28 días	15.01	176.95	37542	212.16	
P02 - 0%	28 días	15.00	176.71	38596	218.41	
P03 - 0%	28 días	15.02	177.19	39100	220.67	
P04 - 0%	28 días	15.01	176.95	41046	231.96	240.36
P05 - 0%	28 días	14.98	176.24	47929	271.95	
P06 - 0%	28 días	15.20	181.46	48151	265.35	
P07 - 0%	28 días	15.00	176.71	46303	262.03	

**Tabla 14**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con un 15% de agregado de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 15%	28 días	15.20	181.46	40791	224.79	
P02 - 15%	28 días	15.10	179.08	43310	241.85	
P03 - 15%	28 días	15.20	181.46	46171	254.44	
P04 - 15%	28 días	14.95	175.54	43662	248.73	254.25
P05 - 15%	28 días	15.18	180.98	46470	256.77	
P06 - 15%	28 días	15.00	176.71	48582	274.93	
P07 - 15%	28 días	15.24	182.41	50750	278.22	

**Tabla 15**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con un 25% de agregado  
de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 25%	28 días	14.90	174.37	40189	230.48	
P02 - 25%	28 días	15.19	181.22	36173	199.61	
P03 - 25%	28 días	15.08	178.60	37324	208.98	
P04 - 25%	28 días	15.00	176.71	38039	215.26	220.91
P05 - 25%	28 días	15.00	176.71	39312	222.47	
P06 - 25%	28 días	15.00	176.71	40886	231.37	
P07 - 25%	28 días	15.15	180.27	42940	238.2	

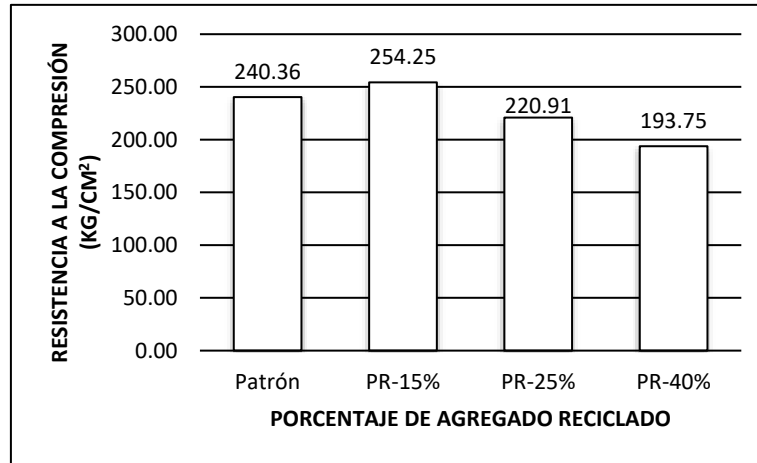
**Tabla 16**

*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con un 40% de agregado  
de concreto reciclado*

ID de probeta	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P01 - 40%	28 días	15.53	189.42	34495	182.11	
P02 - 40%	28 días	15.08	178.60	35670	199.72	
P03 - 40%	28 días	14.90	174.37	35017	200.82	
P04 - 40%	28 días	15.00	176.71	32942	186.42	193.75
P05 - 40%	28 días	15.12	179.55	34407	191.63	
P06 - 40%	28 días	14.95	175.54	33711	192.04	
P07 - 40%	28 días	14.85	173.20	35243	203.48	

**Figura 3**

*Resistencia a la compresión de las probetas a los 28 días, con diferente porcentaje de agregado reciclado para diseño de mezcla*

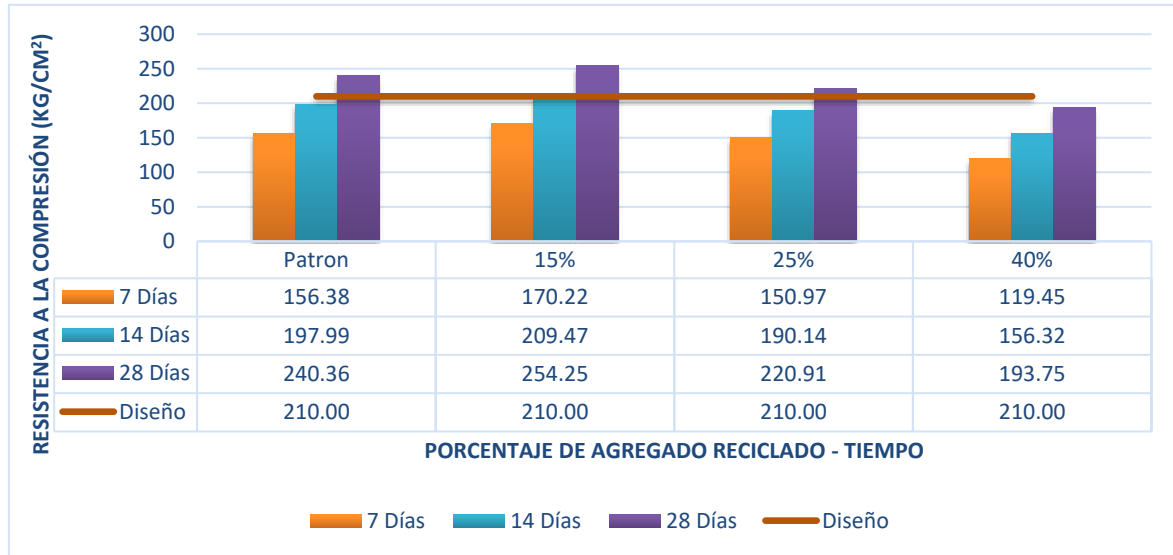


En la Figura 3 se presentan los valores de resistencia promedio después de un período de curado de 28 días, debiendo alcanzar un 99% de la resistencia de diseño. Podemos observar que la sustitución de agregado reciclado en 0%, 15% y 25% cumplen con la resistencia requerida a los 28 días de curado, mientras que con sustitución del 40% no llega a alcanzar la resistencia requerida a los 28 días. Se observa que al reemplazar el agregado grueso con agregado reciclado en un 15%, la resistencia aumenta con respecto al patrón. Sin embargo, al realizar sustituciones del 25% y 40%, se evidencia una disminución progresiva de la resistencia a medida que el porcentaje de sustitución se incrementa.



**Figura 4**

*Variación de la resistencia promedio del concreto patrón y con sustitución del 15%, 25% y 40% en las edades de 7, 14 y 28 días*



En la figura 4 se visualizan los valores de resistencia promedio después de un período de curado de 7 días, 14 días y 28 días. Analizando el gráfico vemos que con sustitución de agregado reciclado del 0%, 15% y 25% llegan a superar la resistencia de diseño a los 28 días, mientras con sustitución del 40% de agregado reciclado no llega a la resistencia requerida. Por otro lado, al comparar el concreto con sustitución del 15% de agregado reciclado en comparación con el concreto patrón la resistencia aumenta. Al comparar el concreto con sustitución del 25% de agregado reciclado la resistencia disminuye con respecto al concreto patrón, pero supera la resistencia de diseño. Y por último al comparar el concreto con adición del 40% de agregado reciclado disminuye la resistencia con respecto al concreto patrón y no llega a alcanzar la resistencia de diseño.

### 3.5. Costos unitarios por $\text{m}^3$ de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Para determinar cuantitativamente el costo por metro cúbico del concreto patrón y el concreto con porcentaje de agregado reciclado al 15%, 25% y 40% se ha utilizado los aportes unitarios del diseño de mezclas ACI de la presente investigación.

**Tabla 17**

*Aportes unitarios por  $\text{m}^3$  de concreto, método ACI*

Descripción	Unidad	0%	15%	25%	40%
Cemento	Bolsa	9.1245	9.1245	9.1245	9.1245
Agregado grueso	$\text{m}^3$	0.5870	0.4989	0.4402	0.3522
Agregado fino	$\text{m}^3$	0.5649	0.5649	0.5649	0.5649
Agua	$\text{m}^3$	0.1948	0.1948	0.1948	0.1948
Concreto reciclado	$\text{m}^3$	0.0000	0.0982	0.1607	0.2544

**Tabla 18**

*Análisis de precio unitario con agregado natural*

Partida	1.00	Concreto convencional con agregados naturales ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ )						
Rendimiento	$\text{m}^3/\text{día}$	M.O.	10.0000	E.Q.	10.0000	Costo unitario por $\text{M}^3$		S/ 478.87
		Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Subtotal
<b>MANO DE OBRA</b>								<b>106.9</b>
		Capataz	hh	0.200	0.1600	31.43	5.03	
		Operario	hh	1.000	0.8000	27.49	21.99	
		Oficial	hh	1.000	0.8000	21.61	17.29	
		Peón	hh	4.000	3.2000	19.56	62.59	
<b>MATERIALES</b>								<b>353.76</b>
		Cemento portland tipo I	Bol		9.1245	28.81	262.88	
		Arena de río	$\text{m}^3$		0.5649	81.25	45.90	
		Piedra chancada de 1/2"	$\text{m}^3$		0.5870	75.35	44.23	
		Agua	$\text{m}^3$		0.1948	3.90	0.76	
<b>EQUIPO</b>								<b>18.21</b>
		Herramientas manuales	% MO		3.00%	106.9	3.21	
		Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1.0000	0.8000	18.75	15.00	

**Tabla 19**

*Análisis de precio unitario sustituyendo el 15% con agregado reciclado*

<b>Partida</b>	<b>2.00</b>	<b>Concreto con sustitución de agregado reciclado al 15% (<math>f'_c=210\text{kg/cm}^2</math>)</b>						
Rendimiento	$\text{m}^3/\text{día}$	M.O.	10.0000	E.Q.	10.0000	Costo unitario por $\text{M}^3$		S/ 475.77
		Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Subtotal
<b>MANO DE OBRA</b>								<b>106.9</b>
		Capataz	hh	0.200	0.1600	31.43	5.03	
		Operario	hh	1.000	0.8000	27.49	21.99	
		Oficial	hh	1.000	0.8000	21.61	17.29	
		Peón	hh	4.000	3.2000	19.56	62.59	
<b>MATERIALES</b>								<b>350.66</b>
		Cemento portland tipo I	Bol		9.1245	28.81	262.88	
		Arena de río	$\text{m}^3$		0.5649	81.25	45.90	
		Piedra chancada de 1/2"	$\text{m}^3$		0.4989	75.35	37.59	
		Pavimento reciclado	$\text{m}^3$		0.0982	36.02	3.54	
		Agua	$\text{m}^3$		0.1948	3.90	0.76	
<b>EQUIPO</b>								<b>18.21</b>
		Herramientas manuales	% MO		3.00%	106.9	3.21	
		Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1.0000	0.8000	18.75	15.00	

**Tabla 20**

*Análisis de precio unitario sustituyendo el 25% con agregado reciclado*

<b>Partida</b>	<b>2.00</b>	<b>Concreto con sustitución de agregado reciclado al 25% (<math>f'_c=210\text{kg/cm}^2</math>)</b>						
Rendimiento	$\text{m}^3/\text{día}$	M.O.	10.0000	E.Q.	10.0000	Costo unitario por $\text{M}^3$		S/ 473.60
		Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Subtotal
<b>MANO DE OBRA</b>								<b>106.9</b>
		Capataz	hh	0.200	0.1600	31.43	5.03	
		Operario	hh	1.000	0.8000	27.49	21.99	
		Oficial	hh	1.000	0.8000	21.61	17.29	
		Peón	hh	4.000	3.2000	19.56	62.59	
<b>MATERIALES</b>								<b>348.49</b>
		Cemento portland tipo I	Bol		9.1245	28.81	262.88	
		Arena de río	$\text{m}^3$		0.5649	81.25	45.90	
		Piedra chancada de 1/2"	$\text{m}^3$		0.4402	75.35	33.17	
		Pavimento reciclado	$\text{m}^3$		0.1607	36.02	5.79	
		Agua	$\text{m}^3$		0.1948	3.90	0.76	
<b>EQUIPO</b>								<b>18.21</b>
		Herramientas manuales	% MO		3.00%	106.9	3.21	
		Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1.0000	0.8000	18.75	15.00	

**Tabla 21**

*Análisis de precio unitario sustituyendo el 40% con agregado reciclado*

Partida	2.00	Concreto con sustitución de agregado reciclado al 40% ( $f_c=210\text{kg/cm}^2$ )						
Rendimiento	$\text{m}^3/\text{día}$	M.O.	10.0000	E.Q.	10.0000	Costo unitario por $\text{M}^3$		S/ 470.34
		Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Subtotal
<b>MANO DE OBRA</b>								<b>106.9</b>
		Capataz	hh	0.200	0.1600	31.43	5.03	
		Operario	hh	1.000	0.8000	27.49	21.99	
		Oficial	hh	1.000	0.8000	21.61	17.29	
		Peón	hh	4.000	3.2000	19.56	62.59	
<b>MATERIALES</b>								<b>345.23</b>
		Cemento portland tipo I	Bol		9.1245	28.81	262.88	
		Arena de río	$\text{m}^3$		0.5649	81.25	45.90	
		Piedra chancada de 1/2"	$\text{m}^3$		0.3522	75.35	26.54	
		Pavimento reciclado	$\text{m}^3$		0.2544	36.02	9.16	
		Agua	$\text{m}^3$		0.1948	3.90	0.76	
<b>EQUIPO</b>								<b>18.21</b>
		Herramientas manuales	% MO		3.00%	106.9	3.21	
		Mezcladora de concreto de 9-11 p3	hm	1.0000	0.8000	18.75	15.00	

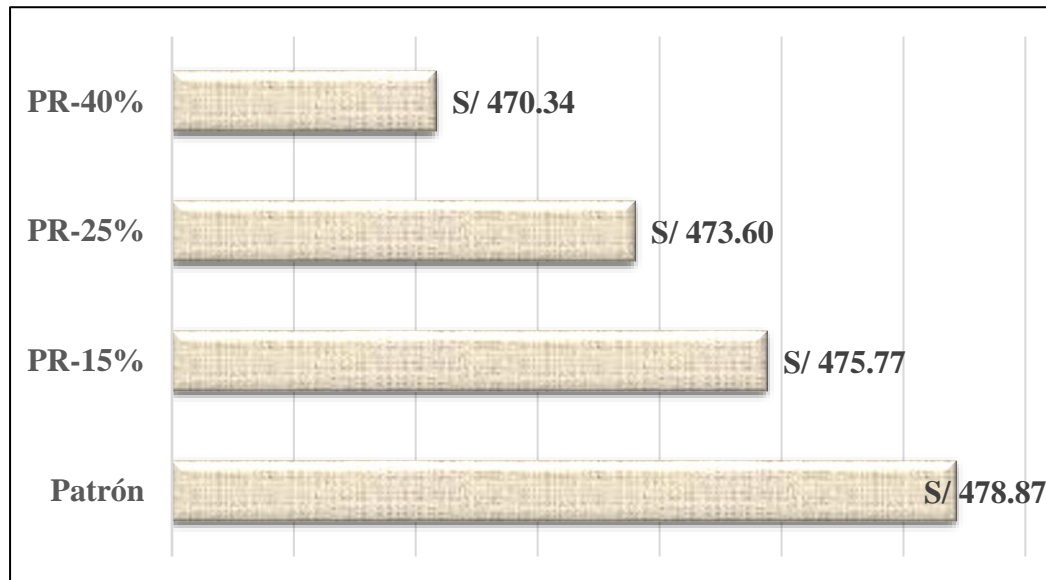
**Tabla 22**

*Porcentaje de variación en costo con respecto al precio del concreto patrón*

Ítem	Descripción	Porcentaje
1	Concreto con patrón	100% %
2	Concreto con 15% de pavimento reciclado	-0.65%
3	Concreto con 25% de pavimento reciclado	-1.10%
4	Concreto con 40% de pavimento reciclado	-1.78%

**Figura 5**

*Precio por metro cúbico de concreto*



En la figura 5 se aprecia la variación de precios para la elaboración de un  $\text{m}^3$  del concreto patrón y con sustituciones de agregado reciclado del 15%, 25% y 40%. Se observa que el precio disminuye mientras el porcentaje de agregado reciclado va aumentando en la mezcla del concreto.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presente investigación analizó la variación de la resistencia a la compresión del concreto  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado de pavimento en porcentajes del 15%, 25%, 40%. Sin embargo se presentó la limitación de no haber podido realizar el ensayo de diamantina a la losa de concreto para poder determinar la resistencia a compresión del núcleo, ya que la resistencia del núcleo proporciona una indicación de la calidad y la resistencia residual de los agregados reciclados. Si el núcleo muestra una buena resistencia, sugiere que los agregados aún conservan una parte significativa de su resistencia original. Los núcleos también ayudan a identificar la cantidad de mortero adherido a los agregados reciclados. La cantidad de mortero adherido a los agregados reciclados influye en diversos aspectos del diseño de mezclas de concreto, como la relación  $a/c$ , trabajabilidad, resistencia y propiedades mecánicas (módulo de elasticidad, contracción y fluencia del concreto).

Otra limitación fue no haber logrado realizar el ensayo de abrasión, cuyos resultados ayudan a seleccionar los agregados más adecuados para una mezcla, asegurando que tengan una resistencia adecuada al desgaste y la abrasión para no comprometer la propiedad fundamental del concreto. Agregados reciclados con mayor resistencia a la abrasión pueden permitir una reducción en el contenido de cemento necesario para alcanzar la resistencia deseada, optimizando los costos y las proporciones de la mezcla, mientras que, agregados con altos valores de abrasión son menos resistentes, por lo que se tendrá que incrementar el contenido de cemento para mejorar la resistencia del concreto.

Muchos estándares y especificaciones técnicas para la construcción establecen límites máximos para los valores de abrasión de los agregados. Asegurarse de que los agregados cumplan con estos límites es esencial para y garantizar la calidad de la construcción.

Además, se ha constatado la ausencia de una normativa específica para orientar el diseño de concreto que emplee material reciclado de construcción y demolición.

Para la investigación se realizó 84 especímenes en donde se obtuvo la resistencia promedio a los 28 días como sigue: patrón  $240.36 \text{ kg/cm}^2$ , sustitución del agregado grueso por agregado de concreto reciclado en 15%, 25% y 40% se obtuvo  $254.25 \text{ kg/cm}^2$ ,  $220.91 \text{ kg/cm}^2$  y  $193.75 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. Con los resultados anteriores se puede mencionar que al sustituir agregado reciclado en 15% y 25% cumplen con la resistencia de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$  pero solo el 15% supera en resistencia al concreto patrón. Por otro lado, al sustituir agregado reciclado en un 40% no cumple con la resistencia de diseño.

Para Ramírez (2022) los resultados arrojaron que para el concreto patrón a los 7 días se obtuvo un promedio de resistencia de  $259.9 \text{ kg/cm}^2$ , para el día 14 un promedio de  $273.1 \text{ kg/cm}^2$ , y para el día 28 un promedio de  $395.4 \text{ kg/cm}^2$ ; para el concreto con porcentaje de sustitución de 40 % de agregado reciclado se obtuvo la resistencia promedio a los 7 días de  $210.6 \text{ kg/cm}^2$ , día 14 un promedio de  $204.7 \text{ kg/cm}^2$ , día 21 un promedio de  $234.6 \text{ kg/cm}^2$  y por último para el día 28 un promedio de  $258.6 \text{ kg/cm}^2$ . A lo contrario lo que menciona Cobeñas y Valenzuela (2022), En la T-29 el concreto patrón llegó a 34.99 MPa, y con la sustitución del 20% del AR de pavimento alcanzó 34.77 MPa; En la T-30 el concreto patrón llegó a 23.29 MPa, y con la sustitución del 15 % del AR de pavimento alcanzó 22.91 MPa; En la T-31 el concreto patrón llegó a 25.26 MPa, y con la sustitución del 50 % del AR de pavimento alcanzó 20.59 MPa y por último En la T-32 el concreto patrón llegó a 25.60 MPa, y con la sustitución del 100 % del AR de pavimento alcanzó 16.70 MPa. Por lo que se llega a concluir que la relación de los agregados reciclados con la resistencia a la compresión es de decrecimiento conforme se aumenta el porcentaje de agregados.

En el estudio de Guerrero y Trujillo (2020), la resistencia patrón alcanzó de  $395.8 \text{ kg/cm}^2$  con un precio por  $\text{m}^3$  de S/ 313.708, al sustituir el 25% con agregado de concreto reciclado se logró obtener una resistencia promedio de  $345.5 \text{ kg/cm}^2$  con un precio por  $\text{m}^3$  de S/ 308.257, y por último al reemplazar en 50% con agregado de concreto reciclado se obtuvo una resistencia de  $292.7 \text{ kg/cm}^2$  con un precio por  $\text{m}^3$  de S/ 302.960, sin embargo en el presente estudio se obtuvo que la resistencia promedio a los 28 días fueron de:  $240.36 \text{ kg/cm}^2$ ,  $254.25 \text{ kg/cm}^2$ ,  $220.91 \text{ kg/cm}^2$  y  $193.75 \text{ kg/cm}^2$  en patrón y reemplazando al 15%, 25% y 40% respectivamente; siendo el costo por metro cúbico de la muestra patrón de S/ 478.87, para la sustitución al 15% de S/ 475.77, sustitución al 25% de S/ 473.60 y para la sustitución al 40% de S/ 470.34. Se confirma que a mayor sustitución de concreto reciclado disminuye el costo, pero también la resistencia a compresión.

Para Centurión (2022) el concreto patrón alcanzó a  $223.50 \text{ kg/cm}^2$  y al sustituir en un 15% de agregado reciclado aumenta en un 10.40% sin embargo en la presente investigación solo aumenta en un 6.81%, al sustituir en un 25% de agregado reciclado aumenta en un 3.60% sin embargo en la presente investigación en el mismo porcentaje de sustitución disminuye su resistencia en un 21.35% con respecto al patrón de  $240.36 \text{ kg/cm}^2$ . Sin embargo, para Castillo y Tacilla (2023) en su estudio de sustitución al 50% con el método ACI presenta una disminución del 10.89% y al sustituir en un 75% disminuye en 20.87%. Lo afirma Marín (2019) que en su investigación que al sustituir en 5%, 10% y 15% alcanzó su resistencia promedio de  $244.82$ ,  $232.61$  y  $225.85 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente con lo que se observa una disminución del 8.22%, 12.80% y 15.33% respectivamente.

Finalmente, Aguilar (2019) realizó su estudio con los porcentajes de sustitución de 25, 50, 75 y 100%, en donde con los porcentajes del 25% y 50% a los 28 días se obtuvo una resistencia máxima promedio de  $230.22 \text{ kg/cm}^2$ ,  $220.29 \text{ kg/cm}^2$  aumentando en 6.04% y 1.47%



con respecto al patrón cuya resistencia fue de  $217.11 \text{ kg/cm}^2$ . Sin embargo, en los porcentajes de 75% y 100% llegaron a una resistencia de  $200.52 \text{ kg/cm}^2$  y  $193.27 \text{ kg/cm}^2$  disminuyendo en 7.64% y 10.98% con respecto al patrón.

Los resultados obtenidos indican que a mayor sustitución del agregado de concreto reciclado éste disminuye su resistencia a la compresión y en lo referente al costo por metro cúbico de concreto también disminuye su costo dependiendo del porcentaje de sustitución del agregado reciclado.

La sustitución de agregado grueso por concreto reciclado presenta implicaciones teóricas significativas en términos de resistencia del concreto. Si bien puede ofrecer beneficios ambientales y económicos, es crucial realizar un análisis exhaustivo de las características del agregado reciclado y calcular adecuadamente el diseño de mezcla para garantizar que se cumplan los requisitos de resistencia del concreto. Asimismo, este documento también puede servir como información básica y referencia para otros investigadores en el futuro.

En la implicancia metodológica, es posible observar que al adicionar agregado reciclado de pavimento en el diseño de mezclas con el método ACI 211 en porcentajes del 15%, 25% y 40%, siguiendo las normas relacionadas con las especificaciones normalizadas para agregados en concreto (NTP 400.037), y la resistencia a la compresión (NTP 339.034), se tiene un procedimiento normalizado que permite conseguir resultados certificados que cumplen con las normativas nacionales.

Desde el punto de vista práctico se está dando una solución al problema tratado, demostrando que al agregar hasta un 25% de agregado reciclado de pavimento como reemplazo del agregado grueso en la elaboración de concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se obtienen resultados satisfactorios, evidenciándose una resistencia a la compresión superior a la resistencia de diseño. El empleo de material reciclado presenta beneficios significativos tanto en términos de

resistencia como de costos. En consonancia con esto, se ha complementado la ficha técnica del concreto con el porcentaje de agregado reciclado que ha demostrado ofrecer la mejor relación resistencia/costo. Esta propuesta es crucial para iniciar la reutilización de residuos de pavimentos y promover prácticas más sostenibles.

Finalmente, las conclusiones de la presente investigación son:

Se lograron determinar las propiedades físicas y mecánicas tanto de los agregados finos y gruesos de la cantera Aguilar, así como también las del agregado reciclado, cumpliendo los criterios establecidos según la NTP 400.037.

Se logró realizar el diseño de mezcla del concreto patrón  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  mediante el método del comité ACI 211 en donde se obtuvo la relación en peso para el concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de 1: 2.50: 1.99: 21.34 L/Bolsa.

Se determinó la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, el concreto patrón alcanzó una resistencia de  $240.36 \text{ kg/cm}^2$ , con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en un 15% alcanzó una resistencia de  $254.25 \text{ kg/cm}^2$ , con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en un 25% alcanzó una resistencia de  $220.91 \text{ kg/cm}^2$  y con una sustitución del 40% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de  $193.75 \text{ kg/cm}^2$ .

Se logró determinar la resistencia a compresión de concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con agregado reciclado en porcentajes del 15%, 25% y 40%, siendo la de mayor beneficio la del 15% por lo que aumenta su resistencia en 6.81% en comparación con el concreto patrón.

Contrastando los resultados obtenidos en el ensayo a compresión de las probetas sustituyendo agregado reciclado de pavimento por agregado grueso al 15%, 25% y 40% respecto a las probetas patrón, se determinó una disminución de la resistencia a compresión a

los 28 días para un diseño  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , del 5.17% para 25% de agregado reciclado y 21.35% para el 40% de agregado reciclado en el método ACI, superando la resistencia solo el 15% con un aumento del 6.81% en comparación con el concreto patrón, cumpliendo con la hipótesis formulada.

