



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Análisis de bloques de concreto con material reciclado para  
mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros  
portantes – Cusco 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Ccollana Cusihuaman, Abraham (ORCID: 0000-0002-0349-1330)

Heredia Pinto, Gary Franz (ORCID: 0000-0002-5634-7797)

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**Lima – Perú**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado con todo mi cariño a mis padres Aquilino y Margarita por brindarme apoyo en todo momento; de manera especial a mi esposa Winy y a mi hijo Brand Anbrew; quienes son el motivo constante de salir adelante.

### **Abraham Ccollana**

Por toda la eternidad a mi madre Julia por su amor incondicional y a mi padre Félix Raúl que desde el cielo me sigue guiando. A mis hermanos Errold, Karen, Ausi y Rada por caminar siempre a mi lado. A mi hija Shamikail Dhamar quien es mi mayor motivo por esforzarme y salir adelante.

A mis segundos padres Orlando y Javier. A mis seres queridos Porfirio, Felipe, Ana, Fredy, Edison, Mike, Ana Luz, Mary y Javier, a mis primos y sobrinos.

A mis ángeles que desde lo más alto de la creación me acompañan José y Trinidad, Víctor Raúl, Pepe, Gabino, Vilma e Isidora.

### **Gary Franz Heredia**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad César Vallejo - Facultad de Ingeniería - Escuela Profesional de Ingeniería Civil por darnos la acogida para poder concretar nuestro sueño del ansiado título profesional.

A nuestro Asesor de Tesis de Tesis Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúniga por su apoyo profesional en la elaboración de esta tesis de investigación.

A nuestros familiares, quienes creyeron y confiaron en nuestra tenacidad y ganas de superación personal en el largo camino de la vida universitaria y posteriormente al dar nuestros primeros pasos como bachilleres.

**Los Autores**

## Índice de Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	14
3.2. Variables y Operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo:.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	18
3.5. Procedimientos:.....	19
3.6. Métodos de Análisis de Datos:.....	22
3.7. Aspectos Éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	24
4.1. Presentación de resultados.....	24
4.2. Ensayos de las propiedades físicas de los agregados.....	25
4.3. Dosificación del bloque de concreto.....	34
4.4. Ensayo de consistencia del concreto.....	35
4.5. Ensayo de variación dimensional.....	36
4.6. Ensayo de absorción.....	41
4.7. Ensayo de peso unitarios (densidad).....	46
4.8. Ensayo de resistencia a la compresión.....	47
V. DISCUSIÓN.....	51
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	58

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	13
<b>Tabla 2.</b> Muestra para la elaboración de bloques de concreto .....	18
<b>Tabla 3.</b> Se muestra la granulometría de agregado grueso (material reciclado)..	25
<b>Tabla 4.</b> Composición de la muestra de agregado grueso (material reciclado) ...	25
<b>Tabla 5.</b> Se muestra el contenido Humedad de agregado grueso – material reciclado .....	26
<b>Tabla 6.</b> Se muestra el peso unitario compactado y suelto de los agregados grueso (material reciclado).....	27
<b>Tabla 7.</b> Se muestra Porcentaje de absorción del agregado grueso (material reciclado).....	27
<b>Tabla 8.</b> Se muestra el peso específico del agregado grueso (material reciclado) .....	28
<b>Tabla 9.</b> Se muestra la granulometría de agregado fino .....	28
<b>Tabla 10.</b> Se muestra la composición de la muestra de agregado fino.....	29
<b>Tabla 11.</b> Se muestra el contenido Humedad de agregado fino .....	30
<b>Tabla 12.</b> Se muestra el peso unitario compactado y suelto de los agregados fino .....	30
<b>Tabla 13.</b> Se muestra el porcentaje de absorción del agregado fino .....	31
<b>Tabla 14.</b> Se muestra el peso específico del agregado fino .....	31
<b>Tabla 15.</b> Se muestra la granulometría de agregado grueso .....	31
<b>Tabla 16.</b> Composición de la muestra de agregado grueso.....	32
<b>Tabla 17.</b> Se muestra el contenido Humedad de agregado grueso .....	33
<b>Tabla 18.</b> Se muestra el peso unitario compactado y suelto de los agregados grueso .....	33
<b>Tabla 19.</b> Se muestra el porcentaje de absorción del agregado grueso .....	34
<b>Tabla 20.</b> Se muestra el peso específico del agregado grueso .....	34
<b>Tabla 21.</b> Se muestra el diseño de mezcla: .....	34
<b>Tabla 22.</b> Ensayo de asentamiento.....	36
<b>Tabla 23.</b> Se observa en el cuadro los ensayos de la muestra patrón.....	37
<b>Tabla 24.</b> se observa en el cuadro los ensayos de la muestra con 25% de sustitución. ....	38

<b>Tabla 25.</b> <i>se observa en el cuadro los ensayos de la muestra con 50% de sustitución.</i> .....	39
<b>Tabla 26.</b> <i>se observa en el cuadro los ensayos de la muestra con 100% de sustitución.</i> .....	40
<b>Tabla 27.</b> <i>se aprecia el ensayo de la absorción de las muestras con 25% de sustitución</i> .....	43
<b>Tabla 28.</b> <i>se aprecia el ensayo de la absorción de las muestras con 50% de sustitución</i> .....	44
<b>Tabla 29.</b> <i>se aprecia el ensayo de la absorción de las muestras con 100% de sustitución</i> .....	45
<b>Tabla 30.</b> <i>variación en comparación a la muestra patrón.</i> .....	46
<b>Tabla 31.</b> <i>se aprecia el resumen de resultados de la densidad</i> .....	47
<b>Tabla 32.</b> <i>se muestra la resistencia a la compresión de las muestras patrón</i> .....	48
<b>Tabla 33.</b> <i>se muestra la resistencia a la compresión de las muestras con 25% de sustitución de material reciclado.</i> .....	48
<b>Tabla 34.</b> <i>se muestra la resistencia a la compresión de las muestras con 50% de sustitución de material reciclado.</i> .....	49
<b>Tabla 35.</b> <i>se muestra la resistencia a la compresión de las muestras con 100% de sustitución de material reciclado</i> .....	49
<b>Tabla 36.</b> <i>Se aprecia el resumen de la resistencia a la compresión 7, 14 y 28 días de los bloques de concreto patrón y bloques de concreto con 25%, 50%, 100% de sustitución de material reciclado.</i> .....	50

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>se observa en el diagrama de barras la variación dimensional.</i> .....	37
<b>Figura 2.</b> <i>se observa en el diagrama de barras la variación dimensional.</i> .....	38
<b>Figura 3.</b> <i>se observa en el diagrama de barras la variación dimensional.</i> .....	39
<b>Figura 4.</b> <i>se observa en el diagrama de barras la variación dimensional</i> .....	40
<b>Figura 5.</b> <i>ensayo de variación dimensional de bloques de concreto.</i> .....	41
<b>Figura 6.</b> <i>cuadro de barras donde se muestra la variación dimensión en comparación a la muestra patrón.</i> .....	41
<b>Figura 7.</b> <i>se aprecia el ensayo de la absorción de las muestras patrón.</i> .....	42
<b>Figura 8.</b> <i>variación de % absorción y % de peso unitario (densidad) a la muestra patrón.</i> .....	42
<b>Figura 9.</b> <i>la variación de % absorción y % de peso unitario (densidad) a la muestra con 25% de sustitución.</i> .....	43
<b>Figura 10.</b> <i>variación de % absorción y % de peso unitario (densidad) a la muestra con 50% de sustitución.</i> .....	44
<b>Figura 11.</b> <i>la variación de % absorción y % de peso unitario (densidad) a la muestra con 100% de sustitución.</i> .....	46
<b>Figura 12.</b> <i>variación de la densidad en comparación a la muestra patrón.</i> .....	47
<b>Figura 13.</b> <i>Curva de Resistencia Característica a compresión</i> .....	50

## RESUMEN

En la presente investigación se presentó la siguiente problemática. ¿De qué manera los bloques de concreto con material reciclado mejoran la resistencia a la compresión en muros portantes – Cusco 2021? Para responder a esta interrogante se tuvo como objetivo principal: Analizar las propiedades físicas y mecánicas para mejorar la resistencia a la compresión de los bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes. La metodología que se empleó fue de tipo aplicada, nivel cuantitativo, diseño es experimental. El universo será los bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021. Como conclusiones del objetivo principal, Analizar las propiedades físicas y mecánicas para mejorar la resistencia a la compresión de los bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes. Se concluye que los agregados reciclados influyen de forma negativa en la resistencia a la compresión de los bloques de concreto, ya que estos disminuyen en mayor porcentaje conforme se va agregando mayor cantidad de agregado reciclado en la mezcla de diseño de los bloques de concreto.

Palabras Claves: Análisis, muros, concreto, propiedades físicas, propiedades mecánicas.



## **ABSTRACT**

In the present investigation the following problem was presented. How do concrete blocks with recycled material improve compressive strength in bearing walls - Cusco 2021? To answer this question, the main objective was: To analyze the physical and mechanical properties to improve the compressive strength of concrete blocks made with recycled material for bearing walls. The methodology used was descriptive, quantitative, non-experimental and cross-sectional design. The universe will be the concrete blocks with recycled material to improve the physical and mechanical properties in bearing walls - Cusco 2021. As conclusions of the Main Objective, Analyze the physical and mechanical properties to improve the resistance to compression of the concrete blocks manufactured with recycled material for bearing walls. It is concluded that recycled aggregates have a negative influence on the compressive strength of concrete blocks, since these decrease by a greater percentage as a greater quantity of recycled aggregate is added in the design mix of concrete blocks.