Se logró determinar que el concreto con sustitución de agregado reciclado del 15% y 25% pueden ser utilizados como concreto estructural en obras como: edificaciones (Elementos estructurales, cimientos), puentes, carreteras, estructuras hidráulicas, estructuras subterráneas, muros de contención; mientras que el 40% puede ser utilizado como concreto no estructural en obras como: pavimentos de tránsito ligero, losas deportivas, ciclovías, veredas, patios, etc.

Se logró determinar los costos de producción de los 4 tipos de mezclas, siendo el de mayor beneficio resistencia/costo el concreto con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado del 15%, el cual asciende a S/ 475.77. por metro cúbico.

Se ha propuesto un diseño óptimo resistencia/costo utilizando el método ACI 211 que aprovecha una incorporación del 15% de agregado grueso reciclado de pavimento, con una dosificación correcta y costos determinados. Esta propuesta es de gran importancia para iniciar la reutilización de residuos de pavimentos y fomentar prácticas más sostenibles. (ver anexo 01).

El uso de concreto reciclado como alternativa al agregado grueso natural extraído de canteras no sólo fomenta la sostenibilidad ambiental al reducir la explotación de recursos naturales, sino que también impulsa la industrialización de su producción, centrándose en la mejora de la mezcla y la reducción de la contaminación. Estos beneficios abarcan tanto a la comunidad en su conjunto como a las empresas productoras de concreto, ofreciendo una solución rentable y respetuosa con el medio ambiente.

## Referencias

- Acero Pacco, N. (2023). Reutilización de concreto reciclado adicionando polímeros reciclados como agregados para diseño de pavimento rígido  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , 2022. Universidad César Vallejo, Lima, Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109125>
- Aguilar Coro, D. I. (2019). Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al usar agregado grueso reciclado. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3487>
- Castillo Marin, A. J., & Tacilla Culqui, C. Y. (2023). Resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  reemplazando tres porcentajes de agregado grueso reciclado, usando los métodos de diseño de mezcla: Walker y ACI, Cajamarca 2022. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/35510>
- Centurión Vargas, M. A. (2022). Determinación de la resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregados reciclados de vías, en la ciudad de Cajamarca, 2021. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5368>
- Cobeñas Escobedo, K. A., & Valenzuela Huerta, A. W. (2022). Análisis comparativo del efecto del agregado de concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante, Trujillo 2022. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32162>
- Galarza, C. A. R. (2021). Diseños de investigación experimental. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 10(1), 1-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>
- García Garrido, M. D. L. (2016). Estudio de los resultados en obra ya largo plazo de la utilización de materiales reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) en

firmes de carreteras y  
urbanizaciones. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/40338/TESIS%20MARIA%20DEL%20LIRIO%20GARCIA%20GARRIDO%20protegido.pdf?sequence=2>

Guerrero Mata, E. A., & Trujillo Herrera, Y. L. (2020). Influencia del agregado de concreto reciclado en reemplazo del agregado grueso a la compresión y costo del concreto—Huaraz, 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57734>

Jordan Saldaña, J. C., & Viera Caballero, N. (2014). Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/2084>

Luján Vela, F. S., & Rodríguez Castro, J. F. (2021). Estudio de los residuos de la construcción y demolición como agregado grueso para la construcción de espacios públicos recreativos en el distrito de Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7688>

Machaca Mamani, E. B. (2018). Producción de agregado reciclado para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna, año 2017. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3571>

Marín Cabrera, J. A. (2019). Resistencia a la compresión axial del concreto al reemplazar concreto reciclado como agregado grueso en porcentajes del 5%, 10% y 15%. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22185>

Mendoza, I., & Chávez, S. (2017). Residuos de construcción y demolición como agregado de concreto hidráulico nuevo. Revista de ingeniería civil, 1(2), 9-14.

[https://www.ecorfan.org/republicofperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Civil/vol1num2/Revista\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_Civil\\_V1\\_N2\\_4.pdf#page=16](https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol1num2/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V1_N2_4.pdf#page=16)

Moro, J. M. (2016). Caracterización y durabilidad de hormigones reciclados: corrosión de armaduras. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4627>

Nieto Alcolea, D. (2015). Estudio de hormigón autocompactante con árido reciclado (Doctoral dissertation, ETSI\_Civil). [https://oa.upm.es/38871/1/DAVID\\_NIETO\\_ALCOLEA.pdf](https://oa.upm.es/38871/1/DAVID_NIETO_ALCOLEA.pdf)

Norma E.060. (2009) Reglamento Nacional de edificaciones.

Norma NTP 339.034. (2015). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed

Norma NTP 339.185. (2013). AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método del ensayo. 2ª. Ed

Norma NTP 400.010. (2001) AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras.

Norma NTP 400.011. (2008) AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). 2a. ed

Norma NTP 400.012. (2001). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 2a. ed

Norma NTP 400.017. (1997). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. 2a. ed

Norma NTP 400.019. (2012). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. 2a. ed

- Norma NTP 400.021. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. 2a. ed
- Norma NTP 400.022. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. 2a. ed
- Norma NTP 400.037. (2014). AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). 2a. ed
- Norma NTP 400.053. (1999) MANEJO DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD DE LA ... CONSTRUCCION. Reciclaje de concreto de demolición. 1ª. Ed
- Ortiz, J. A., De La Fuente, A., Sebastia, F. M., Segura, I., & Aguado, A. (2017). Steel-fibre-reinforced self-compacting concrete with 100% recycled mixed aggregates suitable for structural applications. *Construction and Building Materials*, 156, 230-241.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061817317993>
- Pastor Gallo, G., & Pérez Díaz, R. J. (2020). Diseño de concreto  $f_c 210 \text{ kg/cm}^2$  empleando concreto reciclado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2020. Universidad César Vallejo, Tarapoto, Perú.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66755>
- Quispe Nina, L. A. (2018). Análisis de la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la cantera de zurite por agregado grueso de concreto reciclado de pavimento rígido para obras civiles en la ciudad del Cusco. Universidad Alas Peruanas, Cusco, Perú. <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/5959>
- Ramirez Yanac, M. Y. (2022). Resistencia a la compresión en sustitución del agregado grueso por el concreto reciclado en los porcentajes 30% y 40%, Huaraz-2022.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/115658>

Rodriguez Noblecilla, J. G. (2021). Diseño de pavimento rígido con sustitución de concreto reciclado como agregado grueso, Av. Las Artes, Tumbes 2021.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82563>

Santos Miranda, S. D. L. (2020). Desarrollo de hormigones resistentes al fuego con áridos reciclados procedentes de una planta de residuos de construcción.  
<https://idus.us.es/handle/11441/107973>

Vera Mosos, J. F., & Cuenca Prada, C. A. (2016). Diagnostico para la elaboración de concreto a partir de la utilización de concreto reciclado (Doctoral dissertation). Universidad Piloto de Colombia, Girardot, Colombia.  
<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5799>

Verdugo Cristóbal, M., & Ronquillo Navas, G. (2019). Uso de hormigones reciclados de residuos de construcción y demolición como agregados para hormigón (Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2019.). <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2721>



## Anexos

### Anexo 01: Propuesta con diseño óptimo del 15%

Propuesta con diseño óptimo para agregado grueso reciclado del 15%, empleando el método ACI 211

#### Resumen del método ACI 211 ( $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) con 15% de concreto reciclado

Cemento: 9.1245 bls/m<sup>3</sup>

Agua efectiva: 0.1948 m<sup>3</sup>

Agregado fino: 0.5649 m<sup>3</sup>

Agregado grueso: 0.4989 m<sup>3</sup>

Agregado reciclado: 0.0982 m<sup>3</sup>

Partida	Concreto con sustitución de pavimento reciclado al 15% ( $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ )							
	Rendimiento	m <sup>3</sup> /día	M.O.	10.0000	E.Q.	10.0000	Costo unitario por M <sup>3</sup>	S/ 475.77
	Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Subtotal
<b>MANO DE OBRA</b>								<b>106.9</b>
			hh	0.200	0.1600	31.43	5.03	
			hh	1.000	0.8000	27.49	21.99	
			hh	1.000	0.8000	21.61	17.29	
			hh	4.000	3.2000	19.56	62.59	
<b>MATERIALES</b>								<b>350.66</b>
			Bol		9.1245	28.81	262.88	
			m <sup>3</sup>		0.5649	81.25	45.90	
			m <sup>3</sup>		0.4989	75.35	37.59	
			m <sup>3</sup>		0.0982	36.02	3.54	
			m <sup>3</sup>		0.1948	3.90	0.76	
<b>EQUIPO</b>								<b>18.21</b>
			% MO		3.00%	106.9	3.21	
			hm	1.0000	0.8000	18.75	15.00	

## Usos para el concreto reciclado

A continuación, se presentan algunas propuestas donde se puede utilizar concreto reciclado:

- Edificaciones (Elementos estructurales, cimientos).
- Puentes.
- Carreteras.
- Estructuras hidráulicas
- Estructuras subterráneas
- Muros de contención
- Elementos estructurales: cimientos, zapatas, columnas, vigas y losas.
- Concreto Simple masivo.
- Pavimentos rígidos.
- Pavimentos de tráfico ligero.
- Losas deportivas.
- Ciclovías.
- Veredas, patios.

## Anexo 02: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. DEPENDIENTE			
¿En cuánto varía la resistencia a la compresión de $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en porcentajes del 15%, 25% y 40% en comparación con el concreto patrón?	Determinar la variación de la resistencia a compresión del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en porcentajes del 15%, 25% y 40% en comparación con el concreto patrón.	La resistencia a la compresión del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por agregado reciclado en porcentajes del 15% aumenta en más del 5% en comparación con el concreto patrón, mientras que con los porcentajes del 25% y 40% disminuye en más del 5% y 10% respectivamente.	Resistencia a la compresión del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	- Resistencia a la compresión.	-Protocolos establecidos por UPN. -Software de Microsoft Excel. -Diagramas de dispersión. -Gráficas con curvas. -Gráficas de control.	Investigación experimental puesto que se seleccionarán las muestras de concreto por conveniencia, utilizando probetas elaboradas con el 15%, 25% y 40% de concreto reciclado en reemplazo del agregado grueso, siendo estos comparados con las probetas de concreto patrón.
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>			<b>V. INDEPENDIENTE</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de cantera y agregados reciclados.</li> <li>- Elaborar el diseño de mezcla del concreto patrón <math>F_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40% empleando el método ACI para la elaboración de las probetas.</li> <li>- Determinar la resistencia a compresión de concreto <math>F_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> con agregado reciclado en porcentajes de 15%, 25% y 40%.</li> <li>- Comparar la resistencia a compresión de un concreto <math>F_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> elaborado con agregados de reciclados respecto al concreto patrón <math>F_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> <li>- Analizar el costo unitario por <math>\text{m}^3</math> del concreto patrón y el concreto con el porcentaje de agregado reciclado que brinde mejores resultados, para elaborar una propuesta con el diseño óptimo.</li> </ul>			Concreto reciclado en 15%, 25%, 40%.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de mezcla de concreto patrón.</li> <li>- Diseño de mezcla de concreto reciclado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACI 211.</li> <li>- NTP 400.012</li> <li>- NTP 339.127</li> <li>- NTP 400.017</li> <li>- NTP 400.019</li> <li>- NTP 400.021</li> <li>- NTP 400.022</li> <li>- NTP 400.034</li> <li>- NTP 400.035</li> </ul>	

### Anexo 03: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  <b>Concreto reciclado en 15%, 25%, 40%.</b>	El concreto reciclado es aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje (NTP 400.053, 1999, p.2).	La medición de esta variable se realizará mediante los diseños de mezcla con y sin el agregado reciclado para someterlo a comparaciones.	Diseño de mezcla de concreto patrón.    Diseño de mezcla de concreto reciclado.	Relación a/c    % agregado reciclado.	Relación a/c    15%, 25%, 40%.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  <b>Resistencia a la compresión del concreto <math>F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen (NTP 339.034, 2015, p.3).	La medición de esta variable se realizará sometiendo a ensayos a 84 especímenes de concreto mediante la máquina a compresión para determinar parámetros de la resistencia deseada.	Resistencia a la compresión	Esfuerzo ( $\text{kg/cm}^2$ )  Deformación (mm)  NTP 339.034	Fuerza axial  Área Circular

### Anexo 04: Panel Fotográfico

**Figura 6**

*Recolección del agregado fino de la cantera Aguilar Baños del Inca- Cajamarca*



**Figura 7**

*Recolección del agregado grueso de la cantera Aguilar Baños del Inca- Cajamarca*



**Figura 8**

*Ensayo de Contenido de humedad*



**Figura 9**

*Ensayo de peso unitario de agregado fino*



**Figura 10**

*Ensayo de análisis granulométrico de los agregados gruesos*



**Figura 11**

*Ensayo de gravedad específica y absorción de agregado fino*





**Figura 12**

*Recolección de pavimento reciclado*



**Figura 13**

*Traslado del pavimento reciclado*





**Figura 14**

*Movilización del pavimento reciclado a la chancadora*



**Figura 15**

*Chancado del pavimento reciclado*



**Figura 16**

*Dosificación de materiales para la mezcla*



**Figura 17**

*Ensayo de slump del concreto*



**Figura 18**

*Aceitado de los moldes*



**Figura 19**

*Llenado de probetas*





**Figura 20**

*Desmolde de probetas*



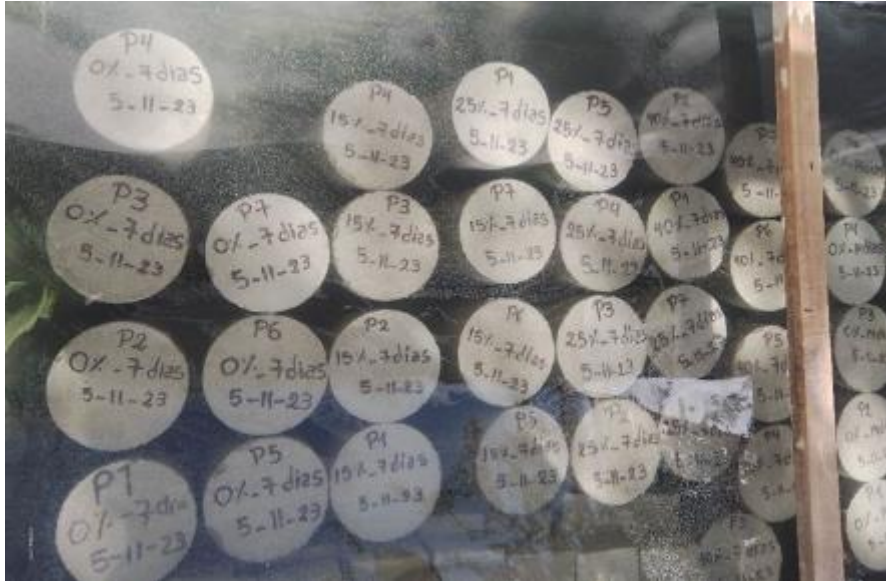
**Figura 21**

*Curado de especímenes de concreto*



**Figura 22**

*Curado de especímenes de concreto*



**Figura 23**

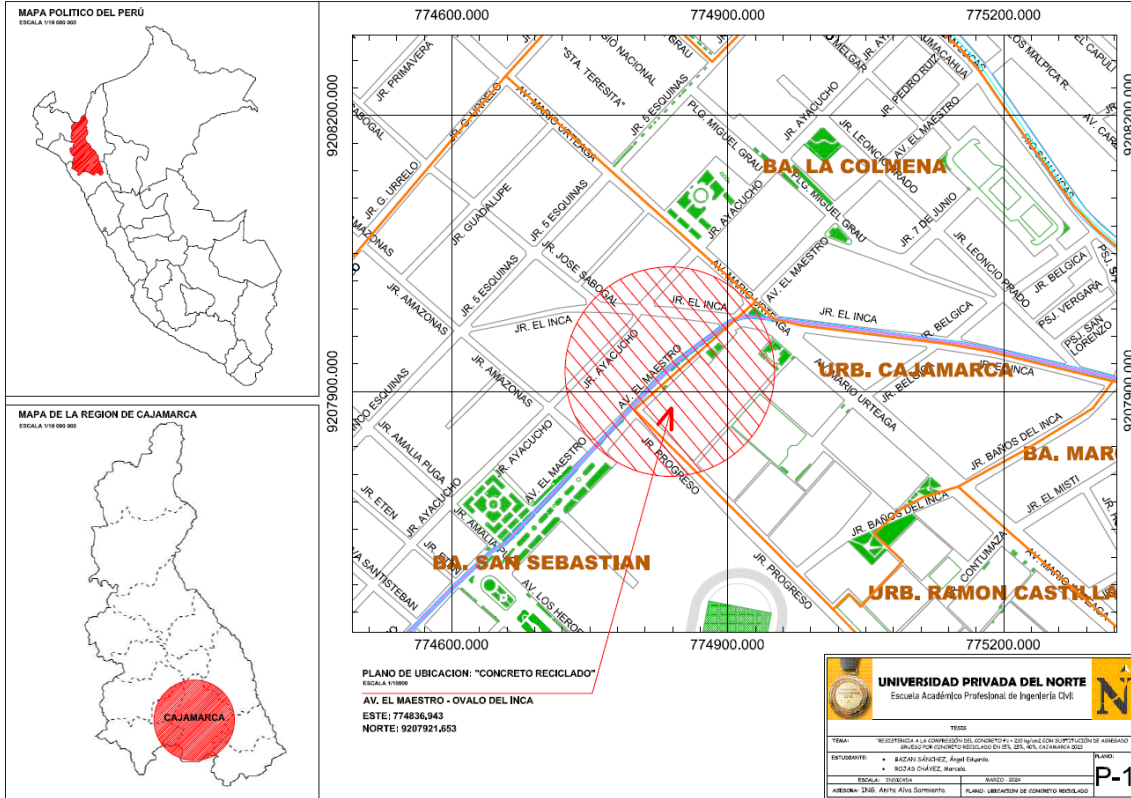
*Ensayo de compresión*



**Anexo 05: Planos de Ubicación**

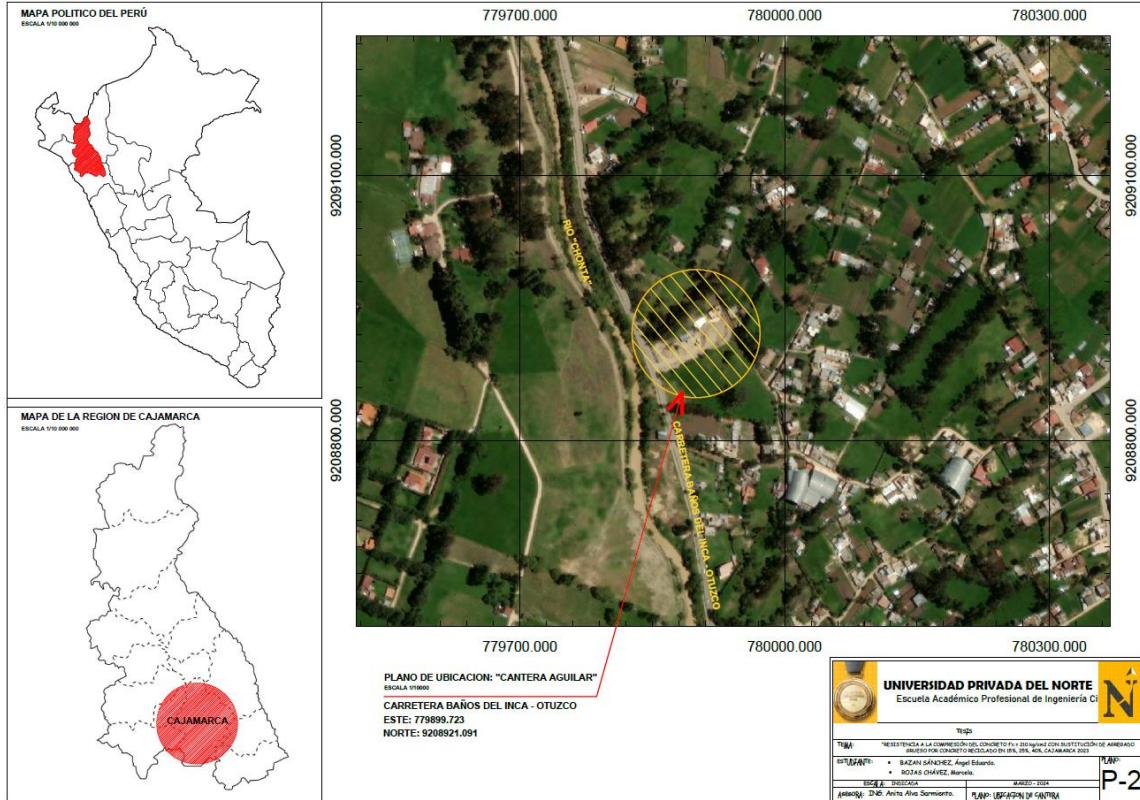
**Figura 24**

*Ubicación del pavimento reciclado*





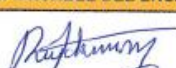
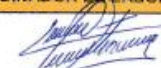
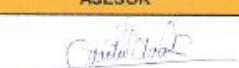
**Figura 25**

*Ubicación de la Cantera Aguilar*





### Anexo 06: Protocolos de ensayos

LABORATORIO DE CONCRETO- UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
CAJAMARCA PROTOCOLO					
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			
	NORMA:	ASTM C566 / NTP 339.185			
	TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".			
CALICATA:	-	ESTRATO:	-	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO - NATURAL
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA		COLOR DE MATERIAL:	GRIS	
FECHA DE MUESTREO:	23/09/2023		RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ / MARCELA ROJAS CHAVEZ	
FECHA DE ENSAYO:	03/10/2023		REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	
Temperatura de Secado 80 °C / 110 °C / Ambiente			Método Horno 110 ± 5 °C		
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	g	83.80	67.70	84.80
C	Recipiente + Suelo Húmedo	g	1146.30	972.50	1240.20
D	Recipiente + Suelo Seco	g	1142.80	968.70	1235.60
E	Peso del Agua (Ww) C - D	g	3.50	3.80	4.60
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	g	1059.00	901.00	1150.80
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	0.33	0.42	0.40
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	0.38		
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
					
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO		
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024		

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



LABORATORIO DE CONCRETO- UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
CAJAMARCA PROTOCOLO					
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			
	NORMA:	ASTM C566 / NTP 339.185			
	TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".			
CALICATA:	-	ESTRATO:	-	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO - NATURAL
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA		COLOR DE MATERIAL:	GRIS	
FECHA DE MUESTREO:	23/09/2023		RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	
FECHA DE ENSAYO:	03/10/2023		REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	
Temperatura de Secado 60 °C / 110 °C / Ambiente			Método Horno 110 ± 5 °C		




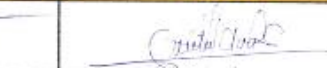
  

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	g	74.50	96.80	78.30
C	Recipiente + Suelo Húmedo	g	1138.90	1382.70	1104.00
D	Recipiente + Suelo Seco	g	1089.90	1320.20	1054.60
E	Peso del Agua (Ww) C - D	g	49.00	62.50	49.40
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	g	1015.40	1223.40	976.30
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	4.83	5.11	5.06
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	5.00		

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

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. ALVA SARMIENTO ANITA FECHA: 22/03/2024


LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOKOLO		
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	
	NORMA:	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012	
	TESIS:	*Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023*.	
CANTERA:	AGUILAR	TM:	3/4"
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TMN:	1/2"
FECHA DE MUESTRA:	23/09/2023	M.F:	6.86
FECHA DE ENSAYO:	02/11/2023	HUSO A UTILIZAR:	67
RESPONSABLE:	ANGEL BAZAN SANCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN

### AGREGADO GRUESO

MATERIAL: Dependiente de TM								
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende de TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Inferior	Límite Superior
1	2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00	---	---
2	2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00	---	---
1	1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	---	---
2	1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3	3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00	90	100
4	1/2"	12.5	3083.20	61.66	61.66	38.34	20	55
5	3/8"	9.5	1308.80	26.18	87.84	12.16	0	15
6	N° 4	4.75	595.20	11.90	99.74	0.26	0	5
7	Bandeja	-	12.80	0.26	100.00	0.00	---	---
			5000.00	100.00 %				

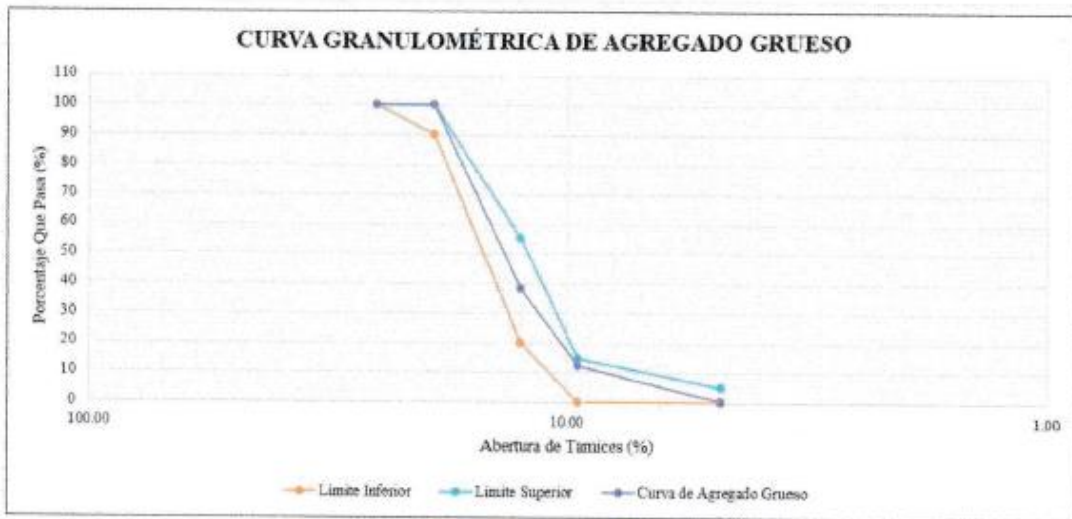
**Nota:** El tamaño máximo (TM), se calcula como el menor tamiz en el que pasa el 100% y el tamaño máximo nominal (TMN), se calcula como el tamiz superior al que retiene mayor o igual del 10% retenido acumulado.  
**Norma ASTM C33**