Keywords: Analysis, walls, concrete, physical properties, mechanical properties

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas que no solo se presenta en el cuso sino también a nivel nacional no hay centros de acopio q nos permitan reutilizar el material de construcción, lo cual genera un impacto ambiental negativo en el Perú. Según en ministerio de ambiente solido municipales y no municipales en el Perú se produce un 3.59% es producto de demoliciones de concreto siendo el segundo que general un porcentaje de residuos sólidos. El presente trabajo de investigación pretende reutilizar estos materiales de concreto y así sustituirlo por los agregados de origen natural preservando los recursos naturales dada la gran demanda existe en la construcción. La reutilización de los materiales de residuos sólidos de la construcción nos va permitir procesarlo y reutilizarlo nuevamente en el diseño de un concreto y así lograr disminuir los costos y generar un impacto positivo ambiental. Esta realidad problemática planteada como tema de investigación nos va a permitir diseñar un nuevo concreto con la reutilización de los residuos sólidos de la construcción para lo cual planteo el siguiente tema de investigación “Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021” del análisis se plantea el siguiente problema general ¿De qué manera los bloques de concreto con material reciclado mejoran la resistencia a la compresión en muros portantes – Cusco 2021? y los problemas específicos fueron: ¿De qué manera la incorporación de material reciclado en los bloques de concreto mejorara las propiedades físicas en muros portantes?; ¿De qué manera la incorporación de material reciclado en los bloques de concreto mejorara las propiedades mecánicas en muros portantes?; ¿Cuál será la dosificación adecuada, utilizando material reciclado para mejorar la resistencia a la compresión en muros portantes?. La filosofía en los proyectos de ingeniería es que a través de estos trabajos de investigación se proponga alternativa para adoptar cambios, haciendo uso de los recursos que la naturaleza nos brinda, como hemos explicado en el Perú no hay centro de acopio y este impacto negativo es el principal problema en la construcción así tenemos una justificación teórica; existen muchos factores que motivan hacer uso de los desechos de materiales de construcción y reutilizarlos en el diseño de concreto  $f'b = 50 \text{ kg/cm}^2$  para fabricación de bloques de concreto, generando así la sostenibilidad del medio ambiente a través de la reutilización de escombros provenientes de la construcción,

justificación practica: esta investigación tiene como finalidad plantear soluciones que ayuden a los pobladores a economizar y mejorar sus diseños urbanos generando un impacto positivo al utilizar estos escombros provenientes de la construcción. Justificación metodológica: para desarrollar el tema como una investigación científica se tendrá que diseñar una metodología de investigación, haciendo uso de instrumentos para la recolección de datos que nos ayude a la verificación. Justificación técnica: la presente investigación consiste en diseñar un concreto  $f'c=50$  kg/cm<sup>2</sup> que servirá para procesar bloques de concreto con material reciclado. El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo general analizar las propiedades físicas y mecánicas para mejorar la resistencia a la compresión de los bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes, objetivo específicos: determinar las propiedades físicas de bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes; determinar las propiedades mecánicas de bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes; determinar la dosificación adecuada, utilizando material reciclado para mejorar la resistencia a la compresión en muros portantes. Con respecto a las hipótesis del proyecto de investigación, se menciona que la hipótesis general fue los bloques de concreto con material reciclado mejoran la resistencia a la compresión en muros portantes y las hipótesis específicas la fabricación con material reciclado cumple con las propiedades físicas de bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes; la fabricación con material reciclado cumple con las propiedades mecánicas de bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes; utilizando material reciclado cumple con la dosificación adecuada para mejorar la resistencia a la compresión en muros portantes.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la presente tesis de investigación se ha realizado la búsqueda de información a nivel nacional e internacional, así mismo se realizó la revisión de artículos científicos relacionados al presente trabajo de investigación, llegando a seleccionar solo las investigaciones con variables más cercanas a este trabajo.

Los autores internacionales Agreda Sotelo y Moncada Moreno (2015) realizaron la tesis “Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados”, el objetivo fue reutilizar los residuos de materiales de construcción para usar como sardineles, bordillos, cunetas y tope llantas que desempeñen con la sistemática colombiano para este tipo de elementos (NTC-4109) y con estándares mínimos de calidad. La metodología de la investigación es cuantitativa – aplicativo, En la presente tesis, los autores obtuvieron resultados positivos en la muestra reemplazada con el 70% de agregado grueso reciclado y siendo el más desfavorable en el diseño sustituido con el 20% de agregado grueso reciclado.

Los autores internacionales Cárdenas Valdez y Hernández Méndez (2014), realizaron la tesis “Características de los agregados de concreto reciclado propiedades técnicas y uso”, el objetivo es el uso de agregados reciclados a partir de una selección de estos y de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas obtenidas serán derivados y clasificados para diferentes elementos en la construcción donde sea requeridos por sus características solicitadas. La metodología de investigación es de tipo descriptivo. El resultado obtenido en esta investigación es identificar, analizar, determinar y construir sobre las propiedades físicas y mecánicas del ACR determinando así que estos residuos no son homogéneos. En sus conclusiones, los autores dan a conocer que las propiedades mecánicas del concreto disminuyen conforme se va adicionando mayores cantidades de agregado de concreto reciclado, por último, se pudo determinar que tanto el agregado natural (agregados convencionales) y el agregado reciclado poseen diferentes comportamientos.

Los tesisistas Vanegas Cabrera y Robles Castellanos (2008), realizaron la tesis “Estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para

uso en edificaciones convencionales”, el objetivo principal fue determinar tres combinaciones de mezcla de concreto utilizando en ellas el concreto reciclado para ser comparado frente a un concreto de 21 Mpa del mismo diseño de concreto con agregado natural y en segundo lugar determinar la resistencia a la compresión, flexión y módulo de elasticidad del concreto al sustituir en el diseño por concreto reciclado, la metodología de investigación es de tipo experimental. El resultado de la tesis de investigación nos indica que el reemplazo de agregado reciclado afecta a la trabajabilidad del concreto y sus características (humedad, absorción) y esta afectación se incrementa en la medida que se vaya realizando el reemplazo en mayores proporciones.

Katherine Sarah Michaud, in his thesis “Evaluación del desempeño ambiental, material y estructural del hormigón agregado reciclado” (June 2015) to obtain a Master’s degree at Queen’s University, the objective of this research is to determine the physical and mechanical properties of recycled concrete for its reuse, his research methodology is quantitative and experimental. The results of this research showed that less energy is needed to transport the concrete made from recycled aggregate, this is due to the decrease in the density of the recycled aggregate materials. This study revealed that for places like Ontario the use of RCA is more beneficial and has a better environmental impact, likewise this study has revealed that up to a maximum of 30% recycled aggregate can be used in the substitution as an aggregate for the design of mixtures in structures.

According to Kani Akhavan Kazemi in his thesis “Propiedades de los hormigones producidos con áridos de hormigón reciclado” (September 2012) to obtain a Master’s degree in Civil Engineering in the Eastern Mediterranean University, the main objective of said research being to take care of natural aggregates and for this, environmental management must play a very important role in the concrete recycling process, so that firstly, the recycled concrete must be crushed and then selected to obtain of the different concrete mix designs, the results obtained are from the field tests that were made to the recycled concrete, such as resistance to compression, traction, density, rebound hammer test, freezing and thawing, finally, the conclusions were reached that the absorption of concrete with recycled

aggregate is higher, also the resistance to compression is 30% lower than that of a concrete with natural aggregate.

Mats D. Skevik Hole present his tesis called “Hormigón usado reciclado como agregado para hormigón nuevo” (june 2013) to obtain his degree in Technical Architecture at the Universitat Politècnica de Valencia, who mentions the importance of recycling concrete since in many cities the natural aggregate has been exhausted, which implies a greater impact on the environment since new quarries are currently being exploited, on the other hand, old buildings that do not they comply with current regulations are demolished and these wastes are not used. The researcher mentions that according to the tests that he carried out, the concrete made with recycled concrete has less resistance to compression, likewise the researcher suggests that the recycled aggregate should not be used in concrete for structural use.

Los autores nacionales Quispe Arce y Verástegui Minaya, elaboraron su tesis “Propiedades físicas – mecánicas de bloques de hormigón elaborado con agregado grueso reciclado de residuos de construcción en la ciudad de Abancay”, el objetivo es diseñar un concreto reutilizando material reciclado ara mejorar las propiedades físicas y mecánicas. Su metodología de investigación es deductiva y el diseño es de tipo experimental, longitudinal y prospectiva. Los autores de la tesis llegaron a la conclusión que las muestras de concreto con agregado reciclado reducen su resistencia a la compresión hasta en un 35.25%, también determinaron que la absorción de las muestras de concreto aumenta su porcentaje de absorción hasta un 21.19%.

La autora nacional Chugnas Tucto, realizó su tesis “Estudio del concreto reciclado en bloques prefabricados, para muros en edificaciones, Lima, Perú 2018”, el objetivo es plantear el grado de influencia del concreto reciclado en la elaboración de bloques prefabricados sustituidos en diferentes porcentajes. La metodología de investigación es científica y el tipo de investigación es aplicado con enfoque cuantitativo. Por último, la autora llegó a la conclusión de que la densidad de los bloques de concreto varía en función del bloque de concreto patrón en el que se puede apreciar una diferencia relevante.

Los autores nacionales Díaz Chávez y Torres Idrogo, realizaron la tesis “Evaluación técnica de bloques de concreto para uso estructural elaborados de escombros de concreto de losas de pavimento rígido”, el objetivo es elaborar bloques de concreto con escombros de concreto para ser utilizados en los muros estructurales previamente a una evaluación, la metodología de investigación es sintético - analítico y el diseño es experimental de tipo unifactorial. Finalmente, los autores de la tesis llegaron a la conclusión que el agregado proveniente de los escombros del pavimento rígido tiene características similares al agregado natural siendo la segunda variación (50% de escombro) el que presento mejores resultados.

Según Ivan Fernando Otálvaro Calle (2015) en su artículo, “ESTUDIO DEL USO DE AGREGADOS RECICLADOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) PROVENIENTES DE LA CIUDAD DE CALI COMO MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO, CASO DE LOS ADOQUINES”, el presente artículo tiene como finalidad principal realizar un estudio sobre los agregados reciclados provenientes de la construcción y demoliciones en la ciudad de Cali. La Metodología de investigación es Cuantitativo. RESULTADO. El estudio demostró que en la ciudad de Cali de los 2480 m<sup>3</sup> de escombros a diario, el 76.6 % son producidas por las empresas constructoras y el 23.4% es generado por las remodelaciones, entonces ahí se centra la necesidad del estudio realizado. En sus conclusiones manifiesta: Se demostró que no es factible reemplazar al 100% el concreto con material reciclado, este último por la pérdida de años de servicio del concreto obtenido. Los resultados obtenidos demuestran que hay una diferencia elevada de la capacidad de absorción del agregado reciclado (9.0%) en relación a los agregados naturales (1.8%).

Según la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, A. C., en su publicación de Concreto Reciclado: Una Revisión (2015), nos muestra que los problemas que acarrear el concreto hidráulico, al cual se le denomina como desecho, se está convirtiendo en un problema medioambiental siendo el cemento portland el más utilizado y debido a su proceso de fabricación en el cual se realiza a temperaturas muy altas este ocasiona un impacto negativo en el medio ambiente, es por eso que se tiene como

propuesta de solución a estos problemas medioambientales la reutilización del concreto reciclado, y que a su vez este deba desempeñar satisfactoriamente las solicitaciones de carga tanto estática y dinámica en la estructuración de una edificación, concluyendo con lo siguiente: Que, la idea de reciclar el concreto resuelve la carencia de agregados y a su vez protege la explotación de nuevas canteras de material pétreo. El agregado pétreo proveniente de demoliciones de concreto al no tener las condiciones óptimas puede ser mejorados mediante nuevos estudios que posibiliten su uso masivo. Que, es posible que con el uso del concreto reciclado se pueda llegar a obtener solicitaciones de 350 Mpa de resistencia, para esto se debe llevar a cabo más estudios en el cual se tenga que reducir las relaciones A/C, o adicionar aditivos que mejoren la reología de las mezclas frescas de concreto.

Según Rivera Emely, Guerrero Rachel, Espinoza Pablo, Millon Gabriela & Áreas Esteven, realizaron el Artículo titulado “Riesgo Urbano: aproximación diagnóstica para la ciudad de Managua”, este artículo forma parte de la Universidad Nacional de Ingeniería de la ciudad de Managua – Nicaragua llevado a cabo desde el año 2019 al 2020, este artículo menciona que el cemento y bloques de concreto constituyen los materiales de mayor demanda en el sector de la construcción en América Latina y a su vez se vuelve en uno de los principales desechos provenientes en este rubro que afecta con impactos negativos al medio ambiente, es por eso que la reutilización de estos de estos desechos en subbases de carreteras, o la reutilización en boques de concreto, llegando a las siguientes conclusiones: Las partículas finas del concreto reciclado presentan una diferencia que va desde el 26 y 36 % menos en relación a su comportamiento a la compresión. Del mismo al combinar partículas de agregado fino y partículas de caucho estas tienen menor resistencia a la tracción.

En la presente tesis de investigación, los conceptos relacionados más resaltantes dentro de esta tesis, son los siguientes:

### **Concreto Reciclado**

Muñoz y Fernández (2015, p.41) señala que el concreto reciclado es una mezcla de materiales áridos naturales y áridos reciclados tanto fino y grueso, los áridos



reciclados provienen de demoliciones realizadas en plantas especializadas, quienes después de un proceso de control estos se encargan de separar el material apropiado para reutilizarlos en nuevas construcciones de concreto. Según estos autores nos indica que el concreto reciclado es la mezcla obtenida de agregados naturales + agregados reciclados, al cual se le agrega agua + cemento, para la obtención de mezcla homogénea y trabajable.

### **Concreto**

Gonzales y Fernández (2013, p.31), indican que el concreto es el producto de combinaciones de agregado fino y grueso, arena, agua y cemento en proporciones. Este proceso también es denominado diseño de mezclas, que tiene la finalidad de obtener una pasta donde se agrupen estos agregados de tal modo que sea trabajable y homogéneo. De acuerdo a los autores, la pasta obtenida después de la mezclar los agregados + agua + cemento se le denomina concreto.

### **Cemento**

El autor Muñoz (2015, p.107) indica que el cemento en una composición que agrupa minerales de polvo, silicatos de calcio, aluminio y minerales de hierro, que reacciona por procesos químicos ante la presencia del agua, para luego endurecerse de acuerdo al moldeado que se le haya otorgado, siendo esta única propiedad aprovechable en el sector de la construcción. De acuerdo al autor, el cemento viene a ser la composición por minerales cristalinos elaborados a partir de la calcinación de la piedra caliza, que pasa a ser denominado clinker el cual es el elemento principal del concreto.

### **Dosificación**

Según Montejó y Montejó (2013, p. 143), relacionan a la dosificación como el proceso de prorratear las proporciones de agregados, cemento y agua para lograr una adecuada pasta que sea de fácil manejo y homogéneo. Los autores mencionan que la dosificación es la búsqueda asertiva de proporciones del cemento + agregados gruesos / finos + agua, los mismos que deberán cumplir las solicitudes de acuerdo a la normativa que rigen en los diferentes países.

## **Agregado**

Según Ortega (2014, p. 19) clasifica a los agregados básicamente en dos tipos: agregados gruesos o gravas y agregados finos o arenas, los mismos que en su totalidad fluctúan entre el 70% y el 75% del total del volumen de la masa de concreto. Las propiedades mecánicas del concreto como son la resistencia a las fuerzas de compresión es resultado directo de la calidad que los agregados puedan tener, para el cual se deberá de considerar una adecuada granulometría de las partículas.

## **Bloques Prefabricados**

Según Arrieta y Peñaherrera (2001), definen a los bloques de concreto como elementos paralelepípedos, moldeable y de fácil manipulación manual, los bloques de concreto son una alternativa económica en el reemplazo de los ladrillos hechos a base de arcilla, y en la mayoría de los casos sin cumplir la exigencia que la normativa cita. Estos bloques prefabricados son usados en sistemas estructurales tales como muros portantes y no portantes, para estos últimos deberán estar hechos con estándares de calidad bajo las normas del país la sitúan.

## **Resistencia del concreto**

De acuerdo a Abanto (2014), señala que todo elemento de concreto deberá ser sometido al ensayo de resistencia a la compresión, el mismo que consiste en la aplicación de una carga máxima en una unidad determinada de área soportada por el elemento sometido a dicha prueba, para que finalmente este falle por compresión una vez que empiece a mostrar agrietamiento y/o rotura en su superficie. De acuerdo a lo manifestado por el autor haremos una evaluación de los bloques de concreto que se elaborarán con la sustitución de porciones de agregado reciclado por el agregado grueso, estos deberán ser superiores a los 50 kg/cm<sup>2</sup> (de acuerdo a la RNE E-070), por lo que se les realizará las pruebas de ensayo a la compresión necesarias para determinar su nivel de resistencia a la compresión.

## **Deformación**

Según Crespo (2013), menciona que todo cuerpo cuando se le somete a fuerza externas el cuerpo debería de deformarse, si la variación física del cuerpo sometido es muy alargada este no podrá volver a su estado original.

## **Densidad**

Según Crespo (2013), en relación a la densidad aparente relativa del material pétreo nos indica que esta tiene relación con la prueba de absorción y nos da un concepto sobre el comportamiento del agregado (material pétreo) en relación a su calidad, es decir a mayor absorción menor será la densidad.

En base a la conceptualización del autor podemos decir que la densidad tiene una relación directa con la masa y el volumen del cuerpo u objeto, en la presente tesis de investigación se tomará en cuenta estos conceptos para fines experimentales por tener relación estricta con los materiales por usar en la elaboración de los bloques de concreto con material reciclado.

## **Peso específico**

Ayuso, Caballero, López y otros (2010), conceptualiza que el peso específico es la fracción de la masa (peso) de los granos de suelos y el volumen que es ocupado por este. El peso específico de los suelos nos servirá para determinar la relación de vacíos y para clasificarlos de acuerdo a su composición mineral.

## **Masa**

Hibbeler (2016), es representada por la proporción de una determinada materia y/o cuerpo que pueda ser medible en unidades reconocibles con la finalidad de ser evaluado frente a otro material.

## **Absorción**

Según Arieta (2001), esta propiedad física se refiere a la capacidad que tiene un determinado material para poder asimilar un porcentaje que agua dentro de sus partículas vacías en un periodo de tiempo (según la norma NTP 399.604), asimismo, esta propiedad tiene relación con la permeabilidad de los materiales y su adherencia con otros materiales, logrando mayor resistencia. De acuerdo a

Sánchez (2011), la absorción del concreto está enmarcada en el proceso que tiene el concreto de dejar fluir el agua hacia su interior, hasta el punto de ser colmatado sus poros saturables.

### **Curado**

Sánchez (2013), nos indica que el curado del concreto es la secuencia en la que se intenta mantener la humedad dentro del concreto siendo este procedimiento apropiado y beneficioso, este proceso de curado debe conllevar una temperatura del ambiente apropiado para que los elementos del concreto maximicen sus propiedades cementantes. En la investigación se curará los bloques de concreto elaborado con sustituciones de agregado reciclado, se realizará de forma diaria hasta los 7, 14 y 28 días después la elaboración de estos, una vez concluido estos periodos de tiempo de curado podemos saber la resistencia a la compresión alcanzada por los bloques elaborados con agregados reciclado sustituidos en diferentes proporciones.

### **Control de calidad**

Según Gonzáles y Fernández (2013) mencionan que el control de calidad del concreto tiene por finalidad principal comparar que los requerimientos de determinado insumo estén de acuerdo a los estándares previstos en las normas y/o especificaciones técnicas cumpliendo las tolerancias permisibles.

El control de calidad, que realizaremos en la presente investigación será de acuerdo a la normativa y se respetará los estándares en el diseño de mezcla y su procedimiento en la elaboración de los bloques de concreto con material reciclado (sustitución en porcentajes), del mismo se realizará los ensayos de acuerdo a la normativa para obtener resultados que se ajusten a los requerimientos de calidad.

### **Agregado de concreto reciclado (ACR)**

Los autores Cárdenas Valdez y Wilson Hernández Méndez (2014), en su tesis "Características de los agregados de concreto reciclado propiedades técnicas y uso" menciona que el ACR son las abreviaturas de Agregado de concreto reciclado se refiere al material proveniente de plantas especializadas de demolición y tratamiento de escombros de la construcción.

Norma Técnica Peruana 399.602 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - Bloques de concreto para uso estructural.

En la presente norma, vienen establecidos los parámetros con los cuales se debe tomar en cuenta al momento de proceder con la elaboración de bloques de concreto con cemento portland + agua + agregados, ya sean estos huecos o sólidos. Esta norma también establece los parámetros a tomar en cuenta si se desea agregar materiales extras para lograr mayores resistencias a la compresión para ser usados en muros para resistir cargas. La presente también parametriza los bloques de concreto ya sean de peso normal, mediano o liviano, los mismos que pueden ser usado en albañilería estructural (confinada y/o armada) o no estructural (de acuerdo a INACAL, 2017).

#### **Norma Técnica Peruana 399.604 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.**

La presente norma, nos indica el procedimiento para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, sean estos de concreto o arcilla (INACAL, 2015), así como también su finalidad para el cual fue diseñado, ya sea albañilería estructural y no estructural.

#### **Reglamento Nacional de Edificaciones – III.2 Estructuras - E.070**

En la presente norma se redacta los requisitos y las exigencias mínimas, a fin de que las unidades de albañilería tengan un diseño apropiado, materiales de calidad, el proceso constructivo sea de acuerdo a las normas con su respectivo control de calidad e inspección técnica en las edificaciones construcciones por el método de albañilería. En el caso de las edificaciones de albañilería nos permitirá distinguir de muros portantes y no portantes.