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: ANGEL BAZAN SANCHEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO FECHA: 22/03/2024

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<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>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".		
<b>CANTERA:</b>	AGUILAR	<b>TM:</b>	3/4"
<b>UBICACIÓN:</b>	BAÑOS DEL INCA	<b>TMN:</b>	1/2"
<b>FECHA DE MUESTRA:</b>	23/09/2023	<b>M.F:</b>	4.99
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/11/2023	<b>HUSO A UTILIZAR:</b>	67
<b>RESPONSABLE:</b>	ANGEL BAZAN SANCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN

### AGREGADO GRUESO



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: ANGEL BAZAN SANCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	
	NORMA:	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012	
TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
CANTERA:	AGUILAR	TM:	Nº 4
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TMN:	Nº 8
FECHA DE MUESTRA:	23/09/2023	M.F.:	2.90
FECHA DE ENSAYO:	04/10/2023	HUSO A UTILIZAR:	-
RESPONSABLE:	ANGEL BAZAN SANCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN

### AGREGADO FINO

*Mínimo: 500 gr.*

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	POCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Según norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Limite Inferior	Limite Superior
1	N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
2	N° 8	2.36	519.60	17.33	17.33	82.67	80	100
3	N° 10	2.00	131.70	4.39	21.72	78.28	—	—
4	N° 16	1.18	393.80	13.13	34.85	65.15	50	85
5	N° 30	0.6	522.50	17.42	52.27	47.73	25	60
6	N° 50	0.3	1043.00	34.78	87.05	12.95	10	30
7	N° 100	0.15	335.20	11.18	98.23	1.77	2	10
8	N° 200	0.075	45.00	1.50	99.73	0.27	0	3
9	Bandeja	0	8.20	0.27	100.00	0.00	—	—
			2999.00	100.00 %				

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

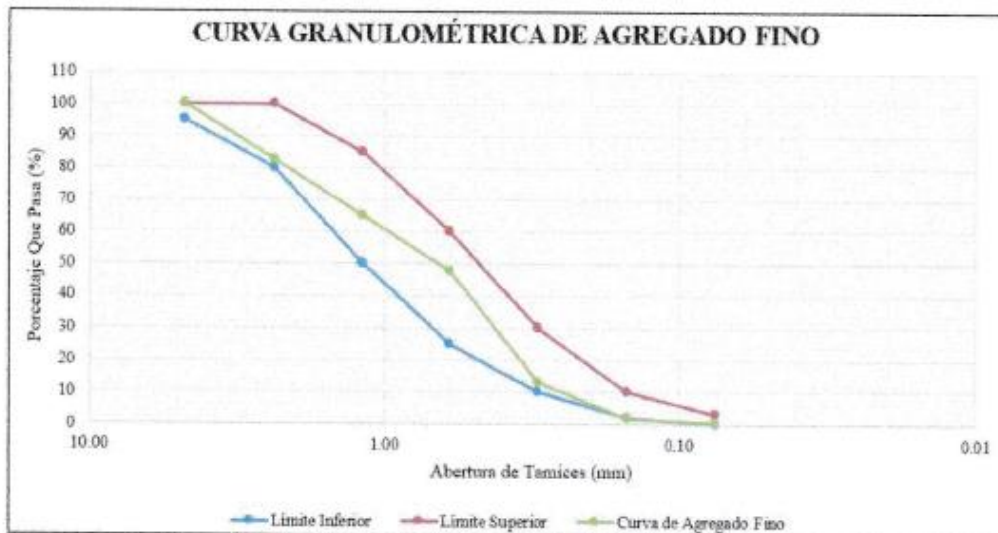
$$M. F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas N}^\circ 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: ANGEL BAZAN SANCHEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO FECHA: 22/03/2024




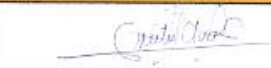
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS		
NORMA:	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012		
TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
CANTERA:	AGUILAR	TM:	Nº 4
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TMN:	Nº 8
FECHA DE MUESTRA:	23/09/2023	M.F:	2.90
FECHA DE ENSAYO:	04/10/2023	HUSO A UTILIZAR:	-
RESPONSABLE:	ANGEL BAZAN SANCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN

### AGREGADO FINO



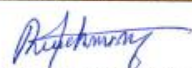

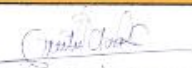






OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: ANGEL BAZAN SANCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024



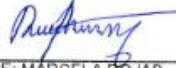

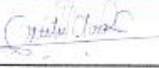
LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO:		PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS				
NORMA:		MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017				
TESIS:		"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"				
CANTERA:	AGUILAR	TIPO DE CANTERA:		RÍO		
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TIPO DEL MATERIAL:		AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO		
FECHA DE MUESTRA:	23/09/2023	RESPONSABLE:		ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/MARCELA ROJAS CHAVEZ		
FECHA DE ENSAYO:	04/10/2023	REVISADO POR:		Ing. LUIS E. HERRERA TERAN		
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		N° 8	VOLUMEN MOLDE ( $\text{m}^3$ )	0.00942
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg	22.06	21.30	22.20	-
B	Peso del molde	kg	4.78	4.78	4.78	-
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	kg	17.28	16.52	17.42	-
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	$\text{kg/m}^3$	1833.46	1752.83	1848.32	1811.54
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg	20.96	20.82	21.10	-
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	kg	16.18	16.04	16.32	-
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	$\text{kg/m}^3$	1716.75	1701.90	1731.61	1716.75
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		1/2"	VOLUMEN MOLDE ( $\text{m}^3$ )	0.00942
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	18.22	17.96	18.42	-
B	Peso del molde	kg	4.78	4.78	4.78	-
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	kg	13.44	13.18	13.64	-
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	$\text{kg/m}^3$	1426.03	1398.44	1447.25	1423.91
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	17.28	17.18	17.06	-
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	kg	12.50	12.40	12.28	-
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	$\text{kg/m}^3$	1326.29	1315.68	1302.95	1314.97
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERÁN		NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO		
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024		FECHA: 22/03/2024		



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS				
	NORMA:	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021				
	TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".				
CANTERA:	AGUILAR	TIPO DE CANTERA:	RÍO			
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO - NATURAL			
FECHA DE MUESTRA:	23/09/2023	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/MARCELA ROJAS CHAVEZ			
FECHA DE ENSAYO:	05/10/2023	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso en el aire de la muestra seca	g	1004.60	1043.40	953.20	N.A
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	g	1018.00	1055.20	965.20	N.A
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	g	2213.30	2238.40	2182.30	N.A
D	Peso específico aparente seco $P. e. a(seco) = \frac{A}{B - C}$	g/cm <sup>3</sup>	2.56	2.58	2.57	2.57
E	Peso específico aparente SSS $P. e. a(SSS) = \frac{B}{B - C}$	g/cm <sup>3</sup>	2.59	2.61	2.60	2.60
F	Peso específico nominal $P. e. a(SSS) = \frac{A}{A - C}$	g/cm <sup>3</sup>	2.65	2.65	2.65	2.65
G	Absorción (Ab) del Agregado Grueso, (%) $\frac{B - A}{A} * 100$	%	1.33	1.13	1.26	1.24
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR			
						
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO			
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024			

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS					
NORMA:	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022					
TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".					
CANTERA:	AGUILAR	TIPO DE CANTERA:	RÍO			
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO - NATURAL			
FECHA DE MUESTRA:	23/09/2023	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ			
FECHA DE ENSAYO:	05/10/2023	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN			
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	g	490.60	489.40	491.10	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	g	1315.30	1422.30	1440.60	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	g	1620.60	1731.40	1747.90	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	g	500.00	500.00	500.00	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	g/cm <sup>3</sup>	2.52	2.56	2.55	2.54
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	g/cm <sup>3</sup>	2.57	2.62	2.59	2.59
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. n (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	g/cm <sup>3</sup>	2.65	2.71	2.67	2.68
H	Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} \times 100\%$	(%)	1.92	2.17	1.81	1.96
N.A: NO APLICA						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR			
						
NOMBRE: ANGEL EDUARDO BAZAN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO			
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024			



LABORATORIO DE CONCRETO- UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			
	NORMA:	ASTM C566 / NTP 339.185			
	TESIS:	*Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023*.			
CALICATA:	-	ESTRATO:	-	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO RECICLADO
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE MATERIAL:	GRIS	
FECHA DE MUESTREO:	11/09/2023		RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	
FECHA DE ENSAYO:	07/11/2023		REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	
Temperatura de Secado 60 °C / 110 °C / Ambiente			Método Horno 110 ± 5 °C		
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	g	96.40	74.70	66.30
C	Recipiente + Suelo Húmedo	g	1230.30	1071.70	928.60
D	Recipiente + Suelo Seco	g	1205.90	1044.00	907.30
E	Peso del Agua (Ww) C - D	g	24.40	27.70	21.30
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	g	1109.50	969.30	841.00
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	2.20	2.86	2.53
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.53		
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	TESIS		
					
NOMBRE: ANGEL BAZAN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO		
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024		


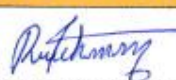
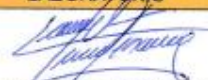
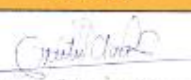
$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	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:	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
CANTERA:	-	TM:	3/4"
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TMN:	1/2"
FECHA DE MUESTRA:	11/09/2023	M.F:	6.72
FECHA DE ENSAYO:	02/10/2023	HUSO A UTILIZAR:	67
RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN

### AGREGADO GRUESO RECICLADO

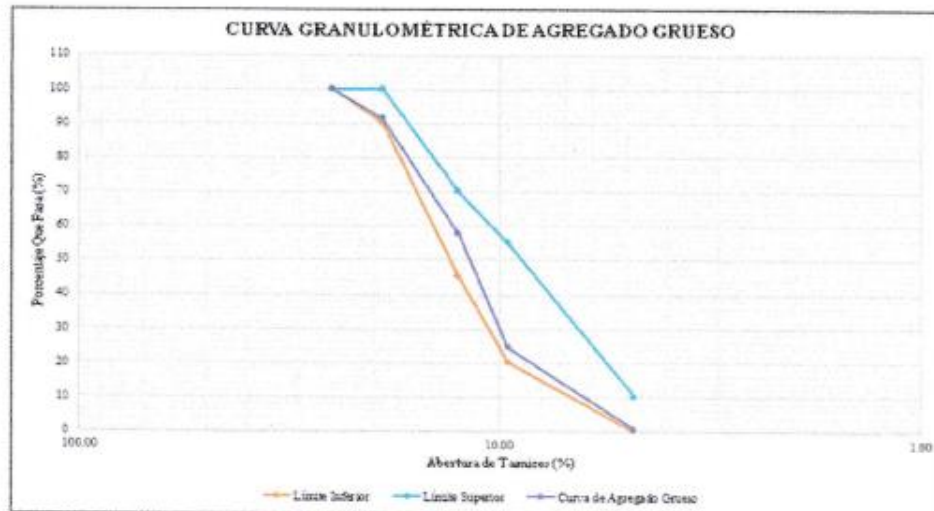
MATERIAL: Dependiente de TM								
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Limite Inferior	Limite Superior
1	2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00	---	---
2	2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00	---	---
1	1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	---	---
2	1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3	3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00	90	100
4	1/2"	12.5	2124.00	42.48	42.48	57.52	45	70
5	3/8"	9.5	1648.00	32.96	75.44	24.56	20	55
6	N° 4	4.75	1203.00	24.06	99.50	0.50	0	10
7	Bandeja	-	25.00	0.50	100.00	0.00	---	---
			5000.00	100.00 %				

**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**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERÁN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS		
	NORMA:	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012		
TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".			
CANTERA:	-	TM:	3/4"	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TMN:	1/2"	
FECHA DE MUESTRA:	11/09/2023	M.F:	4.98	
FECHA DE ENSAYO:	02/10/2023	HUSO A UTILIZAR:	67	
RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	

### AGREGADO GRUESO RECICLADO



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024










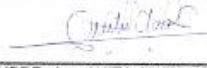
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS		
NORMA:	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021		
TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
CANTERA:	-	TIPO DE CANTERA:	-
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO RECICLADO
FECHA DE MUESTRA:	11/09/2023	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ
FECHA DE ENSAYO:	06/10/2023	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS RECICLADOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso en el aire de la muestra seca	g	951.60	949.70	983.80	-
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	g	1006.60	1001.60	1044.60	-
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	g	2167.90	2166.10	2187.90	-
D	Peso específico aparente seco $P. e. a(seco) = \frac{A}{B - C}$	g/cm <sup>3</sup>	2.29	2.30	2.27	2.29
E	Peso específico aparente SSS $P. e. a(SSS) = \frac{B}{B - C}$	g/cm <sup>3</sup>	2.42	2.43	2.41	2.42
F	Peso específico nominal $P. e. a(SSS) = \frac{A}{A - C}$	g/cm <sup>3</sup>	2.64	2.63	2.64	2.64
G	Absorción (Ab) del Agregado Grueso Reciclado, (%) $\frac{B - A}{A} \cdot 100$	%	5.78	5.46	6.18	5.81


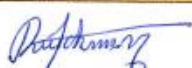

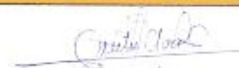
OBSERVACIONES:


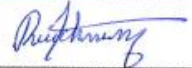

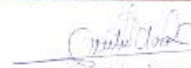
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO:		PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS				
NORMA:		MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017				
TESIS:		Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023.				
CANTERA:		-	TIPO DE CANTERA:		-	
UBICACIÓN:		CAJAMARCA	TIPO DEL MATERIAL:		AGREGADO RECICLADO	
FECHA DE MUESTRA:		11/09/2023	RESPONSABLE:		ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	
FECHA DE ENSAYO:		06/10/2023	REVISADO POR:		Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		-	VOLUMEN MOLDE	-
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg	-	-	-	-
B	Peso del molde	kg	-	-	-	-
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	kg	-	-	-	-
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	kg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg	-	-	-	-
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	kg	-	-	-	-
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	kg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		3/4"	VOLUMEN MOLDE (m <sup>3</sup> )	0.00942
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	17.80	17.76	17.74	-
B	Peso del molde	kg	4.78	4.78	4.78	-
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	kg	13.02	12.98	12.96	-
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	kg/m <sup>3</sup>	1381.46	1377.22	1375.10	1377.93
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	16.10	16.74	16.28	-
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	kg	11.32	11.96	11.50	-
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	kg/m <sup>3</sup>	1201.09	1269.00	1220.19	1230.09
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR
						
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ		NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ		NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN		NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024		FECHA: 22/03/2024		FECHA: 22/03/2024		FECHA: 22/03/2024



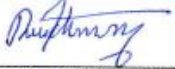

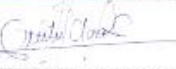
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI				
<b>TESIS:</b>		"Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ	
<b>Datos:</b>				
<b>1.- Datos de los agregados</b>				
Item	Descripción	Unidad	Agregado Fino	Agregado Grueso
1	Peso específico	$\text{g/cm}^3$	2.68	2.65
2	Peso unitario compactado y seco	$\text{kg/m}^3$	1811.54	1423.91
3	Peso unitario suelto y seco	$\text{kg/m}^3$	1716.75	1314.97
4	Contenido de humedad	%	5.00%	0.38%
5	% de absorción	%	1.96%	1.26%
6	Módulo de fineza		2.90	-
7	Tamaño máximo nominal (TMN)		-	1/2"
<b>2.- Resistencia a la compresión</b>				
		$f'_c = 210.00$	$\text{kg/cm}^2$	
<b>3.- Cemento</b>				
Tipo : I		"Pacasmayo"		
Pe = 3.10 $\text{g/cm}^3$				
M = 42.50 kg				
<b>4.- Agua</b>				
Agua potable				
<b>5.- Asentamiento</b>				
Consolidación por vibración		3" - 4"		
<b>2.- Procedimiento para el diseño de mezclas</b>				
<b>Paso N° 01. Resistencia promedio requerida</b>				
$f'_{cr} = 210 + 85 \text{ kg/cm}^2$				
$f'_{cr} = 295.00 \text{ kg/cm}^2$				
<b>Paso N° 01. Estimación del agua de la mezcla</b>				
Agua de mezclado = 216.00 $\text{L/m}^3$				
<b>Paso N° 02. Estimación del contenido de aire</b>				
Contenido de aire atrapado = 2.5%				
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE	
				
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO	
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																							
CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI																																							
TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".																																						
REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ																																				
<p><b>Paso N° 03. Relación agua cemento (a/c)</b>            Interpolamos los datos de la tabla del ACI</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>kg/cm<sup>2</sup></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>→</td> <td>0.62</td> </tr> <tr> <td>295</td> <td>→</td> <td>a/c</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>→</td> <td>0.55</td> </tr> </table> <p style="margin-left: 40px;">a/c = 0.557</p> <p><b>Paso N° 04. Cálculo del contenido de cemento.</b>  <math>C = 387.79 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow 9.12 \text{ Bolsas / m}^3</math>            C: Agua mezclado / Relación a/c</p> <p><b>Paso N° 05. Contenido de agregado grueso</b>            Volumen seco y compactado de agregado grueso            Extrapolando tenemos:</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>2.80</td> <td>→</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>2.90</td> <td>→</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>3.00</td> <td>→</td> <td>0.53</td> </tr> </table> <p style="margin-left: 40px;">x = 0.540            Peso seco agregado grueso = 768.91 kg</p> <p><b>Paso N° 06. Estimación de la cantidad de agregado fino</b>            - Método de los volúmenes absolutos de:</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>• Cemento</td> <td>0.125</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>• Agua</td> <td>0.216</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>• Aire</td> <td>0.025</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>• Agregado grueso</td> <td>0.290</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>0.656</b></td> <td><b>m<sup>3</sup></b></td> </tr> </table> <p style="margin-left: 40px;">Volumen absoluto del agregado fino 0.344 m<sup>3</sup></p> <p style="margin-left: 40px;">Peso agregado fino = 921.25 Kg</p>				kg/cm <sup>2</sup>			250	→	0.62	295	→	a/c	300	→	0.55	2.80	→	0.55	2.90	→	x	3.00	→	0.53	• Cemento	0.125	m <sup>3</sup>	• Agua	0.216	m <sup>3</sup>	• Aire	0.025	m <sup>3</sup>	• Agregado grueso	0.290	m <sup>3</sup>	<b>Total</b>	<b>0.656</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
kg/cm <sup>2</sup>																																							
250	→	0.62																																					
295	→	a/c																																					
300	→	0.55																																					
2.80	→	0.55																																					
2.90	→	x																																					
3.00	→	0.53																																					
• Cemento	0.125	m <sup>3</sup>																																					
• Agua	0.216	m <sup>3</sup>																																					
• Aire	0.025	m <sup>3</sup>																																					
• Agregado grueso	0.290	m <sup>3</sup>																																					
<b>Total</b>	<b>0.656</b>	<b>m<sup>3</sup></b>																																					
OBSERVACIONES:																																							
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE																																				
																																							
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO FECHA: 22/03/2024																																				

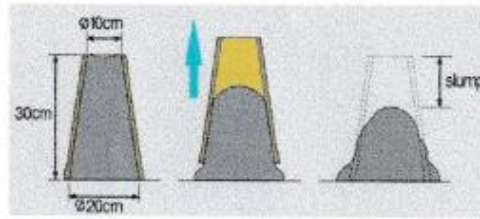
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI											
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>TESIS:</b> "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".										
REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ								
<p><b>Paso N° 07. Determinación de los valores de diseño</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cemento 387.79 Kg/m<sup>3</sup></li> <li>Agua 216.00 Kg/m<sup>3</sup></li> <li>Agregado fino 921.25 Kg/m<sup>3</sup></li> <li>Agregado grueso 768.91 Kg/m<sup>3</sup></li> </ul> <p><b>Paso N° 08. Ajuste por contenido de humedad de agregados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Factor de corrección               <ul style="list-style-type: none"> <li>Faf = 1.05263</li> <li>Fag = 1.00381</li> </ul> </li> <li>- Determinación de la humedad               <ul style="list-style-type: none"> <li>Haf = 3.04%</li> <li>Hag = -0.88%</li> </ul> </li> <li>- Aporte de humedad de los agregados               <ul style="list-style-type: none"> <li>Ahaf = 28.01 L/m<sup>3</sup></li> <li>Ahag = -6.77 L/m<sup>3</sup></li> <li>Total = 21.24 L/m<sup>3</sup></li> </ul> </li> <li>- Agua efectiva               <ul style="list-style-type: none"> <li>Aefec = 194.76 L/m<sup>3</sup></li> </ul> </li> </ul> <p><b>Paso N° 09. Valores ajustados por humedad de agregados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cemento 387.79 Kg/m<sup>3</sup>      9.12 Bolsas /m<sup>3</sup></li> <li>Agua efectiva 194.76 L/m<sup>3</sup></li> <li>Agregado fino 969.74 Kg/m<sup>3</sup></li> <li>Agregado grueso 771.84 Kg/m<sup>3</sup></li> </ul> <p><b>Paso N° 10. Proporciones en peso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustados por humedad</li> </ul> <table border="1"> <tr> <td>387.79</td> <td>194.76</td> <td>969.74</td> <td>771.84</td> </tr> <tr> <td>387.79</td> <td>387.79</td> <td>387.79</td> <td>387.79</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">1 : 2.50 : 1.99 21.34 L/bolsa C : Af : Ag : H<sub>2</sub>O</p>				387.79	194.76	969.74	771.84	387.79	387.79	387.79	387.79
387.79	194.76	969.74	771.84								
387.79	387.79	387.79	387.79								
OBSERVACIONES:											
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE								
											
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO FECHA: 22/03/2024								



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
		CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI					
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS: 'Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023'.						
REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/MARCELA ROJAS CHAVEZ				
<b>3.- Cálculos de materiales por porcentaje de sustitución</b>							
<b>1.- Valores de Diseño por m<sup>3</sup></b>							
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.E.	P.U.		
1	Cemento	kg	387.79	<b>3.10</b>	0.13		
2	Agregado grueso	kg	771.84	<b>2.65</b>	0.29		
3	Agregado fino	kg	969.74	<b>2.68</b>	0.36		
4	Agua	Litros	194.76	<b>1</b>	0.19		
5	Aire	%	2.5%		0.03		
Total					1.00		
<b>2.- Datos de materiales a emplear</b>							
Descripción	15%		25%		40%		
	0.043689306	m <sup>3</sup>	0.0728	m <sup>3</sup>	0.116505	m <sup>3</sup>	
Cemento	0.13	387.79	0.13	387.79	0.13	387.79	
Agregado grueso	0.25	656.07	0.22	578.88	0.17	463.11	
Agregado fino	0.36	969.74	0.36	969.74	0.36	969.74	
Agua	0.19	194.76	0.19	194.76	0.19	194.76	
Aire	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	
Volumen	0.95		0.93		0.88		
Concreto Reciclado	0.05	120.73	0.07	197.62	0.12	312.96	
P.E del Concreto reciclado	2,640		2,640		2,640		
<b>3.- Cantidad de material por porcentaje de sustitución</b>							
Volumen de una probeta = 0.0053 m <sup>3</sup>							
Item	Descripción	N° de Probetas	Cemento (Kg)	A. Fino (Kg)	A. Grueso (Kg)	Agua (Kg)	Concreto reciclado (Kg)
1	Probetas patrón	21	47.49	118.76	94.52	23.85	-
2	Sustitución con concreto reciclado al 15%	21	47.49	118.76	80.34	23.85	14.78
3	Sustitución con concreto reciclado al 25%	21	47.49	118.76	70.89	23.85	24.20
4	Sustitución con concreto reciclado al 40%	21	47.49	118.76	56.71	23.85	38.33
<b>TOTAL</b>		<b>84</b>	<b>189.96</b>	<b>475.03</b>	<b>302.47</b>	<b>95.40</b>	<b>77.31</b>
<i>Nota: Se ha considerado un 10% de desperdicio.</i>							
<b>OBSERVACIONES:</b>							
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO		DOCENTE			
							
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN		NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO			
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024		FECHA: 22/03/2024			

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)		
NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035		
PROYECTO:	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".		
CONSISTENCIA:	PLÁSTICA	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2023	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN
HORA DE MUESTRA:	09:40		
HORA DE ENSAYO:	09:45		


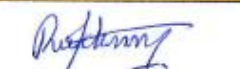


**DIMENSIONES DEL MOLDE**




PROCESO DE ENSAYO	
CAPAS	N° DE GOLPES
1	25
2	25
3	25

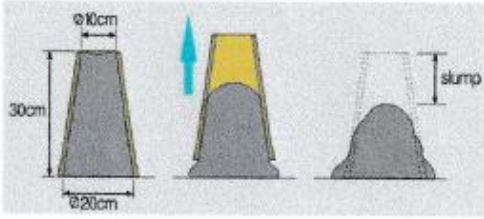
CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 – 5.08
Plástica	7.62 – 10.16
Fluida	≥ 12.70

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (cm)	8.50
CONSISTENCIA	Plástica

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERÁN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	<b>ENSAYO:</b>	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
	<b>NORMA:</b>	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
	<b>PROYECTO:</b>	*Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023*	
<b>CONSISTENCIA:</b>	PLÁSTICA	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHAVEZ MARCELA
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	05/12/2023	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN
<b>HORA DE MUESTRA:</b>	10:35		
<b>HORA DE ENSAYO:</b>	10:40		

**DIMENSIONES DEL MOLDE**




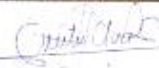


PROCESO DE ENSAYO	
CAPAS	N° DE GOLPES
1	25
2	25
3	25


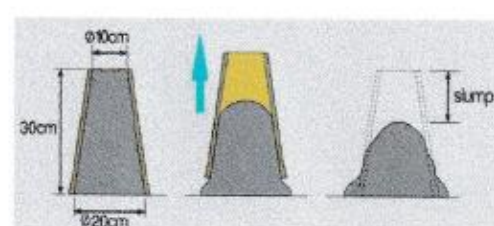

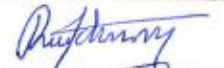

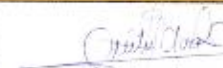
CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 – 5.08
Plástica	7.62 – 10.16
Fluida	≥ 12.70

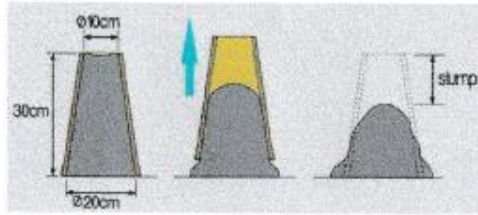



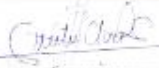
ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (cm)	8.90
CONSISTENCIA	Plástica

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: ROJAS CHAVEZ MARCELA	NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024

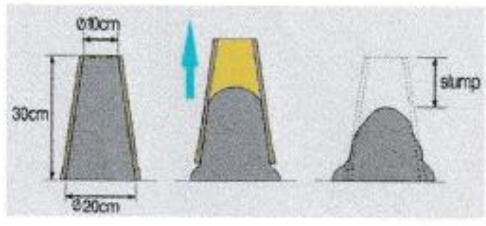


LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
	<b>NORMA:</b>	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
	<b>PROYECTO:</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".	
CONSISTENCIA:	PLÁSTICA	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2023	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN
HORA DE MUESTRA:	11:20		
HORA DE ENSAYO:	11:25		
<b>DIMENSIONES DEL MOLDE</b>			
			
<b>PROCESO DE ENSAYO</b>		<b>CONSISTENCIA EN CONO</b>	
<b>CAPAS</b>	<b>Nº DE GOLPES</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	$\geq 12.70$
<b>ASENTAMIENTO DEL C°</b>			
<b>SLUMP (cm)</b>		9.00	
<b>CONSISTENCIA</b>		Plástica	
<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>DOCENTE</b>
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO:</b>	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)		
<b>NORMA:</b>	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035		
<b>PROYECTO:</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".		
<b>CONSISTENCIA:</b>	PLÁSTICA	<b>RESPONSABLE:</b>	ANGEL BAZÁN SANCHEZ/MARCELA ROJAS CHAVEZ
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	05/12/2023	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN
<b>HORA DE MUESTRA:</b>	11:50		
<b>HORA DE ENSAYO:</b>	11:55		
DIMENSIONES DEL MOLDE			
			
PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
<b>CAPAS</b>	<b>Nº DE GOLPES</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	$\geq 12.70$
ASENTAMIENTO DEL Cº			
<b>SLUMP (cm)</b>	11.6		
<b>CONSISTENCIA</b>	Plástica		
<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>DOCENTE</b>
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024

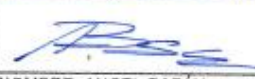



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)		
NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035		
PROYECTO:	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".		
CONSISTENCIA:	PLÁSTICA	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2023	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN
HORA DE MUESTRA:	12:30		
HORA DE ENSAYO:	12:35		

**DIMENSIONES DEL MOLDE**



PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	Nº DE GOLPES	Consistencia	Asentamiento (cm)
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	$\geq 12.70$

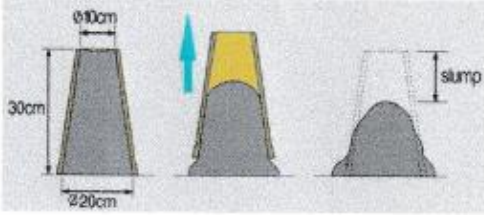
ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (cm)	7.9
CONSISTENCIA	Plástica

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERÁN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024



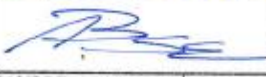
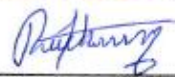

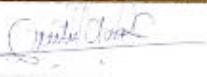
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO:</b>	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)		
<b>NORMA:</b>	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035		
<b>TESIS:</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".		
<b>CONSISTENCIA:</b>	PLÁSTICA	<b>RESPONSABLE:</b>	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	05/12/2023	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN
<b>HORA DE MUESTRA:</b>	15:15		
<b>HORA DE ENSAYO:</b>	15:20		

**DIMENSIONES DEL MOLDE**



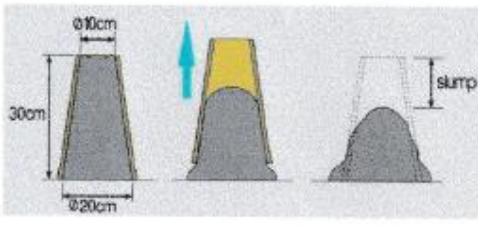
PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
<b>CAPAS</b>	<b>Nº DE GOLPES</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	$\geq 12.70$

ASENTAMIENTO DEL C°	
<b>SLUMP (cm)</b>	8
<b>CONSISTENCIA</b>	Plástica

OBSERVACIONES:			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>DOCENTE</b>
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO:</b>	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)		
<b>NORMA:</b>	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035		
<b>TESIS:</b>	*Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023*		
CONSISTENCIA:	PLÁSTICA	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2023	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN
HORA DE MUESTRA:	15:50		
HORA DE ENSAYO:	15:55		

**DIMENSIONES DEL MOLDE**




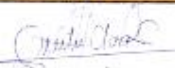


PROCESO DE ENSAYO	
CAPAS	Nº DE GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 – 5.08
Plástica	7.62 – 10.16
Fluida	$\geq 12.70$

ASENTAMIENTO DEL Cº	
SLUMP (cm)	8.70
CONSISTENCIA	Plástica

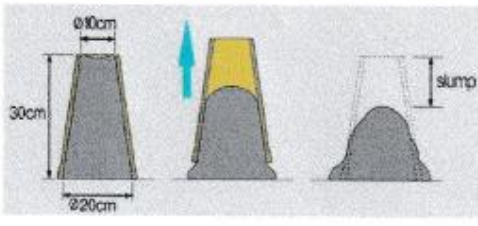
**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 22/03/2024	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO FECHA: 22/03/2024







LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)		
NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035		
TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023".		
CONSISTENCIA:	PLÁSTICA	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2023	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN
HORA DE MUESTRA:	16:30		
HORA DE ENSAYO:	16:35		

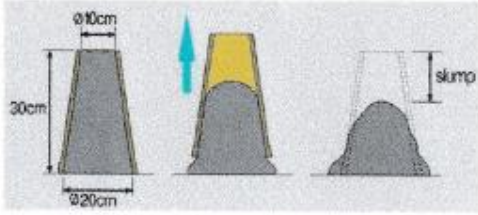




**DIMENSIONES DEL MOLDE**



PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	N° DE GOLPES	Consistencia	Asentamiento (cm)
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	$\geq 12.70$

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (cm)	8.00
CONSISTENCIA	Plástica

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ	NOMBRE: MARCELA ROJAS CHAVEZ	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA SARMIENTO
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)		
NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035		
TESIS:	"Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
CONSISTENCIA:	PLÁSTICA	RESPONSABLE:	ANGEL BAZÁN SÁNCHEZ/ MARCELA ROJAS CHAVEZ
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2023	REVISADO POR:	Ing. LUIS E. HERRERA TERAN
HORA DE MUESTRA:	17:10		
HORA DE ENSAYO:	17:15		
DIMENSIONES DEL MOLDE			
			
PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	N° DE GOLPES	Consistencia	Asentamiento (cm)
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	$\geq 12.70$
ASENTAMIENTO DEL C°			
SLUMP (cm)		10.00	
CONSISTENCIA		Plástica	
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
			
NOMBRE: ANGEL BAZÁN	NOMBRE: MARCELA ROJAS	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA	NOMBRE: Ing. ANITA ALVA
FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024	FECHA: 22/03/2024

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P01 - 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.02
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	175.87
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.39	5.69	0.0080
2	2000	2.92	11.37	0.0098
3	3000	3.29	17.06	0.0110
4	4000	3.60	22.74	0.0121
5	5000	3.87	28.43	0.0130
6	6000	4.10	34.12	0.0138
7	7000	4.53	39.80	0.0152
8	8000	4.83	45.49	0.0162
9	9000	4.92	51.17	0.0165
10	10000	5.11	56.85	0.0172
11	12000	5.23	68.23	0.0176
12	14000	5.32	79.60	0.0179
13	16000	5.42	90.98	0.0182
14	18000	5.48	102.35	0.0184
15	20000	5.52	113.72	0.0185
16	22000	5.61	125.09	0.0188
17	24000	5.75	136.46	0.0193
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

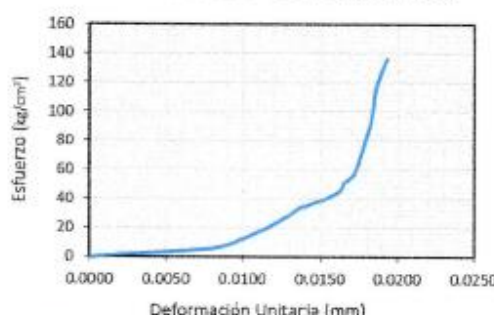
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

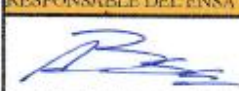
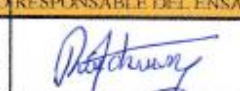

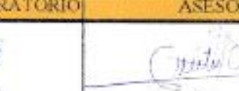
<b>DIAMETRO (cm)</b>	15.02
<b>Cu (kg)</b>	24713.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	175.87
<b>Altura (mm)</b>	297.80
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	140.52

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Terán	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



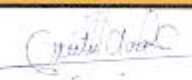
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P02 - 0%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.91
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	174.47
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.50	5.73	0.0017
2	2000	0.90	11.46	0.0030
3	3000	1.16	17.20	0.0039
4	4000	1.38	22.93	0.0046
5	5000	1.48	28.66	0.0050
6	6000	1.73	34.39	0.0059
7	7000	1.81	40.12	0.0061
8	8000	1.93	45.85	0.0065
9	9000	2.15	51.59	0.0072
10	10000	2.18	57.32	0.0073
11	12000	2.42	68.78	0.0081
12	14000	2.57	80.25	0.0086
13	16000	2.68	91.71	0.0090
14	18000	2.79	103.17	0.0094
15	20000	2.92	114.64	0.0098
16	22000	3.00	126.10	0.0101
17	24000	3.11	137.56	0.0104
18	26000	3.15	149.03	0.0106
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	14.91
Cu (kg)	26044.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.47
Altura (mm)	298.10
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	149.28



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Terán	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
<b>NORMA</b>	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%. Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P03 – 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.06
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	177.85
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DIAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.69	5.62	0.0023
2	2000	1.03	11.25	0.0034
3	3000	1.28	16.87	0.0043
4	4000	1.54	22.49	0.0051
5	5000	1.77	28.11	0.0059
6	6000	1.94	33.74	0.0064
7	7000	2.28	39.36	0.0076
8	8000	2.35	44.98	0.0078
9	9000	2.45	50.60	0.0081
10	10000	2.58	56.23	0.0086
11	12000	2.68	67.47	0.0089
12	14000	2.94	78.72	0.0098
13	16000	3.02	89.96	0.0100
14	18000	3.13	101.21	0.0104
15	20000	3.25	112.45	0.0108
16	22000	3.32	123.70	0.0110
17	24000	3.40	134.94	0.0113
18	26000	3.48	146.19	0.0116
19	28000	3.60	157.43	0.0120
20	30000	3.66	168.68	0.0122
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.06
Cu (kg)	31437.00
Área (cm <sup>2</sup> )	177.85
Altura (mm)	300.80
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	176.76



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
<b>NORMA</b>	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P04 - 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.88
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.79
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SÁNCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.50	5.72	0.0017
2	2000	0.90	11.44	0.0030
3	3000	1.20	17.16	0.0040
4	4000	1.40	22.88	0.0047
5	5000	1.59	28.61	0.0053
6	6000	1.78	34.33	0.0059
7	7000	1.93	40.05	0.0064
8	8000	2.05	45.77	0.0068
9	9000	2.12	51.49	0.0071
10	10000	2.22	57.21	0.0074
11	12000	2.40	68.65	0.0080
12	14000	2.56	80.10	0.0085
13	16000	2.75	91.54	0.0092
14	18000	2.79	102.98	0.0093
15	20000	2.93	114.42	0.0098
16	22000	2.98	125.86	0.0099
17	24000	3.07	137.31	0.0102
18	26000	3.19	148.75	0.0106
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	14.88
Cu (kg)	27297.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.79
Altura (mm)	299.70
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	156.17



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P05 - 0%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.08
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	178.51
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.60	5.60	0.0020
2	2000	0.98	11.20	0.0032
3	3000	1.27	16.81	0.0042
4	4000	1.50	22.41	0.0050
5	5000	1.70	28.01	0.0056
6	6000	1.87	33.61	0.0062
7	7000	1.99	39.21	0.0066
8	8000	2.10	44.81	0.0070
9	9000	2.22	50.42	0.0074
10	10000	2.30	56.02	0.0076
11	12000	2.47	67.22	0.0082
12	14000	2.57	78.43	0.0085
13	16000	2.65	89.63	0.0088
14	18000	2.76	100.83	0.0092
15	20000	2.87	112.04	0.0095
16	22000	2.97	123.24	0.0098
17	24000	3.01	134.44	0.0100
18	26000	3.09	145.65	0.0102
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.08
Cu (kg)	26617.00
Área (cm <sup>2</sup> )	178.51
Altura (mm)	301.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	149.10

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P06 - 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.01
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.48
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.58	5.67	0.0019
2	2000	0.97	11.33	0.0032
3	3000	1.25	17.00	0.0042
4	4000	1.50	22.67	0.0050
5	5000	1.73	28.33	0.0058
6	6000	1.86	34.00	0.0062
7	7000	1.95	39.66	0.0065
8	8000	2.08	45.33	0.0069
9	9000	2.17	51.00	0.0072
10	10000	2.28	56.66	0.0076
11	12000	2.40	68.00	0.0080
12	14000	2.55	79.33	0.0085
13	16000	2.63	90.66	0.0088
14	18000	2.73	101.99	0.0091
15	20000	2.80	113.33	0.0094
16	22000	2.90	124.66	0.0097
17	24000	2.96	135.99	0.0099
18	26000	3.05	147.32	0.0102
19	28000	3.12	158.66	0.0104
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




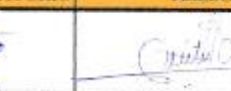
DIAMETRO (cm)	15.01
Cu (kg)	29168.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.48
Altura (mm)	299.40
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	165.27

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P07 - 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.92
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.53
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DIAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.60	5.66	0.0020
2	2000	0.92	11.33	0.0030
3	3000	1.25	16.99	0.0041
4	4000	1.45	22.66	0.0048
5	5000	1.65	28.32	0.0055
6	6000	1.90	33.99	0.0063
7	7000	1.98	39.65	0.0066
8	8000	2.15	45.32	0.0071
9	9000	2.25	50.98	0.0074
10	10000	2.35	56.65	0.0078
11	12000	2.45	67.98	0.0081
12	14000	2.60	79.31	0.0086
13	16000	2.68	90.64	0.0089
14	18000	2.75	101.97	0.0091
15	20000	2.83	113.30	0.0094
16	22000	2.90	124.63	0.0096
17	24000	2.98	135.96	0.0099
18	26000	3.02	147.29	0.0100
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


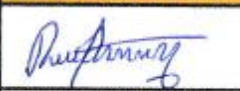


DIAMETRO (cm)	14.92
Cu (kg)	27746.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.53
Altura (mm)	302.20
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	157.18

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P01 - 15%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.99
FECHA DE ELABORACION:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	176.20
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZAN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.56	5.68	0.0019
2	2000	0.90	11.35	0.0030
3	3000	1.18	17.03	0.0039
4	4000	1.40	22.70	0.0047
5	5000	1.60	28.38	0.0053
6	6000	1.74	34.05	0.0058
7	7000	1.90	39.73	0.0063
8	8000	2.00	45.40	0.0067
9	9000	2.15	51.08	0.0072
10	10000	2.23	56.75	0.0074
11	12000	2.33	68.10	0.0078
12	14000	2.47	79.45	0.0082
13	16000	2.58	90.81	0.0086
14	18000	2.68	102.16	0.0090
15	20000	2.78	113.51	0.0093
16	22000	2.87	124.86	0.0096
17	24000	2.93	136.21	0.0098
18	26000	2.98	147.56	0.0100
19	28000	3.07	158.91	0.0103
20	30000	3.12	170.26	0.0104
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	14.99
Cu (kg)	30196.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.20
Altura (mm)	299.40
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	171.37

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P02 - 15%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.20
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	179.79
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.50	5.56	0.0017
2	2000	0.89	11.12	0.0030
3	3000	1.08	16.69	0.0036
4	4000	1.28	22.25	0.0043
5	5000	1.43	27.81	0.0048
6	6000	1.58	33.37	0.0053
7	7000	1.68	38.93	0.0056
8	8000	1.78	44.50	0.0059
9	9000	1.92	50.06	0.0064
10	10000	1.98	55.62	0.0066
11	12000	2.08	66.74	0.0069
12	14000	2.20	77.87	0.0073
13	16000	2.28	88.99	0.0076
14	18000	2.38	100.12	0.0079
15	20000	2.43	111.24	0.0081
16	22000	2.48	122.36	0.0082
17	24000	2.55	133.49	0.0085
18	26000	2.60	144.61	0.0086
19	28000	2.65	155.74	0.0088
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


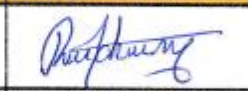


DIAMETRO (cm)	15.20
Cu (kg)	28395.00
Área (cm <sup>2</sup> )	179.79
Altura (mm)	300.70
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	157.93

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P03 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.80
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	173.25
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.50	5.77	0.0017
2	2000	0.90	11.54	0.0030
3	3000	1.18	17.32	0.0039
4	4000	1.45	23.09	0.0049
5	5000	1.70	28.86	0.0057
6	6000	1.88	34.63	0.0063
7	7000	2.18	40.40	0.0073
8	8000	2.30	46.18	0.0077
9	9000	2.40	51.95	0.0080
10	10000	2.65	57.72	0.0089
11	12000	2.78	69.27	0.0093
12	14000	2.95	80.81	0.0099
13	16000	3.10	92.35	0.0104
14	18000	3.22	103.90	0.0108
15	20000	3.35	115.44	0.0112
16	22000	3.45	126.99	0.0115
17	24000	3.55	138.53	0.0119
18	26000	3.67	150.07	0.0123
19	28000	3.75	161.62	0.0126
20	30000	3.85	173.16	0.0129
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

<b>DIAMETRO (cm)</b>	14.80
<b>Cu (kg)</b>	30455.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	173.25
<b>Altura (mm)</b>	298.80
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	175.79

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	PO4 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.02
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	178.84
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.56	5.59	0.0018
2	2000	0.98	11.18	0.0032
3	3000	1.18	16.77	0.0039
4	4000	1.45	22.37	0.0048
5	5000	1.58	27.96	0.0052
6	6000	1.78	33.55	0.0059
7	7000	1.89	39.14	0.0062
8	8000	1.98	44.73	0.0065
9	9000	2.18	50.32	0.0072
10	10000	2.25	55.92	0.0074
11	12000	2.35	67.10	0.0077
12	14000	2.48	78.28	0.0082
13	16000	2.60	89.46	0.0085
14	18000	2.65	100.65	0.0087
15	20000	2.76	111.83	0.0091
16	22000	2.87	123.01	0.0094
17	24000	2.94	134.20	0.0097
18	26000	3.00	145.38	0.0099
19	28000	3.08	156.56	0.0101
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

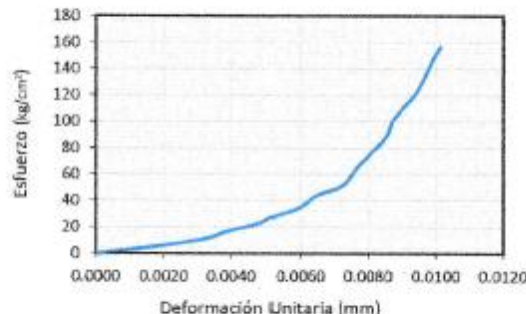
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				





DIAMETRO (cm)	15.02
Cu (kg)	29026.00
Área (cm <sup>2</sup> )	178.84
Altura (mm)	304.10
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	162.30

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P05 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.86
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.65
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DIAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.55	5.73	0.0018
2	2000	0.96	11.45	0.0032
3	3000	1.10	17.18	0.0037
4	4000	1.28	22.90	0.0043
5	5000	1.50	28.63	0.0050
6	6000	1.72	34.35	0.0057
7	7000	1.80	40.08	0.0060
8	8000	1.95	45.81	0.0065
9	9000	2.05	51.53	0.0068
10	10000	2.12	57.26	0.0071
11	12000	2.23	68.71	0.0074
12	14000	2.30	80.16	0.0077
13	16000	2.40	91.61	0.0080
14	18000	2.50	103.06	0.0083
15	20000	2.58	114.51	0.0086
16	22000	2.63	125.97	0.0088
17	24000	2.68	137.42	0.0089
18	26000	2.75	148.87	0.0092
19	28000	2.80	160.32	0.0093
20	30000	2.85	171.77	0.0095
21	32000	2.90	183.22	0.0097
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

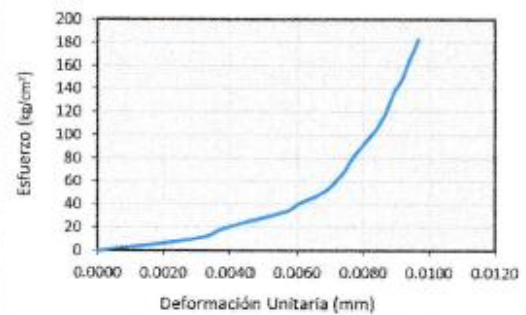
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				





DIAMETRO (cm)	14.86
Cu (kg)	32969.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.65
Altura (mm)	300.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	188.77

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P06 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.98
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.15
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.43	5.68	0.0014
2	2000	0.78	11.35	0.0026
3	3000	0.98	17.03	0.0033
4	4000	1.12	22.71	0.0037
5	5000	1.30	28.38	0.0043
6	6000	1.47	34.06	0.0049
7	7000	1.60	39.74	0.0053
8	8000	1.70	45.41	0.0057
9	9000	1.80	51.09	0.0060
10	10000	1.90	56.77	0.0063
11	12000	2.00	68.12	0.0067
12	14000	2.12	79.48	0.0071
13	16000	2.25	90.83	0.0075
14	18000	2.35	102.18	0.0078
15	20000	2.45	113.54	0.0082
16	22000	2.55	124.89	0.0085
17	24000	2.63	136.24	0.0088
18	26000	2.68	147.60	0.0089
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	14.98
Cu (kg)	27650.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.15
Altura (mm)	299.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	156.96

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Terán	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 - ASTM C39 - NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P07 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.91
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	177.33
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	CU
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.45	5.64	0.0015
2	2000	0.75	11.28	0.0025
3	3000	0.90	16.92	0.0030
4	4000	1.10	22.56	0.0037
5	5000	1.25	28.20	0.0042
6	6000	1.45	33.83	0.0048
7	7000	1.58	39.47	0.0053
8	8000	1.65	45.11	0.0055
9	9000	1.76	50.75	0.0059
10	10000	1.85	56.39	0.0062
11	12000	1.98	67.67	0.0066
12	14000	2.10	78.95	0.0070
13	16000	2.18	90.23	0.0073
14	18000	2.28	101.50	0.0076
15	20000	2.38	112.78	0.0079
16	22000	2.48	124.06	0.0083
17	24000	2.58	135.34	0.0086
18	26000	2.68	146.62	0.0089
19	28000	2.75	157.90	0.0092
20	30000	2.80	169.17	0.0093
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

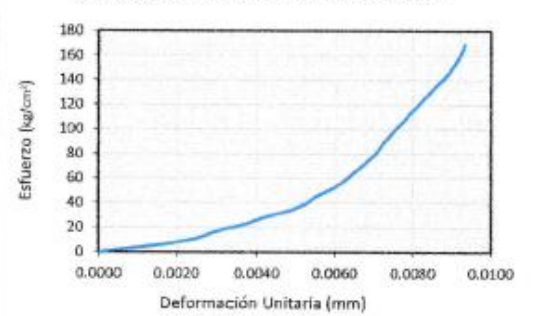
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	CU
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

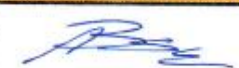
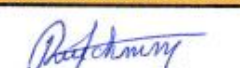

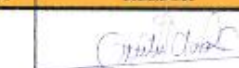
DIAMETRO (cm)	15.05
Cu (kg)	30752.00
Área (cm <sup>2</sup> )	177.33
Altura (mm)	300.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	173.41


**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 3.39.034		
	TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P01 - 25%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.29
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	182.94
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ÁNGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.52	5.47	0.0017
2	2000	0.80	10.93	0.0026
3	3000	1.05	16.40	0.0034
4	4000	1.28	21.86	0.0042
5	5000	1.48	27.33	0.0049
6	6000	1.60	32.80	0.0053
7	7000	1.78	38.26	0.0058
8	8000	1.87	43.73	0.0061
9	9000	1.95	49.20	0.0064
10	10000	2.00	54.66	0.0066
11	12000	2.10	65.59	0.0069
12	14000	2.20	76.53	0.0072
13	16000	2.30	87.46	0.0076
14	18000	2.40	98.39	0.0079
15	20000	2.48	109.32	0.0081
16	22000	2.55	120.26	0.0084
17	24000	2.58	131.19	0.0085
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

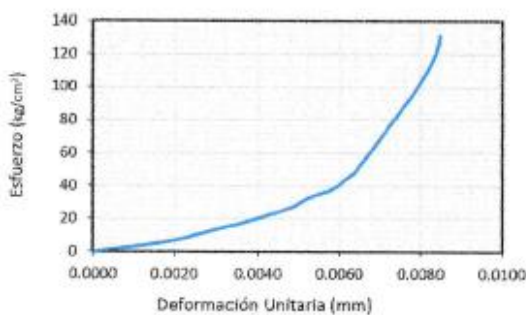
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

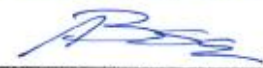
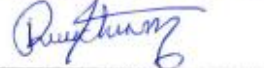

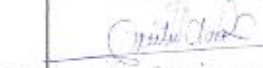
DIAMETRO (cm)	15.29
Cu (kg)	26441.00
Área (cm <sup>2</sup> )	182.94
Altura (mm)	304.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	144.53