#### **Características generales de la unidad de albañilería**

De acuerdo a la normativa, la denominación de bloque recae en aquella unidad que puede manipularse con las dos manos, ya sean estas unidades huecas o sólidas, de uso estructural o no estructural (portantes y no portantes). Estas unidades de albañilería pueden ser elaborados con arcilla, silice + cal o concreto, como materia principal de su estructura física, y su elaboración no se limita al uso del

procedimiento artesanal mucho menos industrial. En el caso de las unidades de albañilería hechas a base de concreto, para ser utilizadas en la construcción estas deberán obtener su resistencia a la compresión mínima para el cual fueron diseñadas, esta resistencia a la compresión máxima se alcanza a los 28 días luego de ser elaborados los bloques de concreto y haber pasado todo el procedimiento del curado del bloque (caso concreto) y su respectivo control de calidad a los cuales son sometidos de acuerdo a la norma (RNE. E-070).

### **Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales**

Las unidades de albañilería, para efectos del diseño estructural como es el caso de la presente tesis de investigación, deberán tener las siguientes características citadas en la tabla 1.

**Tabla 1.** Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACION DE LA RESISTENCIA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'b mínimo en MPa (Kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 100 mm	Hasta 100 mm		
<b>Bloque P (1)</b>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
<b>Bloque NP (2)</b>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (50)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: (Norma RNE E.070, 2006)

### III. METODOLOGÍA

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

El autor (Bernal), indica que el investigador realiza explícitamente sobre los objetivos de estudio, por lo tanto, los objetivos de análisis tienden hacer conocer los procedimientos ocurridos durante su proceso de experimentar o técnicas aplicadas, (p. 117). La presente tesis materia de esta investigación se ubica en diseño **experimental**, ya que en el momento de realizar ensayos se procede a manipular las variables donde se logra observar resultados nuevos.

Según la definición sobre el **enfoque de la investigación**, Hernández (2019) Indica que el enfoque cuantitativo es empleado en la recolección de datos y seguidamente elaborar el análisis de la medición de la hipótesis, así para poder guiar con el contexto, la situación, los recursos de que dispone, se debe verificar de las hipótesis según la medición numérica y procesos estadísticos. (p. 4).

**El tipo de investigación**, Según (Tamayo 2003), en las situaciones y características determinadas la investigación en dificultades es de estudio y aplicación. Por lo tanto, esta representación de investigación se planea a su aplicación inmediata y no al proceso de teorías (p. 43). Por tal motivo la presente investigación es de tipo **aplicada**, puesto que aplicara métodos y procedimientos de manipulación de la variable de tal forma que los resultados obtenidos sean esperados y posteriormente son analizados según los objetivos.

El nivel de investigación **explicativo**, según Escudero y Cortez (2018) Da a conocer las causas y su origen, las causales buscaron de los problemas que se analizan siendo estas interpretadas a la realidad, indicando el porqué de la situación, para poder desarrollar los conocimientos de la investigación exploratoria y descriptiva (p. 22). Por tal motivo podemos afirmar que la presente investigación trata de explicar el objetivo o fenómeno de estudio, ya que responderá como influye en la resistencia de concreto reutilizando material reciclado.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

Según, Hernández y Baptista (2014), señala como construcciones hipotéticas que pueden ser observables o medibles y que a medida se desarrolla lograr resultados

importantes en la investigación científica, el cual da como resultado una o varias hipótesis.

Entonces las variables que serán analizadas en la presente tesis de investigación, son las que definiremos a continuación:

**Variable Independiente (X):**

X1= Material reciclado

**Variable Dependiente (Y):**

Y1= Propiedades físicas

Y2= Propiedades mecánicas

**Definición Conceptual:**

**X1= Material reciclado:** Según (Vidau, Castaño 2013) El concreto reciclado, es el que está compuesto por agregados de materiales que son reciclados, siendo la sustitución de estos agregados parcial o total. La obtención de estos agregados se puede dar por mediante los procesos de triturado o chancado posteriormente tamizado.

**Y1= Propiedades físicas:** (Norma Técnica Peruana 399.604) la norma técnica peruana establece el procedimiento para el muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto para obtener dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad) y contenido de humedad. (inacal,2015)

**Y2= Propiedades mecánicas:** (Abanto,2014) El ensayo de resistencia a la compresión en concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por muestra e elemento, seguidamente antes de fallar por compresión, agrietamiento y rotura.

**Definición Operacional**

La incorporación de material reciclado mejorara sustancialmente la resistencia a compresión de bloques de concreto para muros portante.

Los bloques de concreto adicionando material reciclado mejoraran las propiedades físicas.



Los bloques de concreto adicionando material reciclado mejoraran las propiedades mecánicas.

Indicadores

Para la variable independiente (material reciclado) se ha considerado las siguientes dimensiones:

Para la dimensión propiedades físicas:

- Análisis granulométrico
- Contenido de humedad
- Peso unitario compactado y suelto
- Peso específico
- % de absorción

Para la dimensión dosificación:

- 25 % de sustitución
- 50 % de sustitución
- 100 % de sustitución

Para la variable dependiente (propiedades físicas) se ha considerado las siguientes dimensiones:

- Para la dimensión medición: Variación dimensional.
- Para la dimensión absorción: % de absorción
- Para la dimensión densidad: Peso unitario

Para la variable dependiente (propiedades mecánicas) se ha considerado las siguientes dimensiones:

Para la dimensión esfuerzo a la compresión: Resistencia a la compresión

**Escala de medición:**

Para la variable independiente (material reciclado) se ha considerado la escala de medición la “razón” en los indicadores:

- Análisis granulométrico
- Peso unitario suelto

- Peso específico
- % de absorción
- 25 % de sustitución
- 50 % de sustitución
- 100 % de sustitución

Para la variable dependiente (propiedades físicas) se ha considerado la escala de medición la “indicadores” en los indicadores:

- Variación dimensional
- % de absorción
- Peso unitario.

Para la variable dependiente (propiedades mecánicas) se ha considerado la escala de medición la “razón” en los indicadores: Resistencia a la compresión.

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

#### **3.3.1. Población**

El tamaño de la población está conformado por todos los bloques de concretos fabricados con material reciclado en la ciudad de cusco.

Según (Arias 2012), es un conjunto de elementos con características comunes y está fijada por el problema y objetivo de la investigación.

En la presente investigación se realizará con una población finita con 36 muestras (bloques de concreto), con la sustitución en proporciones de peso que varían en porcentajes de: 25%, 50% y 100% de material reciclado.

#### **3.3.2. Muestra**

El autor Ñaupas (2014) menciona que es subconjunto o parte de la población seleccionando por varios métodos y que muestra a la población según las características del objeto del universo.

En la presente investigación está desarrollada por la fabricación de 36 muestras (bloques de concreto) convencional se procedió a realizar 4 diseños de mezclas de concreto en diferentes dosificaciones con material reciclado; 25%, 50% y 100% y una dosificación para el bloque de concreto como muestra patrón.

Para mejor comprensión de la presente investigación se detalla un cuadro resumen (tabla 2), indicando la cantidad de bloques de concreto a ensayar (NTP 399.604).

**Tabla 2. Muestra para la elaboración de bloques de concreto**

<b>MUESTRA PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES</b>				
<b>MUESTRA</b>	<b>Edad del bloque concreto</b>			<b>Total, de bloques</b>
	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	
	N° mínimo NTP 399.604			
Patrón	3	3	3	36 bloques de concreto para muros portantes.
25%	3	3	3	
50%	3	3	3	
100%	3	3	3	
Cantidad de bloques a ensayar			<b>36</b>	

### 3.3.3. Muestreo

El autor Canales (2008), señala que al realizar un muestreo no necesariamente debe continuar con el proceso aleatorio, por lo que no tiene las características de los otros tampoco se consideran que las muestras sean representativas de una población. Se determina porque el investigador prefiere dar algunos criterios para su identificación de su muestra, para sus fines de la investigación que le interesa realizar.

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

#### Técnica de recolección de datos

La técnica que se usara en la investigación es la observación a través de la recolección de datos.

Instrumentos de recolección de datos:

- Formatos y/o fichas de recolección para cada ensayo.
- Equipos e instrumentos de ingeniería utilizados para evaluar las unidades de estudio.
- Mezcladora de concreto
- Balanza
- Moldes metálicos.
- Cono de Abrams.

- Mesa vibradora.
- Flexómetro, vernier.

### **3.5. Procedimientos:**

#### **Paso 1:** Reciclaje de material

Para el proceso de reciclaje del material se realizó mediante el acopio escombros, en seguida procedió a recoger y transportar el material seleccionado a un espacio de almacenamiento donde se seleccionó de los residuos de concreto libre de impurezas.

#### **Paso 2:** Trituración o chancado de material de reciclado

Los residuos de concreto reciclado son triturados o chancados manualmente hasta alcanzar un tamaño convencional, posteriormente se procedió a tamizar con la malla 1/2" (12.5mm) obteniendo un tamaño promedio de 3/8" (9.5mm) de material reciclado, ya que el molde tiene un espacio mínimo entre las caras laterales 200 mm por la cual la mezcla al momento de moldear o colocar la mezcla de concreto en el bloque no se obstruya.

#### **Paso 3:** Aplicación de ensayos a los agregados

Teniendo el agregado grueso reciclado con un tamaño promedio 3/8" y agregados naturales (agregado fino y grava), para la el diseño de mezclas los agregados fueron de diferentes procedencias:

- Agregado fino (arena): proveniente de la cantera de Combapata
- Agregado grueso (grava): proveniente de la cantera de vicho
- Agregado reciclado (material reciclado): escombros de concreto

se procedió a realizar los siguientes ensayos como son:

- a) Análisis granulométrico: Según el procedimiento mencionado en la NTP 339.185.
- b) Contenido de humedad: Según el procedimiento mencionado en la NTP 400.022 y NTP 400.021 respectivamente.
- c) Peso unitario suelto: Según el procedimiento mencionado en la NTP 400.017.

- d) Pesos unitarios compactado: Según el procedimiento mencionado en la NTP 400.017.
- e) % de absorción: Según el procedimiento mencionado en la NTP 400.021.
- f) Peso específico: Según el procedimiento mencionado en la NTP 400.022.

#### **Paso 4:** Diseño de mezclas

Para el diseño de mezcla se realiza con el método del comité ACI 211.1, siguiendo el procedimiento mencionado en el capítulo II: Marco teórico.

#### **Paso 5:** Elaboración de bloques de concreto

Teniendo los resultados de diseño de mezclas se procede la elaboración de bloques de concreto para muros portantes.