  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
			
Ángel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO			
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS			
	NORMA			
	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034			
TESIS				
"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"				
<b>ID. PROBETA</b>	P02 - 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.24	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	181.94	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA	
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DIAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS	

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.40	5.50	0.0013
2	2000	0.70	10.99	0.0023
3	3000	1.08	16.49	0.0036
4	4000	1.20	21.99	0.0039
5	5000	1.38	27.48	0.0045
6	6000	1.50	32.98	0.0049
7	7000	1.63	38.47	0.0054
8	8000	1.78	43.97	0.0059
9	9000	1.88	49.47	0.0062
10	10000	1.95	54.96	0.0064
11	12000	2.12	65.96	0.0070
12	14000	2.20	76.95	0.0072
13	16000	2.28	87.94	0.0075
14	18000	2.32	98.93	0.0076
15	20000	2.42	109.93	0.0080
16	22000	2.48	120.92	0.0082
17	24000	2.54	131.91	0.0084
18	26000	2.58	142.90	0.0085
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

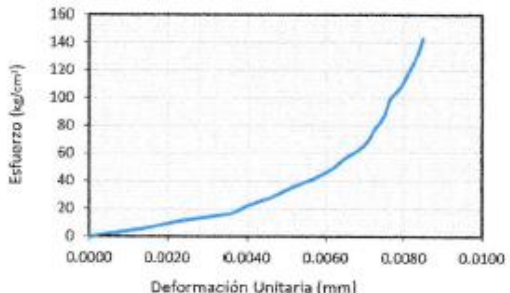
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


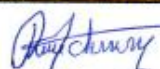

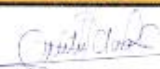
<b>DIAMETRO (cm)</b>	15.24
<b>Cu (kg)</b>	27619.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	181.94
<b>Altura (mm)</b>	304.00
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	151.80

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P03 - 25%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.21
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	180.84
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.55	5.53	0.0018
2	2000	0.85	11.06	0.0028
3	3000	1.15	16.59	0.0038
4	4000	1.35	22.12	0.0045
5	5000	1.55	27.65	0.0051
6	6000	1.75	33.18	0.0058
7	7000	1.88	38.71	0.0062
8	8000	1.98	44.24	0.0065
9	9000	2.10	49.77	0.0069
10	10000	2.20	55.30	0.0073
11	12000	2.30	66.36	0.0076
12	14000	2.43	77.42	0.0080
13	16000	2.54	88.48	0.0084
14	18000	2.68	99.53	0.0089
15	20000	2.80	110.59	0.0093
16	22000	2.90	121.65	0.0096
17	24000	3.00	132.71	0.0099
18	26000	3.08	143.77	0.0102
19	28000	3.15	154.83	0.0104
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




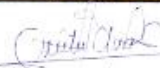
DIAMETRO (cm)	15.21
Cu (kg)	28570.00
Área (cm <sup>2</sup> )	180.84
Altura (mm)	302.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	157.98

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS			
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034			
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	P04 - 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.87	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	173.95	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL / ROJAS CHÁVEZ MARCELA	
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS	

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.39	5.75	0.0013
2	2000	0.68	11.50	0.0023
3	3000	0.87	17.25	0.0029
4	4000	1.10	23.00	0.0037
5	5000	1.30	28.74	0.0044
6	6000	1.40	34.49	0.0047
7	7000	1.45	40.24	0.0049
8	8000	1.55	45.99	0.0052
9	9000	1.60	51.74	0.0054
10	10000	1.70	57.49	0.0057
11	12000	1.75	68.99	0.0059
12	14000	1.80	80.48	0.0060
13	16000	1.89	91.98	0.0063
14	18000	1.98	103.48	0.0066
15	20000	2.10	114.98	0.0070
16	22000	2.20	126.47	0.0074
17	24000	2.25	137.97	0.0075
18	26000	2.30	149.47	0.0077
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




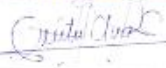
<b>DIAMETRO (cm)</b>	14.87
<b>Cu (kg)</b>	26992.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	173.95
<b>Altura (mm)</b>	298.20
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	155.17

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
	TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA:	P05 - 25%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.09
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181.65
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZAN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.50	5.51	0.0016
2	2000	0.95	11.01	0.0031
3	3000	1.20	16.52	0.0039
4	4000	1.40	22.02	0.0046
5	5000	1.60	27.53	0.0052
6	6000	1.75	33.03	0.0057
7	7000	1.90	38.54	0.0062
8	8000	2.04	44.04	0.0067
9	9000	2.10	49.55	0.0069
10	10000	2.24	55.05	0.0073
11	12000	2.35	66.06	0.0077
12	14000	2.45	77.07	0.0080
13	16000	2.55	88.08	0.0083
14	18000	2.68	99.09	0.0087
15	20000	2.88	110.10	0.0094
16	22000	2.95	121.11	0.0096
17	24000	3.05	132.12	0.0100
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.14
Cu (kg)	25750.00
Área (cm <sup>2</sup> )	181.65
Altura (mm)	306.40
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	141.76

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

The graph plots Stress (kg/cm<sup>2</sup>) on the y-axis (0 to 140) against Strain (mm) on the x-axis (0.0000 to 0.0120). The curve starts at (0,0) and rises to a peak of approximately 141.76 kg/cm<sup>2</sup> at a strain of 0.0100 mm.

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P06 - 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.80
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	173.34
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.60	5.77	0.0020
2	2000	0.90	11.54	0.0030
3	3000	1.15	17.31	0.0038
4	4000	1.40	23.08	0.0047
5	5000	1.58	28.84	0.0053
6	6000	1.72	34.61	0.0058
7	7000	1.85	40.38	0.0062
8	8000	1.95	46.15	0.0065
9	9000	2.05	51.92	0.0069
10	10000	2.15	57.69	0.0072
11	12000	2.25	69.23	0.0075
12	14000	2.35	80.77	0.0079
13	16000	2.45	92.30	0.0082
14	18000	2.55	103.84	0.0085
15	20000	2.64	115.38	0.0088
16	22000	2.70	126.92	0.0090
17	24000	2.78	138.46	0.0093
18	26000	2.85	149.99	0.0095
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

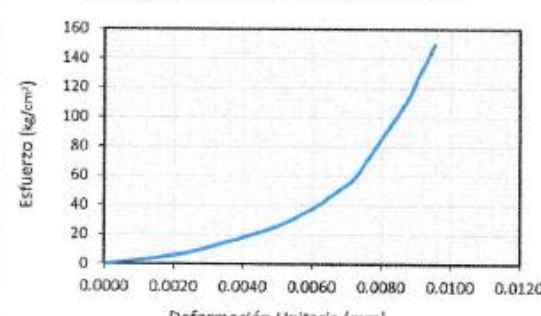
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

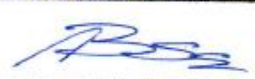
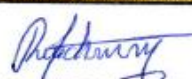

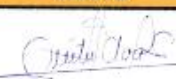
DIAMETRO (cm)	14.80
Cu (kg)	27586.00
Área (cm <sup>2</sup> )	173.34
Altura (mm)	299.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	159.14

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			
NORMA			
MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034			
TESIS			
“Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023”			
<b>ID. PROBETA</b>	P07- 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.96
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.23
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.48	5.74	0.0016
2	2000	0.85	11.48	0.0029
3	3000	1.10	17.22	0.0037
4	4000	1.30	22.96	0.0044
5	5000	1.50	28.70	0.0051
6	6000	1.70	34.44	0.0057
7	7000	1.88	40.18	0.0063
8	8000	1.98	45.92	0.0067
9	9000	2.10	51.66	0.0071
10	10000	2.23	57.40	0.0075
11	12000	2.35	68.88	0.0079
12	14000	2.50	80.35	0.0084
13	16000	2.65	91.83	0.0089
14	18000	2.78	103.31	0.0094
15	20000	2.90	114.79	0.0098
16	22000	3.00	126.27	0.0101
17	24000	3.10	137.75	0.0105
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

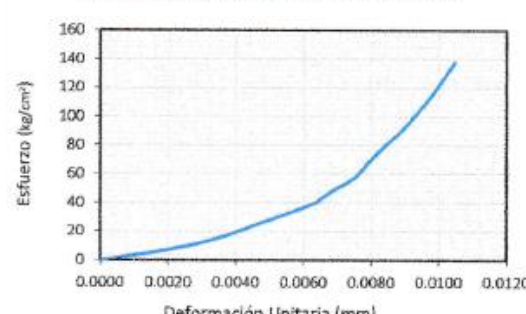
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




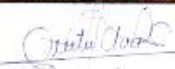
DIAMETRO (cm)	14.96
Cu (kg)	25376.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.23
Altura (mm)	296.10
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	145.65

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
ID. PROBETA:	P01- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.02
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	177.14
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.48	5.65	0.0016
2	2000	0.79	11.29	0.0026
3	3000	1.02	16.94	0.0034
4	4000	1.20	22.58	0.0040
5	5000	1.37	28.23	0.0046
6	6000	1.55	33.87	0.0052
7	7000	1.68	39.52	0.0056
8	8000	1.82	45.16	0.0061
9	9000	1.98	50.81	0.0066
10	10000	2.12	56.45	0.0071
11	12000	2.22	67.74	0.0074
12	14000	2.30	79.03	0.0077
13	16000	2.35	90.32	0.0078
14	18000	2.55	101.61	0.0085
15	20000	2.75	112.90	0.0092
16	22000	2.85	124.19	0.0095
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.02
Cu (kg)	22643.00
Área (cm <sup>2</sup> )	177.14
Altura (mm)	300.50
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	127.82

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>) vs Deformación Unitaria (mm)

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
<b>NORMA</b>	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P02- 40%	<b>DIÁMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.15
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	180.37
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.50	5.54	0.0016
2	2000	0.80	11.09	0.0026
3	3000	1.05	16.63	0.0035
4	4000	1.25	22.18	0.0041
5	5000	1.50	27.72	0.0049
6	6000	1.65	33.27	0.0054
7	7000	1.80	38.81	0.0059
8	8000	1.95	44.35	0.0064
9	9000	2.05	49.90	0.0068
10	10000	2.15	55.44	0.0071
11	12000	2.25	66.53	0.0074
12	14000	2.33	77.62	0.0077
13	16000	2.40	88.71	0.0079
14	18000	2.45	99.80	0.0081
15	20000	2.50	110.89	0.0082
16	22000	2.60	121.97	0.0086
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

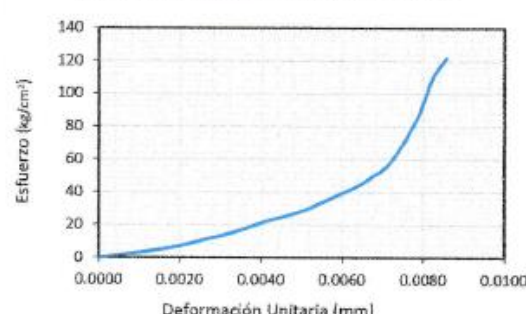
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


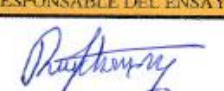


DIÁMETRO (cm)	15.15
Cu (kg)	23313.00
Área (cm <sup>2</sup> )	180.37
Altura (mm)	303.40
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	129.25

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P03- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.15
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	180.37
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.45	5.54	0.0015
2	2000	0.70	11.09	0.0023
3	3000	0.95	16.63	0.0031
4	4000	1.10	22.18	0.0036
5	5000	1.30	27.72	0.0043
6	6000	1.45	33.27	0.0048
7	7000	1.58	38.81	0.0052
8	8000	1.70	44.35	0.0056
9	9000	1.85	49.90	0.0061
10	10000	1.98	55.44	0.0065
11	12000	2.10	66.53	0.0069
12	14000	2.25	77.62	0.0074
13	16000	2.30	88.71	0.0076
14	18000	2.40	99.80	0.0079
15	20000	2.50	110.89	0.0082
16	22000	2.60	121.97	0.0086
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.15
Cu (kg)	22651.00
Área (cm <sup>2</sup> )	180.37
Altura (mm)	303.40
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	125.58

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P04- 40%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.08
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	181.80
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.46	5.50	0.0015
2	2000	0.80	11.00	0.0026
3	3000	1.08	16.50	0.0035
4	4000	1.28	22.00	0.0042
5	5000	1.48	27.50	0.0049
6	6000	1.70	33.00	0.0056
7	7000	1.80	38.50	0.0059
8	8000	1.95	44.01	0.0064
9	9000	2.08	49.51	0.0068
10	10000	2.15	55.01	0.0071
11	12000	2.25	66.01	0.0074
12	14000	2.35	77.01	0.0077
13	16000	2.48	88.01	0.0081
14	18000	2.58	99.01	0.0085
15	20000	2.68	110.01	0.0088
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.21
Cu (kg)	20150.00
Área (cm <sup>2</sup> )	181.80
Altura (mm)	304.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	110.84

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P05- 40%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.19
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	180.70
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.45	5.53	0.0015
2	2000	0.60	11.07	0.0020
3	3000	0.75	16.60	0.0025
4	4000	0.95	22.14	0.0031
5	5000	1.05	27.67	0.0034
6	6000	1.15	33.20	0.0038
7	7000	1.22	38.74	0.0040
8	8000	1.30	44.27	0.0043
9	9000	1.38	49.81	0.0045
10	10000	1.40	55.34	0.0046
11	12000	1.55	66.41	0.0051
12	14000	1.60	77.48	0.0052
13	16000	1.65	88.55	0.0054
14	18000	1.75	99.61	0.0057
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

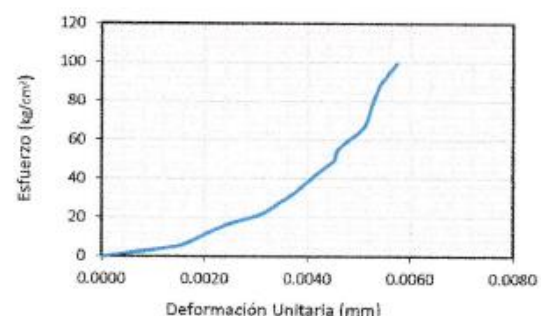
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


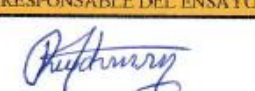

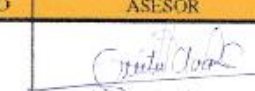
DIAMETRO (cm)	15.12
Cu (kg)	19672.00
Área (cm <sup>2</sup> )	180.70
Altura (mm)	305.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	108.87

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P06- 40%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.06
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.76
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	7 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.56	5.65	0.0019
2	2000	0.78	11.31	0.0026
3	3000	1.08	16.97	0.0036
4	4000	1.25	22.63	0.0042
5	5000	1.45	28.29	0.0049
6	6000	1.55	33.94	0.0052
7	7000	1.78	39.60	0.0060
8	8000	1.90	45.26	0.0064
9	9000	2.08	50.92	0.0070
10	10000	2.18	56.57	0.0073
11	12000	2.28	67.89	0.0076
12	14000	2.48	79.20	0.0083
13	16000	2.58	90.52	0.0086
14	18000	2.78	101.83	0.0093
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

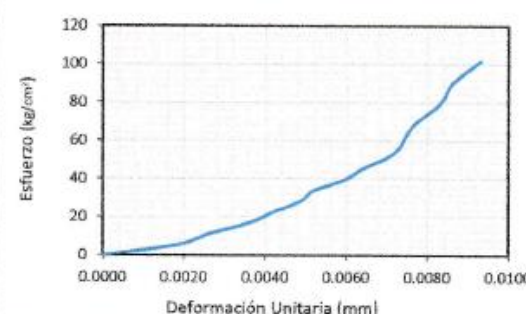
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




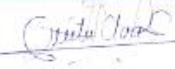
DIAMETRO (cm)	15.06
Cu (kg)	18425.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.76
Altura (mm)	298.50
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	104.24

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P07- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.11
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	180.55
FECHA DE ENSAYO:	12/12/2023	RESPONSABLE:	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.58	5.54	0.0019
2	2000	0.78	11.08	0.0026
3	3000	1.15	16.62	0.0038
4	4000	1.18	22.15	0.0039
5	5000	1.38	27.69	0.0045
6	6000	1.43	33.23	0.0048
7	7000	1.58	38.77	0.0052
8	8000	1.65	44.31	0.0054
9	9000	1.75	49.85	0.0057
10	10000	1.95	55.39	0.0064
11	12000	2.05	66.46	0.0067
12	14000	2.18	77.54	0.0071
13	16000	2.25	88.62	0.0074
14	18000	2.35	99.69	0.0077
15	20000	2.40	110.77	0.0079
16	22000	2.50	121.85	0.0082
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

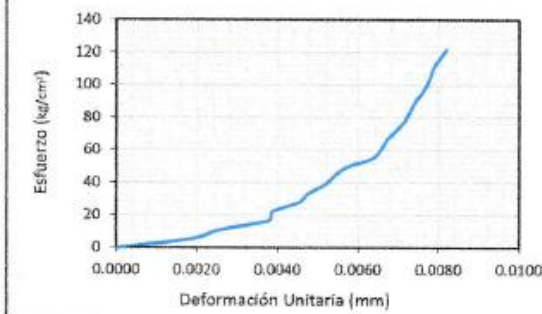
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

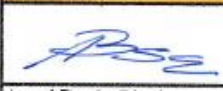



DIAMETRO (cm)	15.11
Cu (kg)	23058.00
Área (cm <sup>2</sup> )	180.55
Altura (mm)	305.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	127.71

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Terán	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
<b>NORMA</b>	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P01 - 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.98
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.95
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SÁNCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.98	5.65	0.0033
2	2000	1.54	11.30	0.0051
3	3000	1.94	16.95	0.0064
4	4000	2.28	22.60	0.0076
5	5000	2.47	28.26	0.0082
6	6000	2.66	33.91	0.0088
7	7000	2.85	39.36	0.0095
8	8000	2.98	45.21	0.0099
9	9000	3.12	50.86	0.0104
10	10000	3.31	56.51	0.0110
11	12000	3.49	67.81	0.0116
12	14000	3.58	79.12	0.0119
13	16000	3.70	90.42	0.0123
14	18000	3.81	101.72	0.0126
15	20000	3.93	113.02	0.0130
16	22000	4.02	124.33	0.0133
17	24000	4.09	135.63	0.0136
18	26000	4.20	146.93	0.0139
19	28000	4.29	158.23	0.0142
20	30000	4.40	169.54	0.0146
21	32000	4.47	180.84	0.0148
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	14.98
Cu (kg)	33798.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.95
Altura (mm)	301.30
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	191.00



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
<b>NORMA</b>	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P02 - 0%	<b>DIÁMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.00
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.44
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.68	5.67	0.0023
2	2000	1.18	11.34	0.0039
3	3000	1.44	17.00	0.0048
4	4000	1.67	22.67	0.0056
5	5000	1.95	28.34	0.0065
6	6000	2.38	34.01	0.0079
7	7000	2.60	39.67	0.0087
8	8000	2.72	45.34	0.0091
9	9000	2.85	51.01	0.0095
10	10000	2.99	56.68	0.0100
11	12000	3.14	68.01	0.0105
12	14000	3.26	79.35	0.0109
13	16000	3.39	90.68	0.0113
14	18000	3.52	102.02	0.0117
15	20000	3.61	113.36	0.0120
16	22000	3.72	124.69	0.0124
17	24000	3.83	136.03	0.0128
18	26000	3.91	147.36	0.0131
19	28000	4.00	158.70	0.0134
20	30000	4.09	170.03	0.0137
21	32000	4.19	181.37	0.0140
22	34000	4.28	192.70	0.0143
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIÁMETRO (cm)	15.00
Cu (kg)	35110.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.44
Altura (mm)	299.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	198.99



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



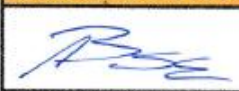
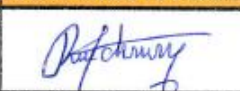
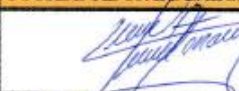
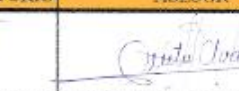
<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
<b>NORMA</b>	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P02 - 0%	<b>DIÁMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.00
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.44
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.68	5.67	0.0023
2	2000	1.18	11.34	0.0039
3	3000	1.44	17.00	0.0048
4	4000	1.67	22.67	0.0056
5	5000	1.95	28.34	0.0065
6	6000	2.38	34.01	0.0079
7	7000	2.60	39.67	0.0087
8	8000	2.72	45.34	0.0091
9	9000	2.85	51.01	0.0095
10	10000	2.99	56.68	0.0100
11	12000	3.14	68.01	0.0105
12	14000	3.26	79.35	0.0109
13	16000	3.39	90.68	0.0113
14	18000	3.52	102.02	0.0117
15	20000	3.61	113.36	0.0120
16	22000	3.72	124.69	0.0124
17	24000	3.83	136.03	0.0128
18	26000	3.91	147.36	0.0131
19	28000	4.00	158.70	0.0134
20	30000	4.09	170.03	0.0137
21	32000	4.19	181.37	0.0140
22	34000	4.28	192.70	0.0143
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIÁMETRO (cm)	15.00
Cu (kg)	35110.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.44
Altura (mm)	299.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	198.99



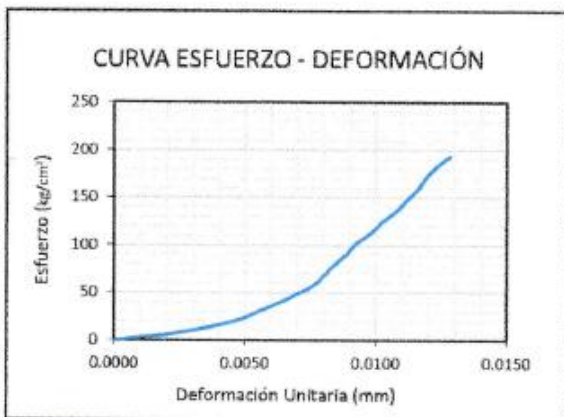
<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

	<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
ID. PROBETA:	P03 - 0%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.94
FECHA DE ELABORACION:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	176.06
FECHA DE ENSAYO:	19/12/2023	RESPONSABLE:	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.58	5.68	0.0019
2	2000	0.94	11.36	0.0031
3	3000	1.25	17.04	0.0042
4	4000	1.47	22.72	0.0049
5	5000	1.62	28.40	0.0054
6	6000	1.76	34.08	0.0059
7	7000	1.90	39.76	0.0063
8	8000	2.03	45.44	0.0068
9	9000	2.15	51.12	0.0072
10	10000	2.28	56.80	0.0076
11	12000	2.41	68.16	0.0080
12	14000	2.53	79.52	0.0084
13	16000	2.67	90.88	0.0089
14	18000	2.78	102.24	0.0092
15	20000	2.96	113.60	0.0098
16	22000	3.09	124.96	0.0103
17	24000	3.25	136.32	0.0108
18	26000	3.36	147.68	0.0112
19	28000	3.49	159.04	0.0116
20	30000	3.58	170.40	0.0119
21	32000	3.69	181.76	0.0123
22	34000	3.85	193.12	0.0128
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	14.94
Cu (kg)	35793.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.06
Altura (mm)	300.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	203.30



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P04 - 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.99
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	175.50
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.83	5.70	0.0028
2	2000	1.03	11.40	0.0035
3	3000	1.29	17.09	0.0043
4	4000	1.48	22.79	0.0050
5	5000	1.60	28.49	0.0054
6	6000	1.69	34.19	0.0057
7	7000	1.75	39.89	0.0059
8	8000	1.81	45.59	0.0061
9	9000	1.88	51.28	0.0063
10	10000	1.94	56.98	0.0065
11	12000	2.03	68.38	0.0068
12	14000	2.12	79.77	0.0071
13	16000	2.29	91.17	0.0077
14	18000	2.49	102.57	0.0084
15	20000	2.81	113.96	0.0094
16	22000	3.18	125.36	0.0107
17	24000	3.39	136.76	0.0114
18	26000	3.48	148.15	0.0117
19	28000	3.58	159.55	0.0120
20	30000	3.67	170.94	0.0123
21	32000	3.78	182.34	0.0127
22	34000	3.87	193.74	0.0130
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

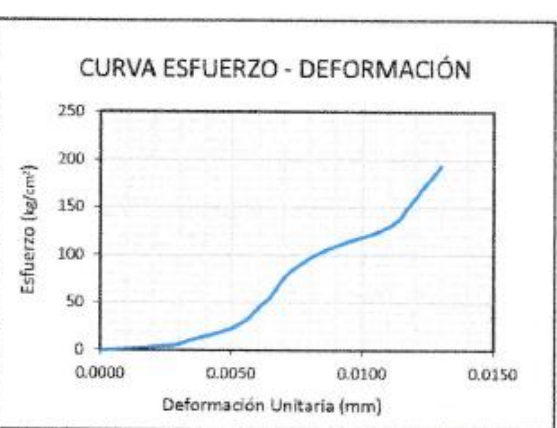
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

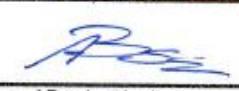
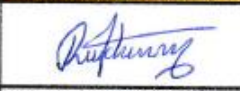

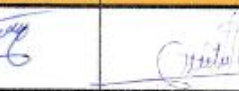
DIAMETRO (cm)	14.99
Cu (kg)	35443.00
Área (cm <sup>2</sup> )	175.50
Altura (mm)	297.90
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	201.96

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034			
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	POS - 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.00	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	177.10	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA	
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS	

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.84	5.65	0.0028
2	2000	1.13	11.29	0.0038
3	3000	1.31	16.94	0.0044
4	4000	1.49	22.59	0.0050
5	5000	1.68	28.23	0.0056
6	6000	1.80	33.88	0.0060
7	7000	1.97	39.53	0.0065
8	8000	2.19	45.17	0.0073
9	9000	2.38	50.82	0.0079
10	10000	2.67	56.47	0.0089
11	12000	2.81	67.76	0.0093
12	14000	2.93	79.05	0.0097
13	16000	3.09	90.35	0.0103
14	18000	3.21	101.64	0.0107
15	20000	3.32	112.93	0.0110
16	22000	3.43	124.23	0.0114
17	24000	3.53	135.52	0.0117
18	26000	3.64	146.81	0.0121
19	28000	3.73	158.11	0.0124
20	30000	3.82	169.40	0.0127
21	32000	3.91	180.69	0.0130
22	34000	4.01	191.99	0.0133
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


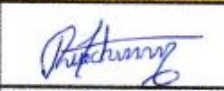


<b>DIAMETRO (cm)</b>	15.00
<b>Cu (kg)</b>	34811.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	177.10
<b>Altura (mm)</b>	301.00
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	196.57

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDENADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24






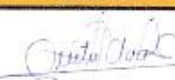
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P06 - 0%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.03
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	176.44
FECHA DE ENSAYO:	19/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.56	5.67	0.0019
2	2000	0.85	11.34	0.0028
3	3000	1.09	17.00	0.0036
4	4000	1.31	22.67	0.0044
5	5000	1.53	28.34	0.0051
6	6000	1.64	34.01	0.0055
7	7000	1.72	39.67	0.0058
8	8000	1.81	45.34	0.0061
9	9000	1.92	51.01	0.0064
10	10000	2.02	56.68	0.0068
11	12000	2.15	68.01	0.0072
12	14000	2.28	79.35	0.0076
13	16000	2.37	90.68	0.0079
14	18000	2.44	102.02	0.0082
15	20000	2.53	113.36	0.0085
16	22000	2.58	124.69	0.0086
17	24000	2.67	136.03	0.0089
18	26000	2.72	147.36	0.0091
19	28000	2.77	158.70	0.0093
20	30000	2.83	170.03	0.0095
21	32000	2.88	181.37	0.0096
22	34000	2.92	192.70	0.0098
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.03
Cu (kg)	35544.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.44
Altura (mm)	298.70
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	201.46



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Amita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"	
<b>ID. PROBETA</b>	P07 - 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.04
<b>FECHA DE ELABORACION:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.39
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DIAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.67	5.67	0.0022
2	2000	1.05	11.34	0.0035
3	3000	1.41	17.01	0.0047
4	4000	1.62	22.68	0.0054
5	5000	1.79	28.35	0.0060
6	6000	1.99	34.02	0.0067
7	7000	2.13	39.69	0.0071
8	8000	2.30	45.35	0.0077
9	9000	2.41	51.02	0.0081
10	10000	2.55	56.69	0.0085
11	12000	2.67	68.03	0.0090
12	14000	2.84	79.37	0.0095
13	16000	2.93	90.71	0.0098
14	18000	3.06	102.05	0.0103
15	20000	3.19	113.39	0.0107
16	22000	3.32	124.73	0.0111
17	24000	3.46	136.06	0.0116
18	26000	3.54	147.40	0.0119
19	28000	3.67	158.74	0.0123
20	30000	3.75	170.08	0.0126
21	32000	3.91	181.42	0.0131
22	34000	4.01	192.76	0.0134
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




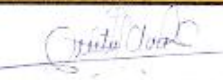
DIAMETRO (cm)	15.04
Cu (kg)	34313.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.39
Altura (mm)	298.30
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	194.53

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P01 - 15%	<b>DIÁMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.88
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	175.45
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.44	5.70	0.0015
2	2000	0.86	11.40	0.0029
3	3000	1.11	17.10	0.0037
4	4000	1.35	22.80	0.0045
5	5000	1.54	28.50	0.0051
6	6000	1.73	34.20	0.0057
7	7000	1.89	39.90	0.0063
8	8000	2.02	45.60	0.0067
9	9000	2.15	51.30	0.0071
10	10000	2.29	57.00	0.0076
11	12000	2.43	68.40	0.0081
12	14000	2.56	79.80	0.0085
13	16000	2.71	91.20	0.0090
14	18000	2.82	102.60	0.0094
15	20000	2.95	114.00	0.0098
16	22000	3.03	125.39	0.0101
17	24000	3.14	136.79	0.0104
18	26000	3.24	148.19	0.0108
19	28000	3.33	159.59	0.0111
20	30000	3.42	170.99	0.0114
21	32000	3.51	182.39	0.0117
22	34000	3.59	193.79	0.0119
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




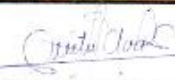
DIÁMETRO (cm)	14.88
Cu (kg)	35589.00
Área (cm <sup>2</sup> )	175.45
Altura (mm)	301.10
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	202.85

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROCOLO</b>			
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
<b>NORMA</b>	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P02 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.07
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.62
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_{cu}$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.58	5.66	0.0019
2	2000	0.91	11.32	0.0031
3	3000	1.19	16.99	0.0040
4	4000	1.42	22.65	0.0048
5	5000	1.59	28.31	0.0053
6	6000	1.71	33.97	0.0057
7	7000	1.86	39.63	0.0062
8	8000	2.02	45.29	0.0068
9	9000	2.14	50.96	0.0072
10	10000	2.28	56.62	0.0077
11	12000	2.47	67.94	0.0083
12	14000	2.62	79.27	0.0088
13	16000	2.71	90.59	0.0091
14	18000	2.83	101.91	0.0095
15	20000	2.98	113.24	0.0100
16	22000	3.07	124.56	0.0103
17	24000	3.16	135.88	0.0106
18	26000	3.25	147.21	0.0109
19	28000	3.34	158.53	0.0112
20	30000	3.42	169.86	0.0115
21	32000	3.50	181.18	0.0117
22	34000	3.58	192.50	0.0120
23	36000	3.66	203.83	0.0123
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_{cu}$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.07
Cu (kg)	37324.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.62
Altura (mm)	297.90
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	211.32



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P03 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.76
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	173.15
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.84	5.78	0.0028
2	2000	1.38	11.55	0.0046
3	3000	1.71	17.33	0.0057
4	4000	1.98	23.10	0.0066
5	5000	2.22	28.88	0.0074
6	6000	2.41	34.65	0.0080
7	7000	2.58	40.43	0.0086
8	8000	2.71	46.20	0.0090
9	9000	2.88	51.98	0.0096
10	10000	3.01	57.75	0.0100
11	12000	3.16	69.30	0.0105
12	14000	3.29	80.85	0.0110
13	16000	3.45	92.41	0.0115
14	18000	3.58	103.96	0.0119
15	20000	3.71	115.51	0.0124
16	22000	3.81	127.06	0.0127
17	24000	3.97	138.61	0.0132
18	26000	4.08	150.16	0.0136
19	28000	4.19	161.71	0.0140
20	30000	4.29	173.26	0.0143
21	32000	4.42	184.81	0.0147
22	34000	4.51	196.36	0.0150
23	36000	4.61	207.91	0.0154
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

<b>DIAMETRO (cm)</b>	14.76
<b>Cu (kg)</b>	37805.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	173.15
<b>Altura (mm)</b>	299.80
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	218.34

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P04 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.06
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	177.57
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.73	5.63	0.0024
2	2000	0.98	11.26	0.0033
3	3000	1.38	16.89	0.0046
4	4000	1.56	22.53	0.0052
5	5000	1.75	28.16	0.0058
6	6000	1.88	33.79	0.0063
7	7000	2.01	39.42	0.0067
8	8000	2.10	45.05	0.0070
9	9000	2.27	50.68	0.0076
10	10000	2.40	56.32	0.0080
11	12000	2.49	67.58	0.0083
12	14000	2.60	78.84	0.0087
13	16000	2.67	90.11	0.0089
14	18000	2.77	101.37	0.0092
15	20000	2.85	112.63	0.0095
16	22000	2.97	123.90	0.0099
17	24000	3.05	135.16	0.0102
18	26000	3.11	146.42	0.0104
19	28000	3.16	157.69	0.0105
20	30000	3.22	168.95	0.0107
21	32000	3.28	180.21	0.0109
22	34000	3.32	191.48	0.0111
23	36000	3.37	202.74	0.0112
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

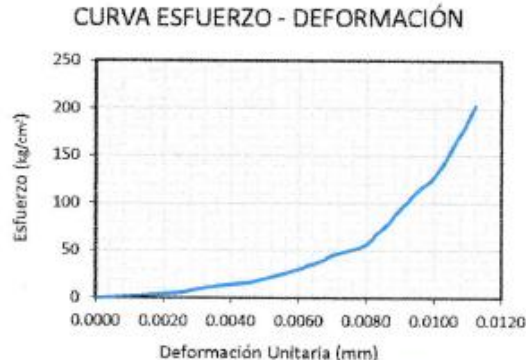
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




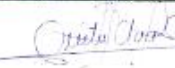
DIAMETRO (cm)	15.06
Cu (kg)	37030.00
Área (cm <sup>2</sup> )	177.57
Altura (mm)	300.20
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	208.54

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P05 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.71
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	172.03
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HIERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.56	5.81	0.0019
2	2000	0.78	11.63	0.0026
3	3000	1.01	17.44	0.0034
4	4000	1.22	23.25	0.0041
5	5000	1.35	29.06	0.0045
6	6000	1.46	34.88	0.0049
7	7000	1.55	40.69	0.0052
8	8000	1.59	46.50	0.0053
9	9000	1.65	52.32	0.0055
10	10000	1.71	58.13	0.0057
11	12000	1.82	69.75	0.0061
12	14000	1.90	81.38	0.0064
13	16000	2.01	93.01	0.0067
14	18000	2.09	104.63	0.0070
15	20000	2.15	116.26	0.0072
16	22000	2.22	127.88	0.0074
17	24000	2.30	139.51	0.0077
18	26000	2.36	151.13	0.0079
19	28000	2.42	162.76	0.0081
20	30000	2.48	174.39	0.0083
21	32000	2.58	186.01	0.0086
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


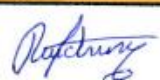

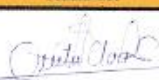
DIAMETRO (cm)	14.71
Cu (kg)	33885.00
Área (cm <sup>2</sup> )	172.03
Altura (mm)	298.90
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	196.97

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P06 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.01
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	175.64
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.54	5.69	0.0018
2	2000	0.85	11.39	0.0029
3	3000	1.03	17.08	0.0035
4	4000	1.21	22.77	0.0041
5	5000	1.40	28.47	0.0047
6	6000	1.55	34.16	0.0052
7	7000	1.64	39.86	0.0055
8	8000	1.75	45.55	0.0059
9	9000	1.85	51.24	0.0062
10	10000	1.94	56.94	0.0065
11	12000	2.07	68.32	0.0070
12	14000	2.17	79.71	0.0073
13	16000	2.28	91.10	0.0077
14	18000	2.40	102.49	0.0081
15	20000	2.51	113.87	0.0084
16	22000	2.63	125.26	0.0088
17	24000	2.72	136.65	0.0091
18	26000	2.81	148.03	0.0094
19	28000	2.91	159.42	0.0098
20	30000	3.06	170.81	0.0103
21	32000	3.15	182.20	0.0106
22	34000	3.22	193.58	0.0108
23	36000	3.31	204.97	0.0111
24	38000	3.42	216.36	0.0115
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.01
Cu (kg)	38466.00
Área (cm <sup>2</sup> )	175.64
Altura (mm)	297.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	219.01


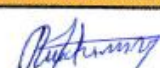

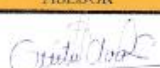
  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
<b>NORMA</b>	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P07 - 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.91
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	173.81
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.52	5.75	0.0018
2	2000	0.87	11.51	0.0029
3	3000	1.08	17.26	0.0036
4	4000	1.32	23.01	0.0044
5	5000	1.51	28.77	0.0051
6	6000	1.69	34.52	0.0057
7	7000	1.83	40.27	0.0062
8	8000	1.97	46.03	0.0066
9	9000	2.11	51.78	0.0071
10	10000	2.20	57.53	0.0074
11	12000	2.29	69.04	0.0077
12	14000	2.37	80.55	0.0080
13	16000	2.48	92.05	0.0084
14	18000	2.53	103.56	0.0085
15	20000	2.61	115.07	0.0088
16	22000	2.70	126.58	0.0091
17	24000	2.75	138.08	0.0093
18	26000	2.81	149.59	0.0095
19	28000	2.88	161.10	0.0097
20	30000	2.93	172.60	0.0099
21	32000	2.97	184.11	0.0100
22	34000	3.01	195.62	0.0101
23	36000	3.05	207.12	0.0103
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	14.91
Cu (kg)	36105.00
Área (cm <sup>2</sup> )	173.81
Altura (mm)	296.70
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	207.73

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>) vs Deformación Unitaria (mm)

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P01 - 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.89
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.79
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ÁNGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0090
1	1000	0.54	5.72	0.0018
2	2000	0.84	11.44	0.0028
3	3000	1.09	17.16	0.0036
4	4000	1.30	22.88	0.0043
5	5000	1.48	28.61	0.0049
6	6000	1.64	34.33	0.0055
7	7000	1.77	40.05	0.0059
8	8000	1.90	45.77	0.0063
9	9000	2.03	51.49	0.0068
10	10000	2.15	57.21	0.0072
11	12000	2.33	68.65	0.0078
12	14000	2.45	80.10	0.0082
13	16000	2.56	91.54	0.0086
14	18000	2.68	102.98	0.0090
15	20000	2.79	114.42	0.0093
16	22000	2.91	125.86	0.0097
17	24000	3.02	137.31	0.0101
18	26000	3.12	148.75	0.0104
19	28000	3.25	160.19	0.0109
20	30000	3.35	171.63	0.0112
21	32000	3.48	183.07	0.0116
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

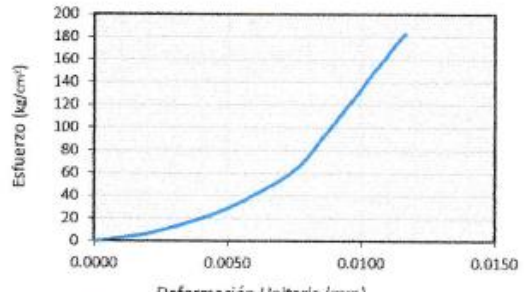
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


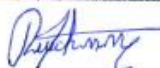

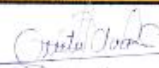
DIAMETRO (cm)	14.89
Cu (kg)	32641.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.79
Altura (mm)	299.40
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	186.74


**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 - ASTM C39 - NTP 339.034		
TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
ID. PROBETA:	P02 - 25%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.05
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	180.12
FECHA DE ENSAYO:	19/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.52	5.55	0.0017
2	2000	0.81	11.10	0.0026
3	3000	1.09	16.66	0.0036
4	4000	1.31	22.21	0.0043
5	5000	1.49	27.76	0.0049
6	6000	1.62	33.31	0.0053
7	7000	1.77	38.86	0.0058
8	8000	1.86	44.41	0.0061
9	9000	1.99	49.97	0.0065
10	10000	2.11	55.52	0.0069
11	12000	2.20	66.62	0.0072
12	14000	2.29	77.73	0.0075
13	16000	2.39	88.83	0.0078
14	18000	2.48	99.93	0.0081
15	20000	2.57	111.04	0.0084
16	22000	2.66	122.14	0.0087
17	24000	2.73	133.24	0.0089
18	26000	2.78	144.35	0.0091
19	28000	2.85	155.45	0.0093
20	30000	2.92	166.56	0.0095
21	32000	2.98	177.66	0.0097
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

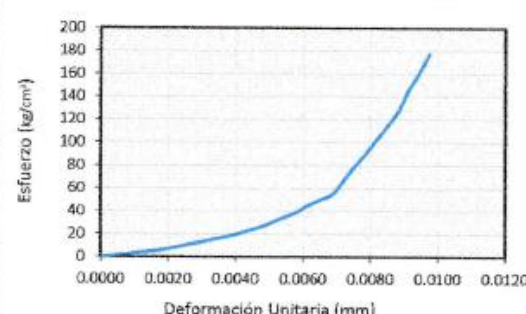
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				





DIAMETRO (cm)	15.05
Cu (kg)	32971.00
Área (cm <sup>2</sup> )	180.12
Altura (mm)	305.90
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	183.05

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	PO3 - 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.90
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.42
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.43	5.73	0.0014
2	2000	0.71	11.47	0.0024
3	3000	0.89	17.20	0.0030
4	4000	1.08	22.93	0.0036
5	5000	1.27	28.67	0.0043
6	6000	1.48	34.40	0.0050
7	7000	1.65	40.13	0.0055
8	8000	1.82	45.87	0.0061
9	9000	1.96	51.60	0.0066
10	10000	2.12	57.33	0.0071
11	12000	2.28	68.80	0.0076
12	14000	2.42	80.27	0.0081
13	16000	2.61	91.73	0.0087
14	18000	2.77	103.20	0.0093
15	20000	2.91	114.67	0.0098
16	22000	3.02	126.13	0.0101
17	24000	3.15	137.60	0.0106
18	26000	3.28	149.07	0.0110
19	28000	3.29	160.53	0.0110
20	30000	3.39	172.00	0.0114
21	32000	3.48	183.47	0.0117
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

<b>DIAMETRO (cm)</b>	14.90
<b>Cu (kg)</b>	33493.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	174.42
<b>Altura (mm)</b>	298.30
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	192.03


  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazan Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"	
<b>ID. PROBETA</b>	P04 - 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.93
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.18
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.56	5.74	0.0019
2	2000	0.87	11.48	0.0029
3	3000	1.18	17.22	0.0040
4	4000	1.42	22.96	0.0048
5	5000	1.57	28.71	0.0053
6	6000	1.68	34.45	0.0057
7	7000	1.79	40.19	0.0060
8	8000	1.86	45.93	0.0063
9	9000	1.91	51.67	0.0064
10	10000	1.98	57.41	0.0067
11	12000	2.04	68.89	0.0069
12	14000	2.14	80.38	0.0072
13	16000	2.18	91.86	0.0073
14	18000	2.24	103.34	0.0075
15	20000	2.32	114.82	0.0078
16	22000	2.40	126.30	0.0081
17	24000	2.48	137.79	0.0084
18	26000	2.57	149.27	0.0087
19	28000	2.62	160.75	0.0088
20	30000	2.71	172.23	0.0091
21	32000	2.75	183.71	0.0093
22	34000	2.80	195.20	0.0094
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


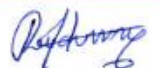

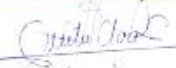
DIAMETRO (cm)	14.93
Cu (kg)	34673.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.18
Altura (mm)	296.90
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	199.06

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Terán	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023 <sup>TM</sup>		
ID. PROBETA	P05 - 25%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.09
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	180.27
FECHA DE ENSAYO:	19/12/2023	RESPONSABLE:	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.48	5.55	0.0016
2	2000	0.78	11.09	0.0026
3	3000	0.98	16.64	0.0032
4	4000	1.13	22.19	0.0037
5	5000	1.35	27.74	0.0044
6	6000	1.51	33.28	0.0050
7	7000	1.65	38.83	0.0054
8	8000	1.77	44.38	0.0058
9	9000	1.88	49.93	0.0062
10	10000	1.98	55.47	0.0065
11	12000	2.09	66.57	0.0069
12	14000	2.16	77.66	0.0071
13	16000	2.21	88.76	0.0072
14	18000	2.27	99.85	0.0074
15	20000	2.32	110.95	0.0076
16	22000	2.37	122.04	0.0078
17	24000	2.41	133.14	0.0079
18	26000	2.44	144.23	0.0080
19	28000	2.46	155.33	0.0081
20	30000	2.50	166.42	0.0082
21	32000	2.53	177.51	0.0083
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

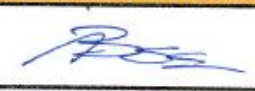
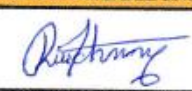
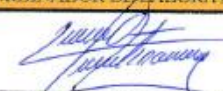
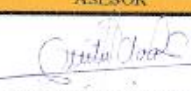
DIAMETRO (cm)	15.09
Cu (kg)	33004.00
Área (cm <sup>2</sup> )	180.27
Altura (mm)	305.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	183.08

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazan Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P06 - 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.27
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	184.10
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.58	5.43	0.0019
2	2000	0.85	10.86	0.0028
3	3000	1.06	16.30	0.0034
4	4000	1.22	21.73	0.0040
5	5000	1.36	27.16	0.0044
6	6000	1.45	32.59	0.0047
7	7000	1.53	38.02	0.0050
8	8000	1.64	43.46	0.0053
9	9000	1.70	48.89	0.0055
10	10000	1.80	54.32	0.0059
11	12000	1.91	65.18	0.0062
12	14000	2.04	76.05	0.0066
13	16000	2.14	86.91	0.0070
14	18000	2.27	97.78	0.0074
15	20000	2.40	108.64	0.0078
16	22000	2.53	119.50	0.0082
17	24000	2.62	130.37	0.0085
18	26000	2.73	141.23	0.0089
19	28000	2.88	152.09	0.0094
20	30000	2.96	162.96	0.0096
21	32000	3.08	173.82	0.0100
22	34000	3.17	184.69	0.0103
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.27
Cu (kg)	34498.00
Área (cm <sup>2</sup> )	184.10
Altura (mm)	307.60
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	187.39

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

The graph plots Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>) on the y-axis (0 to 200) against Deformación Unitaria (mm) on the x-axis (0.0000 to 0.0120). The curve shows a non-linear relationship, starting with a low slope that increases as the load increases, reaching a maximum stress of about 187 kg/cm<sup>2</sup> at a deformation of 0.0103 mm.

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P07- 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.82
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.18
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.56	5.74	0.0019
2	2000	0.83	11.48	0.0028
3	3000	1.02	17.22	0.0034
4	4000	1.19	22.96	0.0040
5	5000	1.32	28.71	0.0044
6	6000	1.43	34.45	0.0048
7	7000	1.54	40.19	0.0051
8	8000	1.64	45.93	0.0055
9	9000	1.78	51.67	0.0059
10	10000	1.91	57.41	0.0064
11	12000	2.09	68.89	0.0070
12	14000	2.21	80.38	0.0074
13	16000	2.36	91.86	0.0079
14	18000	2.52	103.34	0.0084
15	20000	2.68	114.82	0.0089
16	22000	2.80	126.31	0.0093
17	24000	2.91	137.79	0.0097
18	26000	3.05	149.27	0.0102
19	28000	3.16	160.75	0.0105
20	30000	3.29	172.24	0.0110
21	32000	3.39	183.72	0.0113
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	14.82
Cu (kg)	33662.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.18
Altura (mm)	300.20
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	193.26

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 - ASTM C39 - NTP 339.034		
TESIS	Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023 <sup>TM</sup>		
<b>ID. PROBETA</b>	P01- 40%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.10
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	183.30
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.35	5.46	0.0011
2	2000	0.57	10.91	0.0018
3	3000	0.73	16.37	0.0023
4	4000	1.14	21.82	0.0037
5	5000	1.32	27.28	0.0042
6	6000	1.46	32.73	0.0047
7	7000	1.62	38.19	0.0052
8	8000	1.78	43.64	0.0057
9	9000	1.93	49.10	0.0062
10	10000	2.09	54.55	0.0067
11	12000	2.21	65.47	0.0071
12	14000	2.34	76.38	0.0075
13	16000	2.48	87.29	0.0080
14	18000	2.59	98.20	0.0083
15	20000	2.72	109.11	0.0087
16	22000	2.82	120.02	0.0091
17	24000	2.97	130.93	0.0095
18	26000	3.10	141.84	0.0100
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

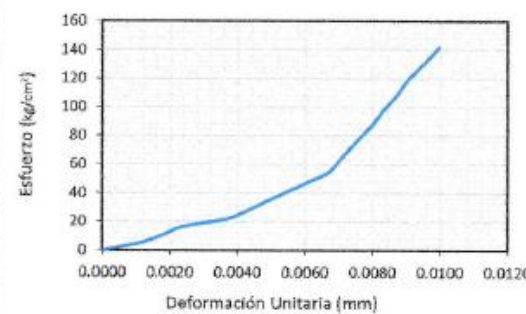
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

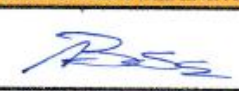
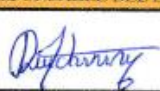


DIAMETRO (cm)	15.10
Cu (kg)	27705.00
Área (cm <sup>2</sup> )	183.30
Altura (mm)	311.10
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	151.14

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P02- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.85
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	174.51
FECHA DE ENSAYO:	19/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS



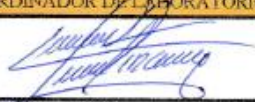
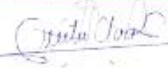
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.52	5.73	0.0017
2	2000	0.98	11.46	0.0033
3	3000	1.25	17.19	0.0042
4	4000	1.52	22.92	0.0051
5	5000	1.76	28.65	0.0059
6	6000	1.92	34.38	0.0064
7	7000	2.05	40.11	0.0068
8	8000	2.16	45.84	0.0072
9	9000	2.28	51.57	0.0076
10	10000	2.41	57.30	0.0080
11	12000	2.55	68.76	0.0085
12	14000	2.68	80.23	0.0089
13	16000	2.85	91.69	0.0095
14	18000	2.96	103.15	0.0099
15	20000	3.09	114.61	0.0103
16	22000	3.18	126.07	0.0106
17	24000	3.31	137.53	0.0110
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


DIAMETRO (cm)	14.85
Cu (kg)	24988.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.51
Altura (mm)	300.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	143.19



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
	NORMA		
	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS			
"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	P03- 40%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.30
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	184.14
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.52	5.43	0.0017
2	2000	0.84	10.86	0.0027
3	3000	1.12	16.29	0.0037
4	4000	1.29	21.72	0.0042
5	5000	1.48	27.15	0.0048
6	6000	1.61	32.58	0.0052
7	7000	1.75	38.01	0.0057
8	8000	1.89	43.44	0.0062
9	9000	2.00	48.87	0.0065
10	10000	2.11	54.31	0.0069
11	12000	2.23	65.17	0.0073
12	14000	2.36	76.03	0.0077
13	16000	2.47	86.89	0.0081
14	18000	2.60	97.75	0.0085
15	20000	2.72	108.61	0.0089
16	22000	2.82	119.47	0.0092
17	24000	2.93	130.33	0.0096
18	26000	3.05	141.19	0.0099
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