Para la elaboración se siguió los siguientes pasos:

**a. Mezclado de agregados:** Se procede teniendo definido el diseño de mezclas con la ayuda de una mezcladora tipo cilindro se procedió el mezclado de agregados, cemento más agua. El material reciclado se utilizó en la sustitución al agregado natural (grava) en porcentajes de; 25%, 50% y 100%, es decir reemplazó en función a su peso dentro de la mezcla.

**b. Verificación de la consistencia del concreto (cono de abrams):** según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.035) para determinar la consistencia del concreto se verifica mediante el ensayo de cono de abrams se mide su asentamiento de la mezcla de concreto en estado fresco.

**c. Vibración de muestras y Moldeo:** Teniendo preparada la mezcla de concreto se procede la elaboración de bloques de concreto con 04 moldes metálicos la cantidad de mezcla de concreto es colocando sobre la mesa vibradora, seguidamente se somete al concreto a una serie de sacudidas con una frecuencia baja durante un tiempo de 10 a 15 segundos, hasta que la lechada de mezcla empiece a fluir sobre la superficie.

Posteriormente se retiró los moldes metálicos por debajo de la mesa vibradora y los bloques de concreto se desmoldan cuidadosamente sobre una superficie y

seguidamente son transportados a un área para el proceso de secado de bloques de concreto.

**d. Curado de muestras:** Después de haber realizado el proceso de elaboración de los bloques de concreto y haya transcurrido un tiempo de 24 horas después de haber elaborado los bloques de concreto se procede con un tejido de yute al curado, durante tres veces al día.

**Paso 6:** Aplicación de pruebas de ensayo a los bloques de concreto

**a. Variación dimensional:** según la Norma Técnica Peruana (NTP 399.604).

Indica realizar pruebas de medición de dimensiones geométricas (largo, alto, ancho), a los bloques de concreto.

Para realizar el presente ensayo se utilizaron instrumentos de medición como (regla de acero graduada. Así mismo, los espesores de las paredes del bloque de concreto se midieron con el instrumento calibre Vernier y un flexómetro), para cada bloque de concreto se verifico las dimensiones y seguidamente se procedió a registrar.

**b. % Absorción:** Las pruebas se realizó según la Norma Técnica Peruana (NTP 399.604). se determina cuando al momento de sumergir en agua los poros son aturados.

**c. Densidad o peso unitario:** Las pruebas se realizaron en concordancia a lo mencionado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604. se determina entre el peso del bloque de concreto y su volumen.

**d. Resistencia a la compresión:** La prueba de resistencia a la compresión se realizó según la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.

Para realizar la prueba de resistencia a la compresión se realizó las roturas de las 36 muestras, donde la (NTP 399.604) indica tres especímenes por diseño de mezcla a las diferentes edades 7, 14, y 28 sucesivamente, Luego se procede a ensayar los bloques de concreto en la máquina de compresión.

### **3.6. Métodos de Análisis de Datos:**

La investigación se basará en los siguientes procesos:

**a. Recopilación de la información:** En esta parte se procederá la recolección de toda la información necesaria relacionada a la investigación para el avance y análisis de la investigación.

**b. Análisis de la información:** Se realizará el proceso de datos según la información relevante obtenidos de la recopilación de información, que para la presente investigación se empleará lo recomendado en las normas; norma técnica peruana y reglamento nacional de edificaciones (RNE E.070).

**c. Resultados obtenidos:** En esta parte se realizará el reporte de resultados que se obtuvieron para poder comparar con las hipótesis planteadas, seguidamente se exponiendo las conclusiones, recomendaciones, finalmente se pondrá en conocimiento el aporte con la sociedad.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se debe tener en cuenta los siguientes criterios éticos:

Con respecto a la beneficencia, en este proyecto de investigación será en beneficio a la sociedad en aspectos económicos, así mismo reduciendo el impacto ambiental, demostrando que estos residuos de concreto puedan ser aprovechados en la fabricación de bloques de concreto en muros portantes.

Con respecto a la no maleficencia, el desarrollo de esta investigación no afecta a la salud pública y deterioro de la calidad ambiental, ya que el uso del material de residuos de concreto aporta el conocimiento para mejorar la resistencia a la compresión de bloques de concreto.

Con respecto a la verdad, los datos se obtenidos se desarrollaron con las evidencias mediante fotografías, fichas técnicas, libros y así mismo con las autoridades competentes del laboratorio.

Con respecto a la autonomía, los autores demostraron y presentaron sus opiniones e interpretaciones de los datos obtenidos así demostrando la información en el marco teórico.

Con respecto a la justicia, los autores de esta investigación señalaron ser equitativo o justo de esta investigación así mismo se comprometerá a asumir con los datos obtenidos y ser analizado en el procedimiento de la investigación.



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Presentación de resultados

En la presente investigación: “Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021”, en la presente investigación se realizaron el análisis de la elaboración de bloques de concreto para muros portantes de tipo 14 con 02 huecos, con características:

- Dimensiones geométricas: largo = 39 cm, ancho = 14 cm, alto = 19 cm.
- Espesor: Pared lateral = 2cm, Pared de separación = 2cm y base = 2cm
- Resistencia a la compresión (RNE E.070):  $F'b = 50 \text{ kg/cm}^2$  o 2,0 MPa
- Peso aproximado: 12 kg.
- Unidades por metro cuadrado: 12.5

Para su elaboración de bloques de concreto se realizó la sustitución o remplazo con material reciclado al agregado grueso (grava), en tres diferentes porcentajes 25%, 50% y 100%, seguidamente los bloques de concreto se analizaron su comportamiento y su resistencia a las normativas de; Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE E.070) y Norma Técnica Peruana (NTP 399).

## 4.2. Ensayos de las propiedades físicas de los agregados

### 4.2.1. Para agregado reciclado

#### a) Granulometría de agregados reciclado

**Tabla 3.** Se muestra la granulometría de agregado grueso (material reciclado).

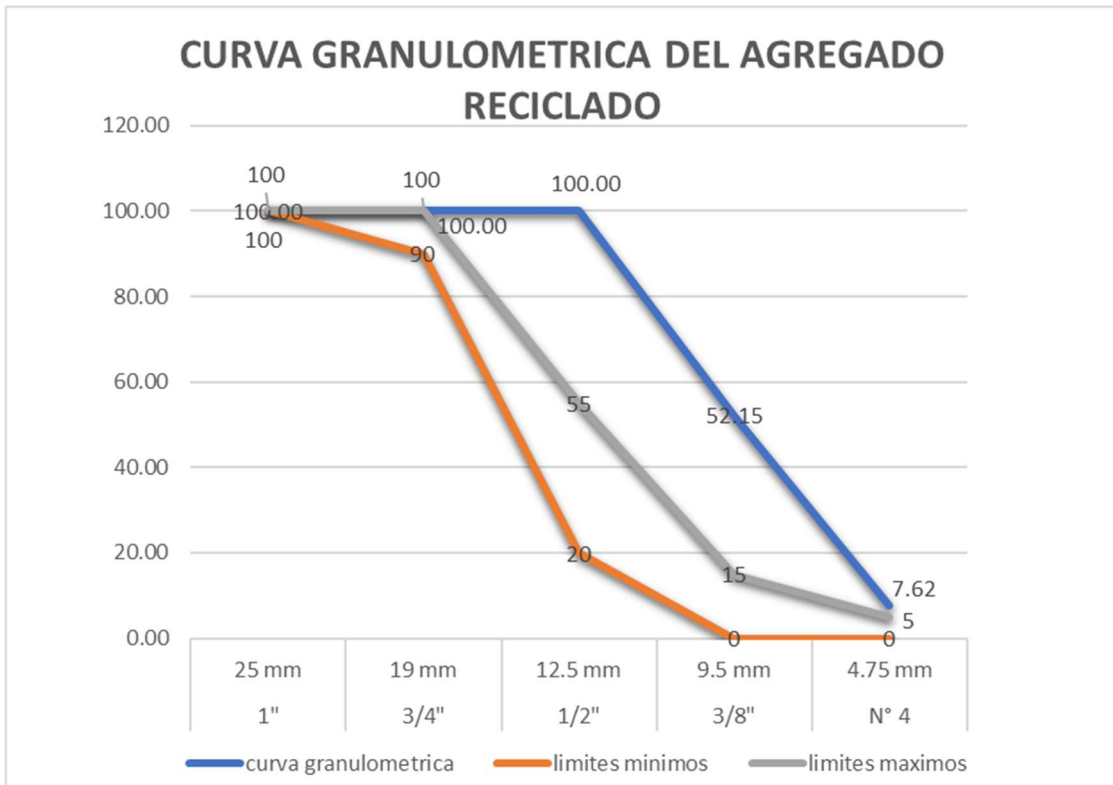
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO (material reciclado)							
MASA INICIAL ES DE 5770.43 GRAMOS							
TAMIZ	TAMAÑO DE TAMIZ EN MILÍMETROS	PESO RETENIDO GRAMOS	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES	
						ASTMC33 Y NTP 400.037	
						MÍNIMO	MÁXIMO
1"	25 mm	0	0.00%	0.00%	100.00%	100	100
3/4"	19 mm	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	90	100
1/2"	12.5 mm	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	20	55
3/8"	9.5 mm	1456.00	47.85%	47.85%	52.15%	0	15
N°4	4.75 mm	1355.00	44.53%	92.38%	7.62%	0	5
	FONDO	232	7.62%	100.00%	0.00%		
	SUMATORIA	3043	100%				

Tamaño máximo del agregado 1"  
 Tamaño máximo nominal 3/8"

**Tabla 4.** Composición de la muestra de agregado grueso (material reciclado)

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO (material reciclado)				
TAMIZ	TAMAÑO DE TAMIZ EN MILÍMETROS	% QUE PASA	LIMITES	
			ASTMC33 Y NTP 400.037	
			MÍNIMO	MÁXIMO
1"	25 mm	100.00	100	100
3/4"	19 mm	100.00	90	100
1/2"	12.5 mm	100.00	20	55
3/8"	9.5 mm	52.15	0	15
N°4	4.75 mm	7.62	0	5

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

#### b) Contenido de Humedad para el agregado grueso (material reciclado)

**Tabla 5.** Se muestra el contenido Humedad de agregado grueso – material reciclado

ENSAYOS REALIZADOS		
numero de capsula	UNO	DOS
peso de capsula (gr)	30.67	30.22
peso de cap. + muestra húmeda (gr.)	124.66	121.46
peso de cap. + muestra seca (gr.)	124.41	121.15
peso del agua (gr.)	2.25	6.31
peso del agregado seco (gr.)	93.74	90.93
peso del agregado húmedo (gr.)	93.99	91.24
contenido de humedad	2.40	6.94
contenido de humedad promedio	<b>4.67</b>	