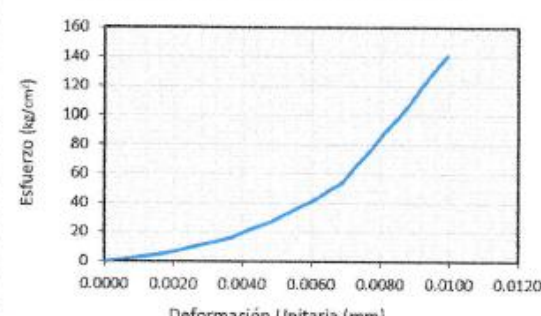
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


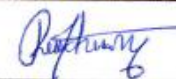


DIAMETRO (cm)	15.30
Cu (kg)	29600.00
Área (cm <sup>2</sup> )	184.14
Altura (mm)	306.80
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	160.74


  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>PROTOCOLO</b>		
	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
ID. PROBETA	PO4- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.08
FECHA DE ELABORACION:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	179.03
FECHA DE ENSAYO:	19/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.51	5.59	0.0017
2	2000	0.82	11.17	0.0027
3	3000	1.04	16.76	0.0034
4	4000	1.21	22.34	0.0040
5	5000	1.34	27.93	0.0044
6	6000	1.45	33.51	0.0048
7	7000	1.57	39.10	0.0052
8	8000	1.68	44.68	0.0056
9	9000	1.80	50.27	0.0059
10	10000	1.95	55.86	0.0064
11	12000	2.10	67.03	0.0069
12	14000	2.20	78.20	0.0073
13	16000	2.33	89.37	0.0077
14	18000	2.48	100.54	0.0082
15	20000	2.59	111.71	0.0086
16	22000	2.68	122.88	0.0089
17	24000	2.79	134.05	0.0092
18	26000	2.90	145.22	0.0096
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

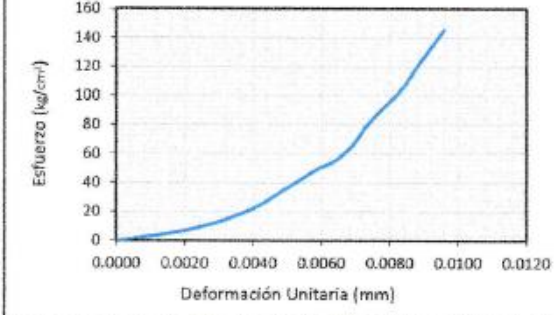
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				



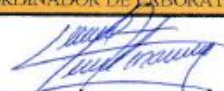
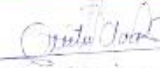
DIAMETRO (cm)	15.08
Cu (kg)	27560.00
Área (cm <sup>2</sup> )	179.03
Altura (mm)	302.70
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	153.94

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P05- 40%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.19
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	181.46
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	19/12/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	14 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.47	5.51	0.0015
2	2000	0.70	11.02	0.0023
3	3000	0.99	16.53	0.0033
4	4000	1.18	22.04	0.0039
5	5000	1.38	27.55	0.0045
6	6000	1.56	33.06	0.0051
7	7000	1.71	38.58	0.0056
8	8000	1.86	44.09	0.0061
9	9000	1.99	49.60	0.0065
10	10000	2.16	55.11	0.0071
11	12000	2.29	66.13	0.0075
12	14000	2.41	77.15	0.0079
13	16000	2.46	88.17	0.0081
14	18000	2.54	99.19	0.0083
15	20000	2.63	110.22	0.0086
16	22000	2.71	121.24	0.0089
17	24000	2.82	132.26	0.0093
18	26000	2.89	143.28	0.0095
19	28000	2.96	154.30	0.0097
20	30000	3.02	165.32	0.0099
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.19
Cu (kg)	30647.00
Área (cm <sup>2</sup> )	181.46
Altura (mm)	304.50
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	168.89

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

The graph plots 'Esfuerzo (kg/cm²)' on the y-axis (0 to 180) against 'Deformación Unitaria (mm)' on the x-axis (0.0000 to 0.0120). The curve starts at the origin and follows a path that is initially linear and then curves upwards, indicating strain hardening. Key points from the table are plotted on this graph.

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>PROTOCOLO</b>		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
	TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA:	PO6- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.18
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	182.13
FECHA DE ENSAYO:	19/12/2023	RESPONSABLE:	BAZAN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.52	5.49	0.0017
2	2000	0.80	10.98	0.0026
3	3000	2.12	16.47	0.0069
4	4000	2.36	21.96	0.0077
5	5000	2.52	27.45	0.0082
6	6000	2.65	32.94	0.0087
7	7000	2.80	38.43	0.0091
8	8000	2.91	43.92	0.0095
9	9000	3.01	49.42	0.0098
10	10000	3.18	54.91	0.0104
11	12000	3.31	65.89	0.0108
12	14000	3.39	76.87	0.0111
13	16000	3.44	87.85	0.0112
14	18000	3.48	98.83	0.0114
15	20000	3.50	109.81	0.0114
16	22000	3.53	120.79	0.0115
17	24000	3.58	131.77	0.0117
18	26000	3.63	142.76	0.0119
19	28000	3.70	153.74	0.0121
20	30000	3.77	164.72	0.0123
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.18
Cu (kg)	30655.00
Área (cm <sup>2</sup> )	182.13
Altura (mm)	306.20
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	168.32


**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>) vs. Deformación Unitaria (mm)

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"	
ID. PROBETA	P07- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.74
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	172.36
FECHA DE ENSAYO:	19/12/2023	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.84	5.80	0.0028
2	2000	1.27	11.60	0.0043
3	3000	1.64	17.41	0.0055
4	4000	1.86	23.21	0.0062
5	5000	2.11	29.01	0.0071
6	6000	2.32	34.81	0.0078
7	7000	2.48	40.61	0.0083
8	8000	2.62	46.41	0.0088
9	9000	2.73	52.22	0.0091
10	10000	2.91	58.02	0.0097
11	12000	3.01	69.62	0.0101
12	14000	3.11	81.23	0.0104
13	16000	3.22	92.83	0.0108
14	18000	3.36	104.43	0.0112
15	20000	3.46	116.04	0.0116
16	22000	3.55	127.64	0.0119
17	24000	3.65	139.24	0.0122
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




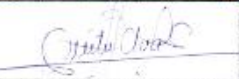
DIAMETRO (cm)	14.74
Cu (kg)	24144.00
Área (cm <sup>2</sup> )	172.36
Altura (mm)	298.70
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	140.08

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P01- 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.01
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	175.82
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	4.95	5.69	0.0166
2	2000	5.43	11.38	0.0182
3	3000	5.84	17.06	0.0196
4	4000	6.12	22.75	0.0205
5	5000	6.35	28.44	0.0213
6	6000	6.56	34.13	0.0220
7	7000	6.71	39.81	0.0225
8	8000	6.83	45.50	0.0230
9	9000	6.99	51.19	0.0235
10	10000	7.12	56.88	0.0239
11	12000	7.32	68.25	0.0246
12	14000	7.59	79.63	0.0255
13	16000	7.85	91.00	0.0263
14	18000	8.09	102.38	0.0271
15	20000	8.24	113.75	0.0277
16	22000	8.42	125.13	0.0283
17	24000	8.54	136.50	0.0287
18	26000	8.64	147.88	0.0290
19	28000	8.70	159.25	0.0292
20	30000	8.75	170.63	0.0294
21	32000	8.82	182.00	0.0296
22	34000	8.88	193.38	0.0298
23	36000	8.95	204.75	0.0300
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

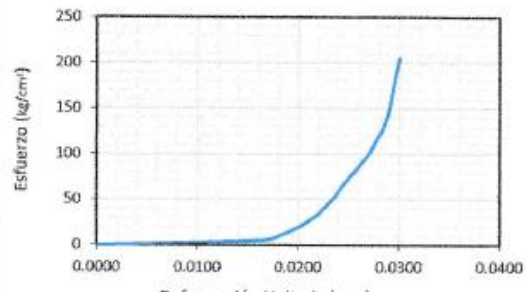
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


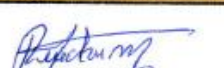

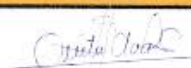
DIAMETRO (cm)	15.01
Cu (kg)	37542.00
Área (cm <sup>2</sup> )	175.82
Altura (mm)	298.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	213.52

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P02-0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.00
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	175.68
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	1.85	5.69	0.0062
2	2000	2.43	11.38	0.0082
3	3000	2.83	17.08	0.0095
4	4000	3.15	22.77	0.0106
5	5000	3.38	28.46	0.0113
6	6000	3.54	34.15	0.0119
7	7000	3.74	39.84	0.0126
8	8000	3.91	45.54	0.0131
9	9000	4.02	51.23	0.0135
10	10000	4.11	56.92	0.0138
11	12000	4.25	68.30	0.0143
12	14000	4.34	79.69	0.0146
13	16000	4.42	91.07	0.0148
14	18000	4.53	102.46	0.0152
15	20000	4.63	113.84	0.0155
16	22000	4.71	125.23	0.0158
17	24000	4.76	136.61	0.0160
18	26000	4.81	147.99	0.0161
19	28000	4.88	159.38	0.0164
20	30000	4.94	170.76	0.0166
21	32000	5.00	182.15	0.0168
22	34000	5.05	193.53	0.0169
23	36000	5.09	204.91	0.0171
24	38000	5.13	216.30	0.0172
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

<b>DIAMETRO (cm)</b>	15.00
<b>Cu (kg)</b>	38596.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	175.68
<b>Altura (mm)</b>	298.00
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	219.69

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>) vs. Deformación Unitaria (mm)

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"	
ID. PROBETA	P03- 0%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.02
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	175.96
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	4.24	5.68	0.0142
2	2000	4.82	11.37	0.0162
3	3000	5.24	17.05	0.0176
4	4000	5.50	22.73	0.0185
5	5000	5.73	28.41	0.0192
6	6000	5.92	34.10	0.0199
7	7000	6.10	39.78	0.0205
8	8000	6.29	45.46	0.0211
9	9000	6.44	51.15	0.0216
10	10000	6.69	56.83	0.0224
11	12000	6.95	68.20	0.0233
12	14000	7.16	79.56	0.0240
13	16000	7.38	90.93	0.0248
14	18000	7.55	102.29	0.0253
15	20000	7.73	113.66	0.0259
16	22000	7.86	125.03	0.0264
17	24000	7.95	136.39	0.0267
18	26000	8.00	147.76	0.0268
19	28000	8.14	159.12	0.0273
20	30000	8.22	170.49	0.0276
21	32000	8.31	181.85	0.0279
22	34000	8.38	193.22	0.0281
23	36000	8.45	204.59	0.0284
24	38000	8.52	215.95	0.0286
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.02
Cu (kg)	39100.00
Área (cm <sup>2</sup> )	175.96
Altura (mm)	298.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	222.20


  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
	TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P04- 0%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.01
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	176.30
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	4.03	5.67	0.0135
2	2000	4.76	11.34	0.0159
3	3000	5.25	17.02	0.0176
4	4000	5.56	22.69	0.0186
5	5000	5.78	28.36	0.0193
6	6000	5.98	34.03	0.0200
7	7000	6.15	39.71	0.0206
8	8000	6.34	45.38	0.0212
9	9000	6.50	51.05	0.0217
10	10000	6.62	56.72	0.0221
11	12000	6.81	68.07	0.0228
12	14000	6.98	79.41	0.0233
13	16000	7.10	90.76	0.0237
14	18000	7.28	102.10	0.0243
15	20000	7.39	113.45	0.0247
16	22000	7.49	124.79	0.0251
17	24000	7.58	136.14	0.0254
18	26000	7.68	147.48	0.0257
19	28000	7.77	158.82	0.0260
20	30000	7.86	170.17	0.0263
21	32000	7.95	181.51	0.0266
22	34000	8.04	192.86	0.0269
23	36000	8.12	204.20	0.0272
24	38000	8.19	215.55	0.0274
25	40000	8.26	226.89	0.0276
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

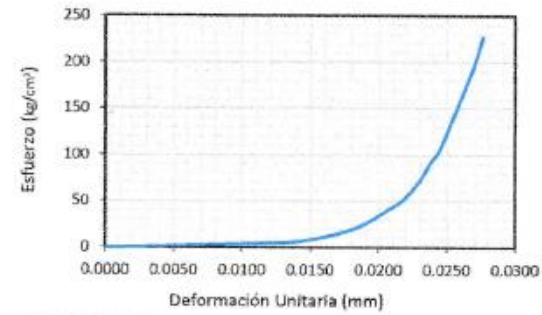
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




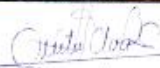
DIAMETRO (cm)	15.01
Cu (kg)	41046.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.30
Altura (mm)	299.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	232.83

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"	
ID. PROBETA	P05- 0%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	173.99
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.89	5.75	0.0098
2	2000	3.77	11.49	0.0128
3	3000	4.33	17.24	0.0147
4	4000	4.69	22.99	0.0159
5	5000	4.88	28.74	0.0165
6	6000	5.09	34.48	0.0173
7	7000	5.27	40.23	0.0179
8	8000	5.44	45.98	0.0184
9	9000	5.55	51.73	0.0188
10	10000	5.67	57.47	0.0192
11	12000	5.86	68.97	0.0199
12	14000	6.01	80.46	0.0204
13	16000	6.15	91.96	0.0208
14	18000	6.25	103.45	0.0212
15	20000	6.38	114.95	0.0216
16	22000	6.49	126.44	0.0220
17	24000	6.58	137.94	0.0223
18	26000	6.69	149.43	0.0227
19	28000	6.79	160.93	0.0230
20	30000	6.87	172.42	0.0233
21	32000	6.98	183.92	0.0237
22	34000	7.04	195.41	0.0239
23	36000	7.11	206.91	0.0241
24	38000	7.19	218.40	0.0244
25	40000	7.25	229.90	0.0246
26	42000	7.32	241.39	0.0248
27	44000	7.40	252.89	0.0251
28	46000	7.46	264.38	0.0253
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	14.98
Cu (kg)	47929.00
Área (cm <sup>2</sup> )	173.99
Altura (mm)	295.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	275.47

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOKOLO				
<b>ENSAYO</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS			
<b>NORMA</b>	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034			
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	P06- 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.20	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	177.31	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA	
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS	

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.54	5.64	0.0085
2	2000	3.12	11.28	0.0106
3	3000	3.45	16.92	0.0117
4	4000	3.71	22.56	0.0126
5	5000	3.92	28.20	0.0133
6	6000	4.07	33.84	0.0138
7	7000	4.21	39.48	0.0142
8	8000	4.34	45.12	0.0147
9	9000	4.43	50.76	0.0150
10	10000	4.51	56.40	0.0153
11	12000	4.61	67.68	0.0156
12	14000	4.72	78.96	0.0160
13	16000	4.85	90.24	0.0164
14	18000	4.98	101.52	0.0169
15	20000	5.11	112.80	0.0173
16	22000	5.26	124.08	0.0178
17	24000	5.38	135.36	0.0182
18	26000	5.48	146.64	0.0185
19	28000	5.56	157.92	0.0188
20	30000	5.69	169.20	0.0193
21	32000	5.78	180.48	0.0196
22	34000	5.86	191.76	0.0198
23	36000	5.93	203.03	0.0201
24	38000	6.00	214.31	0.0203
25	40000	6.04	225.59	0.0204
26	42000	6.08	236.87	0.0206
27	44000	6.14	248.15	0.0208
28	46000	6.28	259.43	0.0213
29	48000	6.46	270.71	0.0219
30				
31				
32				
33				

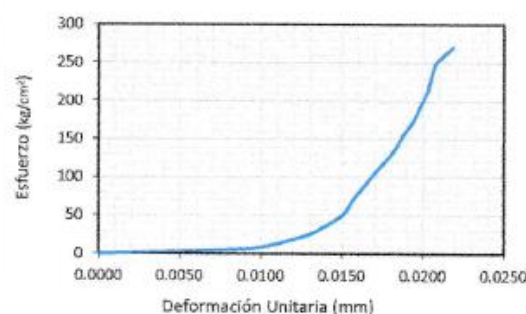
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

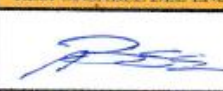
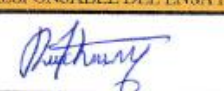

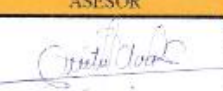
DIAMETRO (cm)	15.20
Cu (kg)	48151.00
Área (cm <sup>2</sup> )	177.31
Altura (mm)	295.50
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	271.56

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA		
	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS			
"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	P07- 0%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.00
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.55
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_{cu}$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	3.30	5.73	0.0112
2	2000	3.39	11.46	0.0115
3	3000	3.48	17.19	0.0118
4	4000	3.58	22.92	0.0121
5	5000	3.82	28.64	0.0129
6	6000	4.00	34.37	0.0135
7	7000	4.17	40.10	0.0141
8	8000	4.28	45.83	0.0145
9	9000	4.40	51.56	0.0149
10	10000	4.50	57.29	0.0152
11	12000	4.62	68.75	0.0156
12	14000	4.75	80.21	0.0161
13	16000	4.88	91.66	0.0165
14	18000	4.98	103.12	0.0168
15	20000	5.10	114.58	0.0173
16	22000	5.21	126.04	0.0176
17	24000	5.29	137.49	0.0179
18	26000	5.38	148.95	0.0182
19	28000	5.47	160.41	0.0185
20	30000	5.57	171.87	0.0188
21	32000	5.66	183.33	0.0191
22	34000	5.74	194.78	0.0194
23	36000	5.82	206.24	0.0197
24	38000	5.88	217.70	0.0199
25	40000	5.95	229.16	0.0201
26	42000	6.04	240.62	0.0204
27	44000	6.12	252.07	0.0207
28	46000	6.21	263.53	0.0210
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_{cu}$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

<b>DIAMETRO (cm)</b>	15.00
<b>Cu (kg)</b>	46303.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	174.55
<b>Altura (mm)</b>	295.60
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	265.27

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)

Deformación Unitaria (mm)

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Terán	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	TESIS	“Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023”	
ID. PROBETA	P01- 15%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.20
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	177.07
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	3.21	5.65	0.0109
2	2000	3.77	11.29	0.0128
3	3000	4.16	16.94	0.0141
4	4000	4.42	22.59	0.0150
5	5000	4.65	28.24	0.0158
6	6000	4.81	33.88	0.0163
7	7000	4.98	39.53	0.0169
8	8000	5.10	45.18	0.0173
9	9000	5.24	50.83	0.0178
10	10000	5.39	56.47	0.0183
11	12000	5.54	67.77	0.0188
12	14000	5.78	79.06	0.0196
13	16000	5.99	90.36	0.0203
14	18000	6.18	101.65	0.0209
15	20000	6.34	112.95	0.0215
16	22000	6.46	124.24	0.0219
17	24000	6.58	135.54	0.0223
18	26000	6.69	146.83	0.0227
19	28000	6.79	158.13	0.0230
20	30000	6.92	169.42	0.0235
21	32000	7.03	180.72	0.0238
22	34000	7.13	192.01	0.0242
23	36000	7.24	203.31	0.0245
24	38000	7.34	214.60	0.0249
25	40000	7.43	225.90	0.0252
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.20
Cu (kg)	40791.00
Área (cm <sup>2</sup> )	177.07
Altura (mm)	295.00
$\alpha$ (kg/cm <sup>2</sup> )	230.37


  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

Y-axis: Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)  
X-axis: Deformación Unitaria (mm)

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA		
	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS			
"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	P02- 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.10
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.62
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	1.76	5.66	0.0059
2	2000	2.43	11.32	0.0082
3	3000	2.80	16.99	0.0094
4	4000	3.11	22.65	0.0105
5	5000	3.35	28.31	0.0113
6	6000	3.57	33.97	0.0120
7	7000	3.78	39.63	0.0127
8	8000	3.95	45.30	0.0133
9	9000	4.10	50.96	0.0138
10	10000	4.42	56.62	0.0149
11	12000	4.67	67.94	0.0157
12	14000	4.88	79.27	0.0164
13	16000	5.04	90.59	0.0170
14	18000	5.18	101.92	0.0174
15	20000	5.39	113.24	0.0181
16	22000	5.50	124.56	0.0185
17	24000	5.61	135.89	0.0189
18	26000	5.71	147.21	0.0192
19	28000	5.80	158.54	0.0195
20	30000	5.89	169.86	0.0198
21	33000	5.99	186.84	0.0202
22	36000	6.08	203.83	0.0205
23	39000	6.17	220.82	0.0208
24	42000	6.25	237.80	0.0210
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

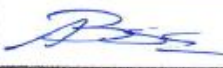


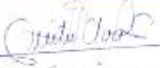
<b>DIAMETRO (cm)</b>	15.10
<b>Cu (kg)</b>	43310.00
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	176.62
<b>Altura (mm)</b>	297.00
<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	245.22

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA		
	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS			
"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	P03- 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.20
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	177.55
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.48	5.63	0.0084
2	2000	3.02	11.26	0.0102
3	3000	3.39	16.90	0.0115
4	4000	3.60	22.53	0.0122
5	5000	3.80	28.16	0.0128
6	6000	4.00	33.79	0.0135
7	7000	4.13	39.43	0.0140
8	8000	4.29	45.06	0.0145
9	9000	4.39	50.69	0.0148
10	10000	4.59	56.32	0.0155
11	12000	4.77	67.59	0.0161
12	14000	4.91	78.85	0.0166
13	16000	5.05	90.12	0.0171
14	18000	5.15	101.38	0.0174
15	20000	5.26	112.65	0.0178
16	22000	5.35	123.91	0.0181
17	24000	5.47	135.17	0.0185
18	26000	5.55	146.44	0.0188
19	28000	5.65	157.70	0.0191
20	30000	5.74	168.97	0.0194
21	32000	5.82	180.23	0.0197
22	34000	5.90	191.50	0.0199
23	36000	5.98	202.76	0.0202
24	38000	6.07	214.03	0.0205
25	40000	6.15	225.29	0.0208
26	42000	6.22	236.56	0.0210
27	44000	6.30	247.82	0.0213
28	46000	6.38	259.08	0.0216
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.20
Cu (kg)	46171.00
Área (cm <sup>2</sup> )	177.55
Altura (mm)	296.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	260.05

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

Y-axis: Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)  
X-axis: Deformación Unitaria (mm)

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

<b>LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
	<b>PROTOCOLO</b>		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
	TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P04- 15%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.95
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	174.51
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.17	5.73	0.0073
2	2000	2.98	11.46	0.0100
3	3000	3.55	17.19	0.0120
4	4000	3.90	22.92	0.0131
5	5000	4.18	28.65	0.0141
6	6000	4.37	34.38	0.0147
7	7000	4.55	40.11	0.0153
8	8000	4.69	45.84	0.0158
9	9000	4.88	51.57	0.0164
10	10000	5.04	57.30	0.0170
11	12000	5.18	68.76	0.0174
12	14000	5.32	80.22	0.0179
13	16000	5.55	91.68	0.0187
14	18000	5.72	103.15	0.0193
15	20000	5.86	114.61	0.0197
16	22000	5.98	126.07	0.0201
17	24000	6.08	137.53	0.0205
18	26000	6.17	148.99	0.0208
19	28000	6.28	160.45	0.0211
20	30000	6.37	171.91	0.0214
21	32000	6.45	183.37	0.0217
22	34000	6.53	194.83	0.0220
23	36000	6.61	206.29	0.0223
24	38000	6.69	217.75	0.0225
25	40000	6.77	229.21	0.0228
26	42000	6.83	240.67	0.0230
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


DIAMETRO (cm)	14.95
Cu (kg)	43662.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.51
Altura (mm)	297.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	250.20



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA		
	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS			
"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	PO5- 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.18
<b>FECHA DE ELABORACION:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	176.79
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	1.48	5.66	0.0050
2	2000	2.07	11.31	0.0070
3	3000	2.59	16.97	0.0088
4	4000	2.97	22.63	0.0101
5	5000	3.21	28.28	0.0109
6	6000	3.50	33.94	0.0119
7	7000	3.69	39.59	0.0125
8	8000	3.86	45.25	0.0131
9	9000	4.02	50.91	0.0136
10	10000	4.11	56.56	0.0139
11	12000	4.16	67.88	0.0141
12	14000	4.22	79.19	0.0143
13	16000	4.26	90.50	0.0144
14	18000	4.29	101.82	0.0145
15	20000	4.31	113.13	0.0146
16	22000	4.36	124.44	0.0148
17	24000	4.41	135.75	0.0149
18	26000	4.45	147.07	0.0151
19	28000	4.47	158.38	0.0152
20	30000	4.51	169.69	0.0153
21	32000	4.55	181.01	0.0154
22	34000	4.60	192.32	0.0156
23	36000	4.64	203.63	0.0157
24	38000	4.68	214.94	0.0159
25	40000	4.72	226.26	0.0160
26	42000	4.77	237.57	0.0162
27	44000	4.82	248.88	0.0163
28	46000	4.85	260.20	0.0164
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.18
Cu (kg)	46470.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.79
Altura (mm)	295.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	262.85


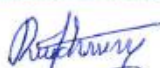

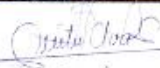
  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>) vs Deformación Unitaria (mm)

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>PROTOCOLO</b>		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
	TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA:	P06- 15%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.00
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	174.27
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_{cu}$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.08	5.74	0.0071
2	2000	2.52	11.48	0.0085
3	3000	2.88	17.21	0.0098
4	4000	3.10	22.95	0.0105
5	5000	3.28	28.69	0.0111
6	6000	3.51	34.43	0.0119
7	7000	3.75	40.17	0.0127
8	8000	3.92	45.91	0.0133
9	9000	4.16	51.64	0.0141
10	10000	4.38	57.38	0.0148
11	12000	4.56	68.86	0.0155
12	14000	4.76	80.34	0.0161
13	16000	4.96	91.81	0.0168
14	18000	5.12	103.29	0.0174
15	20000	5.31	114.76	0.0180
16	22000	5.41	126.24	0.0183
17	24000	5.54	137.72	0.0188
18	26000	5.65	149.19	0.0192
19	28000	5.77	160.67	0.0196
20	30000	5.88	172.15	0.0199
21	32000	5.98	183.62	0.0203
22	34000	6.06	195.10	0.0205
23	36000	6.15	206.58	0.0208
24	38000	6.25	218.05	0.0212
25	40000	6.34	229.53	0.0215
26	42000	6.42	241.01	0.0218
27	44000	6.49	252.48	0.0220
28	46000	6.57	263.96	0.0223
29	48000	6.63	275.43	0.0225
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_{cu}$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.00
Cu (kg)	48582.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.27
Altura (mm)	295.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	278.77


  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



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 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
<b>TESIS</b>	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P07- 15%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.24
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	178.11
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	5.58	5.61	0.0189
2	2000	5.76	11.23	0.0195
3	3000	5.97	16.84	0.0202
4	4000	6.11	22.46	0.0206
5	5000	6.62	28.07	0.0224
6	6000	6.74	33.69	0.0228
7	7000	6.96	39.30	0.0235
8	8000	7.19	44.92	0.0243
9	9000	7.38	50.53	0.0249
10	10000	7.53	56.14	0.0254
11	12000	7.71	67.37	0.0260
12	14000	7.90	78.60	0.0267
13	16000	8.17	89.83	0.0276
14	18000	8.34	101.06	0.0282
15	20000	8.47	112.29	0.0286
16	22000	8.69	123.52	0.0294
17	24000	8.84	134.75	0.0299
18	26000	8.96	145.98	0.0303
19	28000	9.20	157.21	0.0311
20	30000	9.35	168.43	0.0316
21	32000	9.50	179.66	0.0321
22	34000	9.62	190.89	0.0325
23	36000	9.80	202.12	0.0331
24	38000	9.98	213.35	0.0337
25	40000	10.08	224.58	0.0341
26	43000	10.21	241.42	0.0345
27	44000	10.30	247.04	0.0348
28	46000	10.40	258.27	0.0351
29	48000	10.53	269.49	0.0356
30	50000	10.65	280.72	0.0360
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

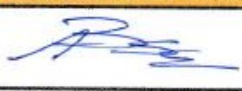
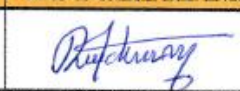
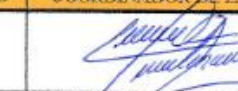
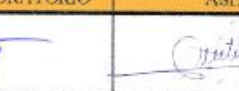
DIAMETRO (cm)	15.24
Cu (kg)	50750.00
Área (cm <sup>2</sup> )	178.11
Altura (mm)	296.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	284.93


  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P01- 25%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.90
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	173.81
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	3.35	5.75	0.0113
2	2000	4.17	11.51	0.0140
3	3000	4.61	17.26	0.0155
4	4000	4.90	23.01	0.0165
5	5000	5.18	28.77	0.0174
6	6000	5.48	34.52	0.0185
7	7000	5.66	40.27	0.0191
8	8000	5.86	46.03	0.0197
9	9000	6.09	51.78	0.0205
10	10000	6.24	57.53	0.0210
11	12000	6.40	69.04	0.0215
12	14000	6.55	80.55	0.0221
13	16000	6.69	92.05	0.0225
14	18000	6.86	103.56	0.0231
15	20000	6.99	115.07	0.0235
16	22000	7.10	126.58	0.0239
17	24000	7.20	138.08	0.0242
18	26000	7.30	149.59	0.0246
19	28000	7.40	161.10	0.0249
20	30000	7.48	172.60	0.0252
21	32000	7.55	184.11	0.0254
22	34000	7.66	195.62	0.0258
23	36000	7.75	207.12	0.0261
24	38000	7.82	218.63	0.0263
25	40000	7.89	230.14	0.0266
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

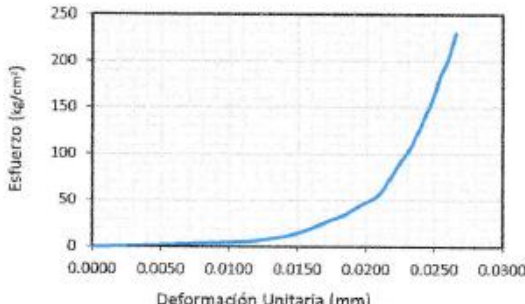
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


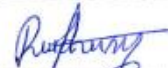

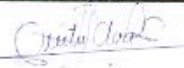
DIAMETRO (cm)	14.90
Cu (kg)	40189.00
Área (cm <sup>2</sup> )	173.81
Altura (mm)	297.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	231.22


**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA		
	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS			
"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	P02- 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.19
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	177.88
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SANCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.28	5.62	0.0077
2	2000	2.87	11.24	0.0097
3	3000	3.32	16.86	0.0112
4	4000	3.64	22.49	0.0123
5	5000	3.88	28.11	0.0131
6	6000	4.12	33.73	0.0139
7	7000	4.32	39.35	0.0145
8	8000	4.48	44.97	0.0151
9	9000	4.71	50.59	0.0159
10	10000	4.95	56.22	0.0167
11	12000	5.10	67.46	0.0172
12	14000	5.28	78.70	0.0178
13	16000	5.49	89.95	0.0185
14	18000	5.64	101.19	0.0190
15	20000	5.76	112.43	0.0194
16	22000	5.90	123.68	0.0199
17	24000	6.00	134.92	0.0202
18	26000	6.12	146.16	0.0206
19	28000	6.24	157.41	0.0210
20	30000	6.38	168.65	0.0215
21	32000	6.47	179.89	0.0218
22	34000	6.55	191.14	0.0221
23	36000	6.64	202.38	0.0224
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

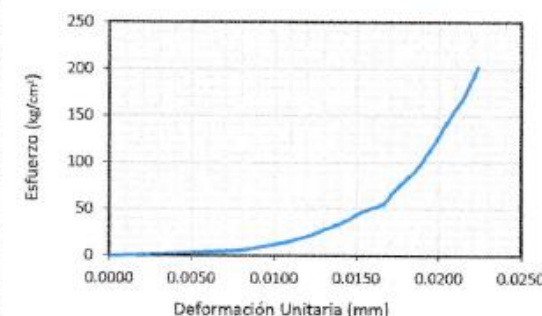
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

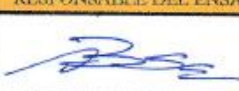
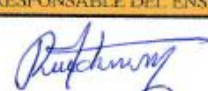
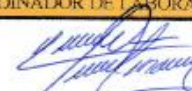

DIAMETRO (cm)	15.19
Cu (kg)	36173.00
Área (cm <sup>2</sup> )	177.88
Altura (mm)	297.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	203.35

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOKOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P03- 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.08
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	175.86
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZAN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.08	5.69	0.0070
2	2000	2.15	11.37	0.0073
3	3000	2.69	17.06	0.0091
4	4000	3.14	22.75	0.0106
5	5000	3.47	28.43	0.0117
6	6000	3.71	34.12	0.0125
7	7000	3.90	39.80	0.0132
8	8000	4.08	45.49	0.0138
9	9000	4.25	51.18	0.0144
10	10000	4.36	56.86	0.0147
11	12000	4.50	68.24	0.0152
12	14000	4.63	79.61	0.0156
13	16000	4.82	90.98	0.0163
14	18000	4.97	102.35	0.0168
15	20000	5.11	113.73	0.0173
16	22000	5.30	125.10	0.0179
17	24000	5.40	136.47	0.0182
18	26000	5.54	147.84	0.0187
19	28000	5.64	159.22	0.0191
20	30000	5.75	170.59	0.0194
21	32000	5.85	181.96	0.0198
22	34000	5.95	193.33	0.0201
23	36000	6.04	204.71	0.0204
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.08
Cu (kg)	37324.00
Área (cm <sup>2</sup> )	175.86
Altura (mm)	296.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	212.23

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

The graph plots 'Esfuerzo (kg/cm²)' on the y-axis (0 to 250) against 'Deformación Unitaria (mm)' on the x-axis (0.0000 to 0.0250). The curve shows a non-linear relationship, starting with a low slope that increases significantly as deformation increases, reaching a maximum stress of about 212 kg/cm² at a deformation of 0.0204 mm.

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P04- 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.00
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.74
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	3.32	5.72	0.0112
2	2000	3.92	11.45	0.0132
3	3000	4.36	17.17	0.0147
4	4000	4.62	22.89	0.0156
5	5000	4.85	28.61	0.0164
6	6000	5.11	34.34	0.0173
7	7000	5.30	40.06	0.0179
8	8000	5.49	45.78	0.0185
9	9000	5.62	51.50	0.0190
10	10000	5.74	57.23	0.0194
11	12000	6.00	68.67	0.0203
12	14000	6.12	80.12	0.0207
13	16000	6.30	91.56	0.0213
14	18000	6.42	103.01	0.0217
15	20000	6.61	114.46	0.0223
16	22000	6.74	125.90	0.0228
17	24000	6.85	137.35	0.0231
18	26000	6.96	148.79	0.0235
19	28000	7.05	160.24	0.0238
20	30000	7.12	171.68	0.0241
21	32000	7.18	183.13	0.0243
22	34000	7.26	194.57	0.0245
23	36000	7.36	206.02	0.0249
24	38000	7.42	217.46	0.0251
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.00
Cu (kg)	38039.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.74
Altura (mm)	296.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	217.69


  

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

The graph plots Stress (Esfuerzo) in kg/cm² on the y-axis (0 to 250) against Strain (Deformación Unitaria) in mm on the x-axis (0.0000 to 0.0300). The curve starts at the origin and follows a non-linear path, showing a significant increase in stress as strain increases, characteristic of concrete under compression.

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 - ASTM C39 - NTP 339.034		
	TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA:	P05- 25%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.00
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	175.68
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	3.06	5.69	0.0103
2	2000	3.69	11.38	0.0124
3	3000	4.06	17.08	0.0136
4	4000	4.36	22.77	0.0146
5	5000	4.56	28.46	0.0153
6	6000	4.78	34.15	0.0160
7	7000	4.95	39.84	0.0166
8	8000	5.05	45.54	0.0169
9	9000	5.19	51.23	0.0174
10	10000	5.31	56.92	0.0178
11	12000	5.43	68.30	0.0182
12	14000	5.59	79.69	0.0188
13	16000	5.71	91.07	0.0192
14	18000	5.81	102.46	0.0195
15	20000	5.94	113.84	0.0199
16	22000	6.05	125.23	0.0203
17	24000	6.15	136.61	0.0206
18	26000	6.24	147.99	0.0209
19	28000	6.37	159.38	0.0214
20	30000	6.47	170.76	0.0217
21	32000	6.61	182.15	0.0222
22	34000	6.70	193.53	0.0225
23	36000	6.80	204.91	0.0228
24	38000	6.90	216.30	0.0232
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


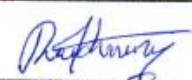


DIAMETRO (cm)	15.00
Cu (kg)	39312.00
Área (cm <sup>2</sup> )	175.68
Altura (mm)	298.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	223.77


**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>PROTOCOLO</b>		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
	TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	PO6- 25%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.00
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.27
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.22	5.74	0.0075
2	2000	2.78	11.48	0.0094
3	3000	3.13	17.21	0.0106
4	4000	3.45	22.95	0.0117
5	5000	3.70	28.69	0.0125
6	6000	3.96	34.43	0.0134
7	7000	4.14	40.17	0.0140
8	8000	4.33	45.91	0.0147
9	9000	4.48	51.64	0.0152
10	10000	4.61	57.38	0.0156
11	12000	4.79	68.86	0.0162
12	14000	4.98	80.34	0.0169
13	16000	5.20	91.81	0.0176
14	18000	5.42	103.29	0.0184
15	20000	5.57	114.76	0.0189
16	22000	5.76	126.24	0.0195
17	24000	5.92	137.72	0.0201
18	26000	6.05	149.19	0.0205
19	28000	6.18	160.67	0.0209
20	30000	6.31	172.15	0.0214
21	32000	6.43	183.62	0.0218
22	34000	6.56	195.10	0.0222
23	36000	6.60	206.58	0.0224
24	38000	6.77	218.05	0.0229
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

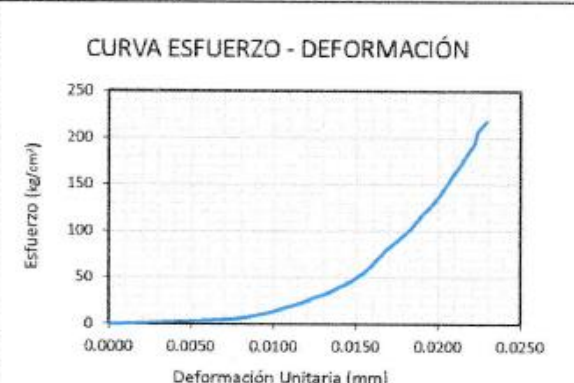
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				





DIAMETRO (cm)	15.00
Cu (kg)	40886.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.27
Altura (mm)	295.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	234.61

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P07- 25%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.15
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	180.65
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	1.47	5.54	0.0048
2	2000	2.24	11.07	0.0074
3	3000	2.80	16.61	0.0092
4	4000	3.11	22.14	0.0102
5	5000	3.34	27.68	0.0110
6	6000	3.55	33.21	0.0117
7	7000	3.74	38.75	0.0123
8	8000	3.92	44.28	0.0129
9	9000	4.08	49.82	0.0134
10	10000	4.21	55.36	0.0138
11	12000	4.45	66.43	0.0146
12	14000	4.66	77.50	0.0153
13	16000	4.94	88.57	0.0163
14	18000	5.15	99.64	0.0169
15	20000	5.32	110.71	0.0175
16	22000	5.51	121.78	0.0181
17	24000	5.68	132.85	0.0187
18	26000	5.80	143.92	0.0191
19	28000	5.93	155.00	0.0195
20	30000	6.08	166.07	0.0200
21	32000	6.18	177.14	0.0203
22	34000	6.30	188.21	0.0207
23	36000	6.42	199.28	0.0211
24	38000	6.51	210.35	0.0214
25	40000	6.62	221.42	0.0218
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				




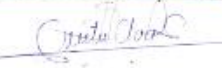
DIAMETRO (cm)	15.15
Cu (kg)	42940.00
Área (cm <sup>2</sup> )	180.65
Altura (mm)	304.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	237.70

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P01- 40%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.33
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	186.60
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.71	5.35	0.0089
2	2000	3.26	10.72	0.0107
3	3000	3.64	16.08	0.0119
4	4000	3.95	21.44	0.0130
5	5000	4.13	26.80	0.0135
6	6000	4.31	32.15	0.0141
7	7000	4.50	37.51	0.0148
8	8000	4.65	42.87	0.0152
9	9000	4.79	48.23	0.0157
10	10000	4.90	53.59	0.0161
11	12000	5.00	64.31	0.0164
12	14000	5.10	75.03	0.0167
13	16000	5.20	85.75	0.0170
14	18000	5.29	96.46	0.0173
15	20000	5.39	107.18	0.0177
16	22000	5.50	117.90	0.0180
17	24000	5.58	128.62	0.0183
18	26000	5.70	139.34	0.0187
19	28000	5.78	150.06	0.0190
20	30000	5.87	160.77	0.0192
21	32000	5.95	171.49	0.0195
22	34000	6.04	182.21	0.0198
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

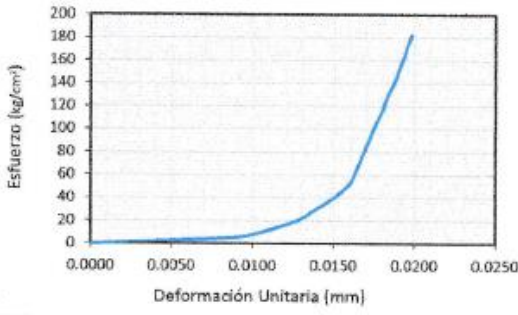
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


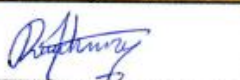

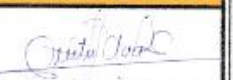
DIAMETRO (cm)	15.33
Cu (kg)	34495.00
Área (cm <sup>2</sup> )	186.60
Altura (mm)	305.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	184.86

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA		
	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS			
"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"			
<b>ID. PROBETA</b>	P02- 40%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	15.08
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	181.07
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DIAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	3.45	5.52	0.0112
2	2000	3.86	11.05	0.0126
3	3000	4.06	16.57	0.0132
4	4000	4.32	22.09	0.0141
5	5000	4.58	27.61	0.0149
6	6000	4.82	33.14	0.0157
7	7000	5.03	38.66	0.0164
8	8000	5.31	44.18	0.0173
9	9000	5.50	49.70	0.0179
10	10000	5.71	55.23	0.0186
11	12000	5.88	66.27	0.0192
12	14000	6.02	77.32	0.0196
13	16000	6.16	88.36	0.0201
14	18000	6.27	99.41	0.0204
15	20000	6.40	110.45	0.0208
16	22000	6.51	121.50	0.0212
17	24000	6.63	132.54	0.0216
18	26000	6.72	143.59	0.0219
19	28000	6.83	154.64	0.0222
20	30000	6.94	165.68	0.0226
21	32000	7.04	176.73	0.0229
22	34000	7.15	187.77	0.0233
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DIAMETRO (cm)	15.08
Cu (kg)	35670.00
Área (cm <sup>2</sup> )	181.07
Altura (mm)	307.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	196.99

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>) vs. Deformación Unitaria (mm)

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P03- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.90
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	175.21
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	3.23	5.71	0.0108
2	2000	3.76	11.41	0.0125
3	3000	4.24	17.12	0.0141
4	4000	4.51	22.83	0.0150
5	5000	4.71	28.54	0.0157
6	6000	4.89	34.24	0.0163
7	7000	5.03	39.95	0.0168
8	8000	5.08	45.66	0.0169
9	9000	5.10	51.37	0.0170
10	10000	5.11	57.07	0.0170
11	12000	5.14	68.49	0.0171
12	14000	5.21	79.90	0.0174
13	16000	5.27	91.32	0.0176
14	18000	5.32	102.73	0.0177
15	20000	5.37	114.15	0.0179
16	22000	5.45	125.56	0.0182
17	24000	5.54	136.98	0.0185
18	26000	5.62	148.39	0.0187
19	28000	5.69	159.80	0.0190
20	30000	5.75	171.22	0.0192
21	32000	5.82	182.63	0.0194
22	34000	5.89	194.05	0.0196
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

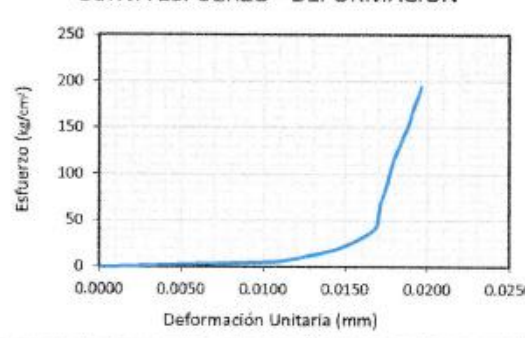
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


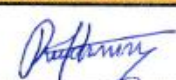

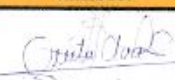
DIAMETRO (cm)	14.90
Cu (kg)	35017.00
Área (cm <sup>2</sup> )	175.21
Altura (mm)	300.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	199.85


**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
	NORMA: MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
	TESIS: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA:	P04- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.00
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	177.10
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

N°	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	3.45	5.65	0.0115
2	2000	4.08	11.29	0.0136
3	3000	4.47	16.94	0.0149
4	4000	4.74	22.59	0.0157
5	5000	4.98	28.23	0.0165
6	6000	5.12	33.88	0.0170
7	7000	5.31	39.53	0.0176
8	8000	5.46	45.17	0.0181
9	9000	5.62	50.82	0.0187
10	10000	5.76	56.47	0.0191
11	12000	5.91	67.76	0.0196
12	14000	6.05	79.05	0.0201
13	16000	6.29	90.35	0.0209
14	18000	6.41	101.64	0.0213
15	20000	6.51	112.93	0.0216
16	22000	6.62	124.23	0.0220
17	24000	6.72	135.52	0.0223
18	26000	6.81	146.81	0.0226
19	28000	6.91	158.11	0.0230
20	30000	6.99	169.40	0.0232
21	32000	7.08	180.69	0.0235
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				


N°	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


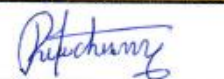

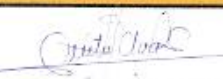
DIAMETRO (cm)	15.00
Cu (kg)	32942.00
Área (cm <sup>2</sup> )	177.10
Altura (mm)	301.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	186.01

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	22/03/2024	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
ID. PROBETA	P05- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	15.12
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	178.80
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	5.34	5.59	0.0177
2	2000	6.37	11.19	0.0212
3	3000	6.77	16.78	0.0225
4	4000	8.11	22.37	0.0269
5	5000	8.40	27.96	0.0279
6	6000	8.63	33.56	0.0287
7	7000	8.89	39.15	0.0295
8	8000	9.10	44.74	0.0302
9	9000	9.28	50.34	0.0308
10	10000	9.41	55.93	0.0313
11	12000	9.57	67.11	0.0318
12	14000	9.81	78.30	0.0326
13	16000	10.09	89.49	0.0335
14	18000	10.55	100.67	0.0350
15	20000	10.71	111.86	0.0356
16	22000	10.85	123.04	0.0360
17	24000	10.98	134.23	0.0365
18	26000	11.08	145.42	0.0368
19	28000	11.21	156.60	0.0372
20	30000	11.30	167.79	0.0375
21	32000	11.39	178.97	0.0378
22	34000	11.46	190.16	0.0381
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


DIAMETRO (cm)	15.12
Cu (kg)	34407.00
Área (cm <sup>2</sup> )	178.80
Altura (mm)	301.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	192.44

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS	
	NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"	
ID. PROBETA	P06- 40%	DIAMETRO DE LA PROBETA:	14.95
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/12/2023	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	174.51
FECHA DE ENSAYO:	02/01/2024	RESPONSABLE:	BAZÁN SÁNCHEZ ANGEL/ ROJAS CHÁVEZ MARCELA
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	2.44	5.73	0.0082
2	2000	3.06	11.46	0.0103
3	3000	3.47	17.19	0.0117
4	4000	3.73	22.92	0.0126
5	5000	3.95	28.65	0.0133
6	6000	4.10	34.38	0.0138
7	7000	4.24	40.11	0.0143
8	8000	4.40	45.84	0.0148
9	9000	4.51	51.57	0.0152
10	10000	4.61	57.30	0.0155
11	12000	4.80	68.76	0.0162
12	14000	5.02	80.22	0.0169
13	16000	5.21	91.68	0.0175
14	18000	5.38	103.15	0.0181
15	20000	5.51	114.61	0.0186
16	22000	5.66	126.07	0.0191
17	24000	5.78	137.53	0.0195
18	26000	5.90	148.99	0.0199
19	28000	5.98	160.45	0.0201
20	30000	6.08	171.91	0.0205
21	32000	6.15	183.37	0.0207
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

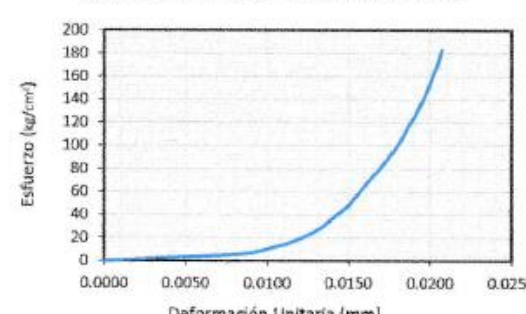
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


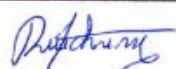

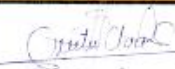
DIAMETRO (cm)	14.95
Cu (kg)	33711.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.51
Altura (mm)	297.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	193.17

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA	MTC 704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado grueso por concreto reciclado en 15%, 25%, 40%, Cajamarca 2023"		
<b>ID. PROBETA</b>	P07- 40%	<b>DIAMETRO DE LA PROBETA:</b>	14.85
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	05/12/2023	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	174.98
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2024	<b>RESPONSABLE:</b>	BAZÁN SANCHEZ ANGEL/ROJAS CHÁVEZ MARCELA
<b>EDAD DE LA PROBETA:</b>	28 DÍAS	<b>REVISADO POR:</b>	HERRERA TERAN LUIS

Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	3.42	5.72	0.0114
2	2000	4.06	11.43	0.0135
3	3000	4.58	17.15	0.0152
4	4000	4.91	22.86	0.0163
5	5000	5.19	28.58	0.0172
6	6000	5.38	34.29	0.0179
7	7000	5.55	40.01	0.0184
8	8000	5.73	45.72	0.0190
9	9000	5.90	51.44	0.0196
10	10000	6.05	57.15	0.0201
11	12000	6.23	68.58	0.0207
12	14000	6.50	80.01	0.0216
13	16000	6.70	91.44	0.0223
14	18000	6.94	102.87	0.0231
15	20000	7.15	114.30	0.0238
16	22000	7.31	125.73	0.0243
17	24000	7.44	137.16	0.0247
18	26000	7.55	148.59	0.0251
19	28000	7.65	160.02	0.0254
20	30000	7.76	171.45	0.0258
21	32000	7.87	182.88	0.0261
22	34000	8.00	194.31	0.0266
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

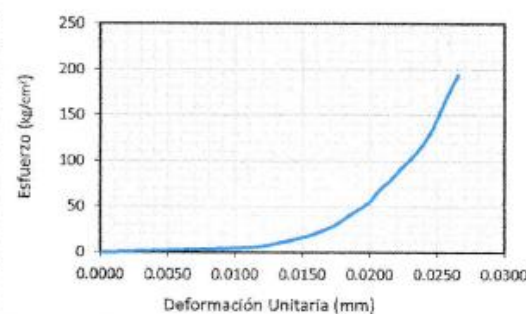
Nº	Carga (kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	cu
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				


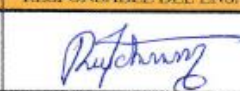

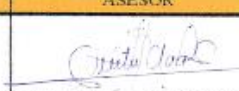
DIAMETRO (cm)	14.85
Cu (kg)	35243.00
Área (cm <sup>2</sup> )	174.98
Altura (mm)	301.00
$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	201.42

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
Angel Bazán Sánchez	Marcela Rojas Chávez	Ing. Luis Herrera Teran	Ing. Anita Alva Sarmiento
FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24	FECHA: 22/03/24