**c) Peso unitario compactado y suelto**

**Tabla 6.** Se muestra el peso unitario compactado y suelto de los agregados grueso (material reciclado).

<b>PESO UNITARIO PARA EL AGREGADO GRUESO (MATERIAL RECICLADO)</b>			
<b>ENSAYOS REALIZADOS PUC</b>			
numero de ensayo	1	2	3
peso de molde modificado + base (gr)	6521	6519	6531
peso de molde modificado + base + muestra (gr)	9855	9855	9888
peso de la muestra (gr.)	3334	3336	3357
volumen del molde (cm3)	2123.31	2123.31	2123.31
peso unitario compactado (gr/cm3)	1.57	1.57	1.58
peso unitario compactado (kg/m3)	1570.19	1571.13	1581.02
peso unitario compactado promedio (kg/m3)	<b>1574.11</b>		
<b>ENSAYOS REALIZADOS PUS</b>			
numero de ensayo	1	2	3
peso de molde modificado + base (gr)	6511	6517	6521
peso de molde modificado + base + muestra (gr)	9399	9378	9423
peso de la muestra (gr.)	2888	2861	2902
volumen del molde (cm3)	2123.31	2123.31	2123.31
peso unitario suelto (gr/cm3)	1.36	1.35	1.37
peso unitario suelto (kg/m3)	1360.14	1347.42	1366.73
promedio del peso unitario suelto (kg/m3)	<b>1358.10</b>		

Fuente: elaboración propia

**d) Porcentaje de absorción**

**Tabla 7.** Se muestra Porcentaje de absorción del agregado grueso (material reciclado)

<b>ABSORCIÓN PARA EL AGREGADO GRUESO (MATERIAL RECICLADO)</b>	
<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>	
peso de la muestra seca (gr.)	519.88
peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	556.56
peso del agua absorbida	2.68
capacidad de absorción (%)	<b>7.06</b>

Fuente: elaboración propia

#### e) Peso específico

**Tabla 8.** Se muestra el peso específico del agregado grueso (material reciclado)

<b>PESO ESPECIFICO PARA EL AGREGADO GRUESO (MATERIAL RECICLADO)</b>	
<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>	
peso de la muestra seca (gr.)	543.49
peso de la probeta+ agua (gr.)	1345.41
peso del matraz + agua + muestra (gr.)	1700.23
peso de la muestra sumergida (gr.)	354.82
peso del agua desplazada (gr.)	188.67
peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.88</b>

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.2. Para agregado fino

**Tabla 9.** Se muestra la granulometría de agregado fino

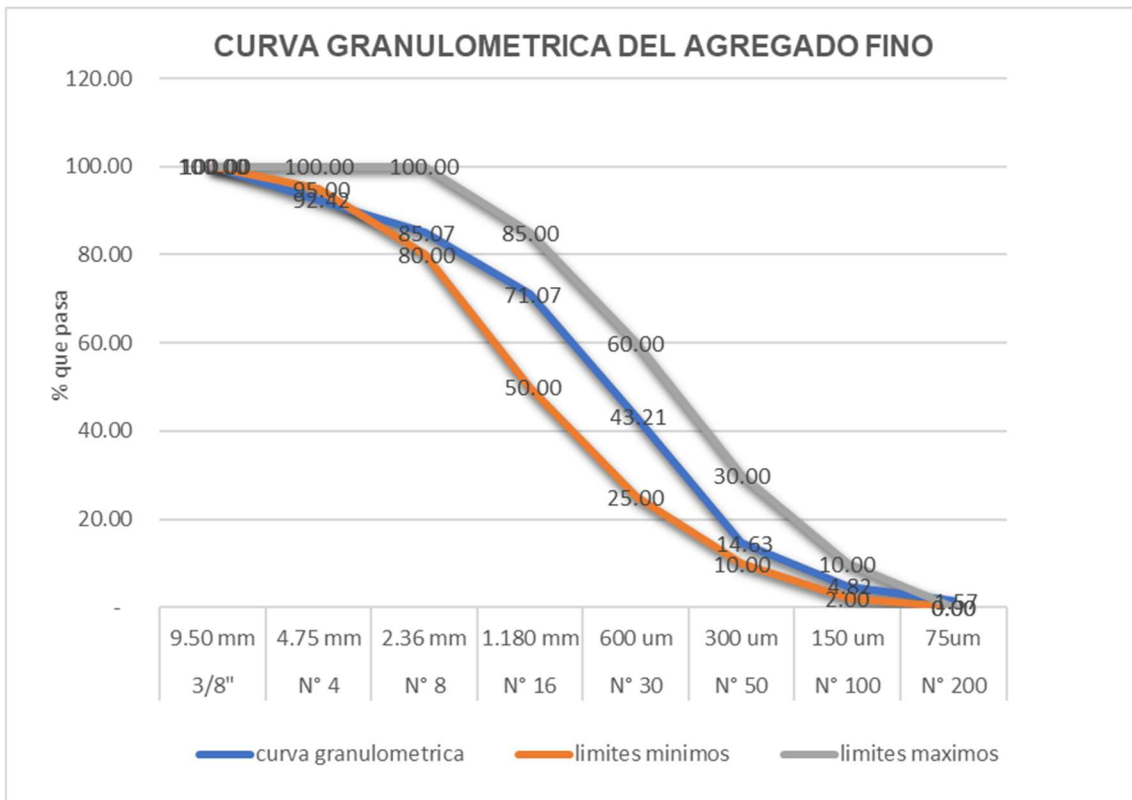
<b>GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL FINO</b>							
MASA INICIAL ES DE 1040.30 GRAMOS							
TAMIZ	TAMAÑO DE TAMIZ EN MILÍMETROS	PESO RETENIDO GRAMOS	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES	
						ASTMC33 Y NTP 400.037	
						MÍNIMO	MÁXIMO
3/8"	9.50 mm	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100	100
N° 4	4.75 mm	78.87	7.58%	7.58%	92.42%	95	100
N° 8	2.36 mm	76.42	7.35%	14.93%	85.07%	80	100
N° 16	1.180 mm	145.67	14.00%	28.93%	71.07%	50	85
N° 30	600 um	289.86	27.86%	56.79%	43.21%	25	60
N° 50	300 um	297.27	28.57%	85.37%	14.63%	10	30
N° 100	150 um	102.13	9.82%	95.18%	4.82%	2	10
N° 200	75um	33.79	3.25%	98.43%	1.57%	-	0
	FONDO	16.32	1.57%	100.00%	0.00%		
	SUMATORIA	1040.30	100%				

Módulo de fineza : 2.89%  
Tamaño máximo nominal : 9.50 mm

Fuente: elaboración propia

**Tabla 10.** Se muestra la composición de la muestra de agregado fino

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO				
TAMIZ	TAMAÑO DE TAMIZ EN MILÍMETROS	% QUE PASA	LIMITES	
			ASTMC33 Y NTP 400.037	
			MÍNIMO	MÁXIMO
3/8"	9.50 mm	100.00	100.00	100.00
N° 4	4.75 mm	92.42	95.00	100.00
N° 8	2.36 mm	85.07	80.00	100.00
N° 16	1.180 mm	71.07	50.00	85.00
N° 30	600 um	43.21	25.00	60.00
N° 50	300 um	14.63	10.00	30.00
N° 100	150 um	4.82	2.00	10.00
N° 200	75um	1.57	0.00	0.00



Fuente: elaboración propia

b) contenido de Humedad para el agregado fino

**Tabla 11.** Se muestra el contenido Humedad de agregado fino

<b>HUMEDAD PARA EL AGREGADO FINO</b>		
numero de capsula	UNO	DOS
peso de capsula (gr)	31.45	30.89
peso de cap. + muestra húmeda (gr.)	102.34	97.43
peso de cap. + muestra seca (gr.)	99.78	95.21
peso del agua (gr.)	2.56	2.22
peso del agregado seco (gr.)	68.33	64.32
peso del agregado húmedo (gr.)	70.89	66.54
contenido de humedad	3.75	3.45
contenido de humedad promedio	<b>3.60</b>	

Fuente: elaboración propia

### c) Peso unitario compactado y suelto

**Tabla 12.** Se muestra el peso unitario compactado y suelto de los agregados fino

<b>PESO UNITARIO PARA EL AGREGADO FINO</b>			
<b>ENSAYOS REALIZADOS PUC</b>			
Numero de ensayo	UNO	DOS	TRES
peso de molde stanadr + base (gr)	4265	4265	4265
peso de molde stanadr + base + muestra (gr)	5950	5960	5981
peso de la muestra (gr.)	1685	1695	1716
volumen del molde (cm3)	943.96	943.96	943.96
peso unitario compactado (gr/cm3)	1.79	1.80	1.82
peso unitario compactado (kg/m3)	1785.03	1795.63	1817.87
promedio peso unitario compactado (kg/m3)	<b>1799.51</b>		
<b>ENSAYOS REALIZADOS PUS</b>			
numero de ensayo	UNO	DOS	TRES
peso de molde stanadr + base (gr)	4265	4265	4265
peso de molde stanadr + base + muestra (gr)	5724	5735	5744
peso de la muestra (gr.)	1459	1470	1479
volumen del molde (cm3)	943.96	943.96	943.96
peso unitario suelto (gr/cm3)	1.55	1.56	1.57
peso unitario suelto (kg/m3)	1545.62	1557.27	1566.80
promedio del peso unitario suelto (kg/m3)	<b>1556.56</b>		

Fuente: elaboración propia

#### d) Porcentaje de absorción

**Tabla 13.** Se muestra el porcentaje de absorción del agregado fino

ABSORCIÓN PARA EL AGREGADO FINO	
ENSAYOS REALIZADOS	
peso de la muestra seca (gr.)	308.46
peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	311.97
peso del agua absorbida	3.51
capacidad de absorción	<b>1.14</b>

Fuente: elaboración propia

#### e) Peso específico

**Tabla 14.** Se muestra el peso específico del agregado fino

PESO ESPECIFICO PARA EL AGREGADO FINO	
ENSAYOS REALIZADOS	
peso de la muestra seca (gr.)	285.28
peso del matraz + agua (gr.)	647.83
peso del matraz + agua + muestra (gr.)	825.4
peso de la muestra sumergida (gr.)	177.57
peso del agua desplazada (gr.)	107.71
peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.65</b>

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.3. Para agregado grueso

**Tabla 15.** Se muestra la granulometría de agregado grueso

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO							
MASA INICIAL ES DE 5770.43 GRAMOS							
TAMIZ	TAMAÑO DE TAMIZ EN MILÍMETROS	PESO RETENIDO GRAMOS	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES	
						ASTMC33 400.037	Y NTP
						MÍNIMO	MÁXIMO
1"	25 mm	0	0.00%	0.00%	100.00%	100	100
3/4"	19 mm	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	90	100
1/2"	12.5 mm	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	20	55
3/8"	9.5 mm	1622.68	47.23%	47.23%	52.77%	0	15
N°4	4.75 mm	1801.02	52.42%	99.65%	0.35%	0	5
	FONDO	12.04	0.35%	100.00%	0.00%		
	SUMATORIA	3435.735	100%				

Tamaño máximo del agregado

1"

Tamaño máximo nominal

3/8"

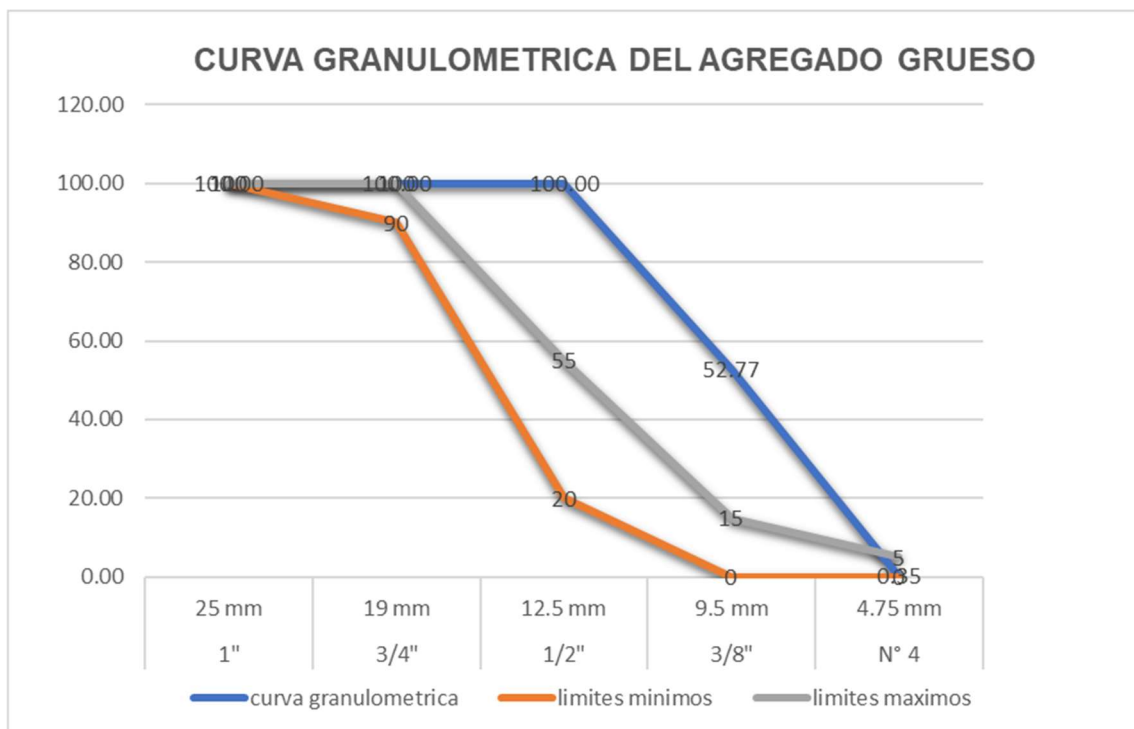
Fuente: elaboración propia



**Tabla 16. Composición de la muestra de agregado grueso**

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO				
TAMIZ	TAMAÑO DE TAMIZ EN MILÍMETROS	% QUE PASA	LIMITES	
			ASTMC33 Y NTP 400.037	
			MÍNIMO	MÁXIMO
1"	25 mm	100.00	100	100
3/4"	19 mm	100.00	90	100
1/2"	12.5 mm	100.00	20	55
3/8"	9.5 mm	52.77	0	15
N° 4	4.75 mm	0.35	0	5

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

## b) contenido de Humedad para el agregado grueso

Tabla 17. Se muestra el contenido Humedad de agregado grueso

<b>HUMEDAD PARA EL AGREGADO GRUESO</b>		
<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>		
numero de capsula	UNO	DOS
peso de capsula (gr)	31.9	30.23
peso de cap. + muestra húmeda (gr.)	126.56	119.46
peso de cap. + muestra seca (gr.)	126.27	119.21
peso del agua (gr.)	0.29	0.25
peso del agregado seco (gr.)	94.37	88.98
peso del agregado húmedo (gr.)	94.66	89.23
contenido de humedad	0.31	0.28
contenido de humedad promedio	<b>0.294</b>	

Fuente: elaboración propia

## c) Peso unitario compactado y suelto

Tabla 18. Se muestra el peso unitario compactado y suelto de los agregados grueso

<b>PESO UNITARIO PARA EL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>ENSAYOS REALIZADOS PUC</b>			
numero de ensayo	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
peso de molde modificado + base (gr)	6525	6525	6525
peso de molde modificado + base + muestra (gr)	9877	9864	9899
peso de la muestra (gr.)	3352	3339	3374
volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2123.31	2123.31	2123.31
peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.57	1.59
peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1578.67	1572.54	1589.03
peso unitario compactado promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1580.08		
<b>ENSAYOS REALIZADOS PUS</b>			
numero de ensayo	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
peso de molde modificado + base (gr)	6525	6525	6525
peso de molde modificado + base + muestra (gr)	9380	9394	9409
peso de la muestra (gr.)	2855	2869	2884
volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2123.31	2123.31	2123.31
peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.34	1.35	1.36
peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1344.60	1351.19	1358.26
promedio del peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1351.35</b>		

Fuente: elaboración propia

#### d) Porcentaje de absorción

**Tabla 19.** Se muestra el porcentaje de absorción del agregado grueso

<b>ABSORCIÓN PARA EL AGREGADO GRUESO</b>	
ENSAYOS REALIZADOS	
peso de la muestra seca (gr.)	523.42
peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	526.58
peso del agua absorbida	3.16
capacidad de absorción	<b>0.60</b>

Fuente: elaboración propia

#### e) Peso específico

**Tabla 20.** Se muestra el peso específico del agregado grueso

<b>PESO ESPECÍFICO PARA EL AGREGADO GRUESO</b>	
ENSAYOS REALIZADOS	
peso de la muestra seca (gr.)	561.49
peso de la probeta+ agua (gr.)	1352.41
peso del matraz + agua + muestra (gr.)	1706.19
peso de la muestra sumergida (gr.)	353.78
peso del agua desplazada (gr.)	207.71
peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.70</b>

Fuente: elaboración propia

### 4.3. Dosificación del bloque de concreto

Diseño de mezcla, para la elaboración de los bloques de concreto (Método A.C.I.)

**Tabla 21.** Se muestra el diseño de mezcla:

Con agua + cemento + Ag. Fino y Ag. Grueso (natural)

Con agua + cemento + Ag. Fino y Ag. Grueso (sustitución 25% al agregado grueso)

Con agua + cemento + Ag. Fino y Ag. Grueso (sustitución 50% al agregado grueso)

Con agua + cemento + Ag. Fino y Ag. Grueso (sustitución 100% al agregado grueso)

<b>DOSIFICACIÓN PARA BLOQUE DE CONCRETO - PATRÓN</b>						
Dosificación en peso resultante por (m3)	<b>Agua</b>	<b>Cemento</b>	<b>Agregado Fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>	<b>Agregado (Material Reciclado)</b>	<b>Agregado (Material Reciclado)</b>
	(Lt)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(%)
	194.26	396.00 9.32 (bol)	612.22	1109.26	0.00	0.00
Dosificación en Proporción	<b>Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso: Agua</b>				<b>Agregado (Material Reciclado)</b>	
	1	1.3	3.1	0.7	0.0	
<b>DOSIFICACIÓN PARA BLOQUE DE CONCRETO - CON 25% SUSTITUCIÓN</b>						
Dosificación en peso resultante por (m3)	<b>Agua</b>	<b>Cemento</b>	<b>Agregado Fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>	<b>Agregado (Material Reciclado)</b>	<b>Agregado (Material Reciclado)</b>
	(Lt)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(%)
	194.26	396.00 9.32 (bol)	612.22	831.95	277.32	25
Dosificación en Proporción	<b>Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso: Agua</b>				<b>Agregado (Material Reciclado)</b>	
	1	1.3	0.78	0.7	0.23	
<b>DOSIFICACIÓN PARA BLOQUE DE CONCRETO - CON 50% SUSTITUCIÓN</b>						
Dosificación en peso resultante por (m3)	<b>Agua</b>	<b>Cemento</b>	<b>Agregado Fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>	<b>Agregado (Material Reciclado)</b>	<b>Agregado (Material Reciclado)</b>
	(Lt)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(%)
	194.26	396.00 9.32 (bol)	612.22	554.63	554.63	50
Dosificación en Proporción	<b>Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso: Agua</b>				<b>Agregado (Material Reciclado)</b>	
	1	1.3	1.55	0.7	0.4	
<b>DOSIFICACIÓN PARA BLOQUE DE CONCRETO - CON 100% SUSTITUCIÓN</b>						
Dosificación en peso resultante por (m3)	<b>Agua</b>	<b>Cemento</b>	<b>Agregado Fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>	<b>Agregado (Material Reciclado)</b>	<b>Agregado Grueso</b>
	(Lt)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(%)
	194.26	396.00 9.32 (bol)	612.22	0.00	1109.26	100
Dosificación en Proporción	<b>Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso: Agua</b>				<b>Agregado (Material Reciclado)</b>	
	1	1.3	0.0	0.7	3.1	

Fuente: elaboración propia

#### 4.4. Ensayo de consistencia del concreto

Este ensayo se realiza para que la mezcla de concreto tenga la homogeneidad, mediante el cono de Abrams se verifica su asentamiento. Para su elaboración se recomienda una consistencia seca que varía entre 0 a 2 centímetros.

**Tabla 22. Ensayo de asentamiento**

<b>ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO</b>			
<b>MUESTRAS BLOQUE DE CONCRETO (Muros portantes)</b>	<b>Según la Norma (NTP 339.035)</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>	<b>Cumple</b>
PATRÓN	(0 a 2) cm.	1.8	Si
Con 25% de sust.		1.6	Si
Con 50% de sust.		1.6	Si
Con 100% de sust.		1.5	Si

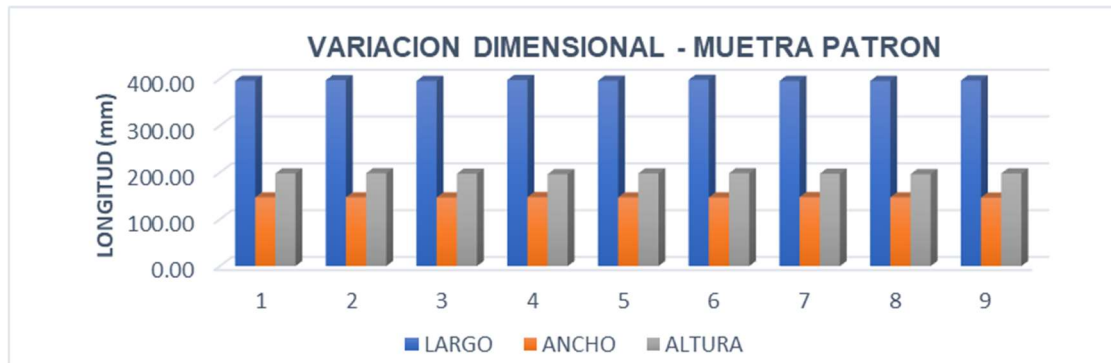
#### **4.5. Ensayo de variación dimensional**

La variación dimensional de bloques de concreto de Tipo 14 de dimensiones; largo, ancho y altura (390x140x190) mm, establecido según la Norma Técnica Peruana (NTP 399.602) para muros portantes

Tabla 23. Se observa en el cuadro los ensayos de la muestra patrón.

VARIACIÓN DIMENSIONAL - MUESTRAS PATRÓN															
N°	Espécimen	LARGO (mm)				ANCHO (mm)				ALTURA (mm)					
		L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom		
1	BL-01	396.03	396.07	396.01	<b>396.04</b>	148.15	145.07	147.15	<b>146.79</b>	197.39	197.33	199.41	<b>198.04</b>		
2	BL-02	398.07	398.11	395.11	<b>397.10</b>	148.03	145.40	147.09	<b>146.84</b>	198.26	198.32	198.26	<b>198.28</b>		
3	BL-03	395.01	396.03	396.07	<b>395.70</b>	146.04	147.09	146.90	<b>146.68</b>	199.33	195.41	197.29	<b>197.34</b>		
4	BL-04	397.32	397.03	398.11	<b>397.49</b>	148.11	148.11	145.85	<b>147.36</b>	196.52	196.29	196.33	<b>196.38</b>		
5	BL-05	396.03	396.07	396.01	<b>396.04</b>	146.03	146.40	148.09	<b>146.84</b>	197.39	197.33	199.41	<b>198.04</b>		
6	BL-06	398.07	398.11	398.11	<b>398.10</b>	146.04	147.09	146.90	<b>146.68</b>	198.26	198.32	198.26	<b>198.28</b>		
7	BL-07	395.01	396.03	396.07	<b>395.70</b>	148.11	148.11	145.85	<b>147.36</b>	199.33	195.41	197.29	<b>197.34</b>		
8	BL-08	395.01	396.03	396.07	<b>395.70</b>	146.03	146.40	148.09	<b>146.84</b>	196.52	196.29	196.33	<b>196.38</b>		
9	BL-09	394.32	397.03	398.11	<b>396.49</b>	147.15	145.00	147.09	<b>146.41</b>	197.39	197.33	199.41	<b>198.04</b>		
<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>					<b>396.48</b>	<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>				<b>146.87</b>	<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>				<b>197.57</b>
<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>					<b>390.00</b>	<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>				<b>140.00</b>	<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>				<b>190.00</b>
<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>					<b>1.02</b>	<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>				<b>1.05</b>	<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>				<b>1.04</b>

Figura 1. se observa en el diagrama de barras la variación dimensional.

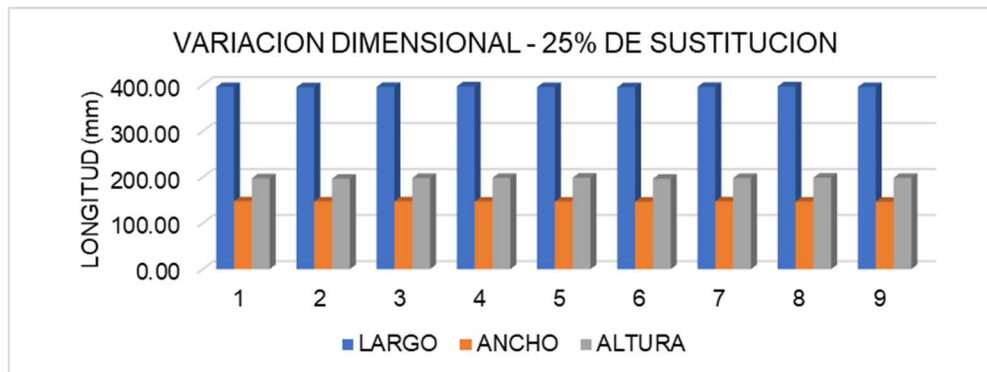


Fuente: elaboración propia

Tabla 24. se observa en el cuadro los ensayos de la muestra con 25% de sustitución.

VARIACIÓN DIMENSIONAL CON 25% DE SUSTITUCIÓN															
N°	Espécimen	LARGO (mm)				ANCHO (mm)				ALTURA (mm)					
		L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom		
1	BLQ-01	395.01	396.03	396.07	<b>395.70</b>	147.03	147.40	148.09	<b>147.51</b>	199.33	195.41	197.29	<b>197.34</b>		
2	BLQ-02	394.32	393.03	398.11	<b>395.15</b>	148.15	145.00	148.09	<b>147.08</b>	196.52	196.79	196.33	<b>196.55</b>		
3	BLQ-03	396.03	396.07	396.01	<b>396.04</b>	147.24	147.09	148.15	<b>147.49</b>	197.39	197.33	199.41	<b>198.04</b>		
4	BLQ-04	398.07	398.11	395.11	<b>397.10</b>	148.15	145.07	147.15	<b>146.79</b>	198.26	198.32	198.26	<b>198.28</b>		
5	BLQ-05	395.01	396.03	396.07	<b>395.70</b>	148.03	145.40	147.09	<b>146.84</b>	199.33	199.41	197.29	<b>198.68</b>		
6	BLQ-06	394.32	393.03	398.11	<b>395.15</b>	146.04	147.09	146.90	<b>146.68</b>	196.52	196.29	196.33	<b>196.38</b>		
7	BLQ-07	396.03	396.07	396.01	<b>396.04</b>	148.11	148.11	145.85	<b>147.36</b>	197.39	197.33	199.41	<b>198.04</b>		
8	BLQ-08	398.07	398.11	395.11	<b>397.10</b>	146.03	146.40	148.09	<b>146.84</b>	199.39	197.33	199.41	<b>198.71</b>		
9	BLQ-09	395.01	396.03	396.07	<b>395.70</b>	147.15	145.00	147.09	<b>146.41</b>	198.26	198.32	198.26	<b>198.28</b>		
<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>					<b>395.96</b>	<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>				<b>147.00</b>	<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>				<b>195.81</b>
<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>					<b>390.00</b>	<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>				<b>140.00</b>	<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>				<b>190.00</b>
<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>					<b>1.02</b>	<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>				<b>1.05</b>	<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>				<b>1.03</b>

Figura 2. se observa en el diagrama de barras la variación dimensional.

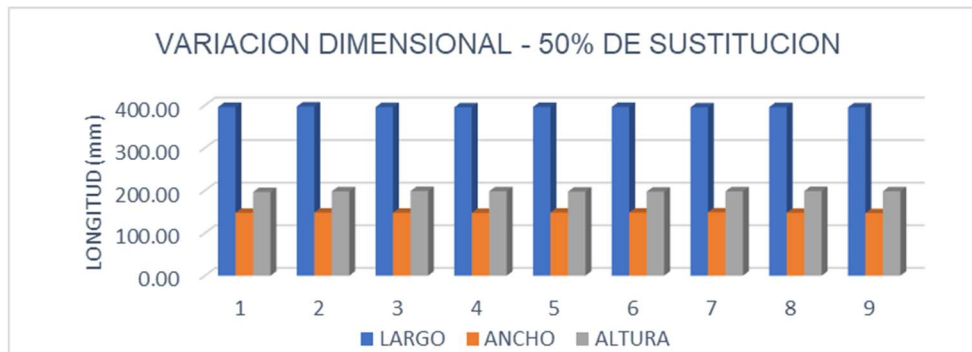


Fuente: elaboración propia

Tabla 25. se observa en el cuadro los ensayos de la muestra con 50% de sustitución.

VARIACIÓN DIMENSIONAL CON 50% DE SUSTITUCIÓN															
N°	Espécimen	LARGO (mm)				ANCHO (mm)				ALTURA (mm)					
		L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom		
1	BLQ-01	396.03	396.07	396.01	<b>396.04</b>	147.03	147.40	148.09	<b>147.51</b>	196.52	196.29	196.33	<b>196.38</b>		
2	BLQ-02	398.07	398.11	395.11	<b>397.10</b>	148.15	148.00	148.09	<b>148.08</b>	197.39	197.33	199.41	<b>198.04</b>		
3	BLQ-03	395.01	396.03	396.07	<b>395.70</b>	146.04	147.09	149.90	<b>147.68</b>	199.39	197.33	199.41	<b>198.71</b>		
4	BLQ-04	394.32	393.03	398.11	<b>395.15</b>	148.11	148.11	145.85	<b>147.36</b>	198.26	198.32	198.26	<b>198.28</b>		
5	BLQ-05	396.03	396.07	396.01	<b>396.04</b>	147.24	149.09	148.15	<b>148.16</b>	199.33	195.41	197.29	<b>197.34</b>		
6	BLQ-06	396.03	396.07	396.01	<b>396.04</b>	148.15	149.07	147.15	<b>148.12</b>	196.52	199.29	196.33	<b>197.38</b>		
7	BLQ-07	398.07	392.11	395.11	<b>395.10</b>	148.11	148.11	149.85	<b>148.69</b>	197.39	197.33	199.41	<b>198.04</b>		
8	BLQ-08	395.01	396.03	396.07	<b>395.70</b>	147.24	147.09	148.15	<b>147.49</b>	199.39	197.33	199.41	<b>198.71</b>		
9	BLQ-09	394.32	393.03	398.11	<b>395.15</b>	148.15	145.07	147.15	<b>146.79</b>	198.26	198.32	198.26	<b>198.28</b>		
<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>					<b>395.78</b>	<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>					<b>147.76</b>	<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>			<b>197.91</b>
<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>					<b>390.00</b>	<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>					<b>140.00</b>	<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>			<b>190.00</b>
<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>					<b>1.01</b>	<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>					<b>1.06</b>	<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>			<b>1.04</b>

Figura 3. se observa en el diagrama de barras la variación dimensional.



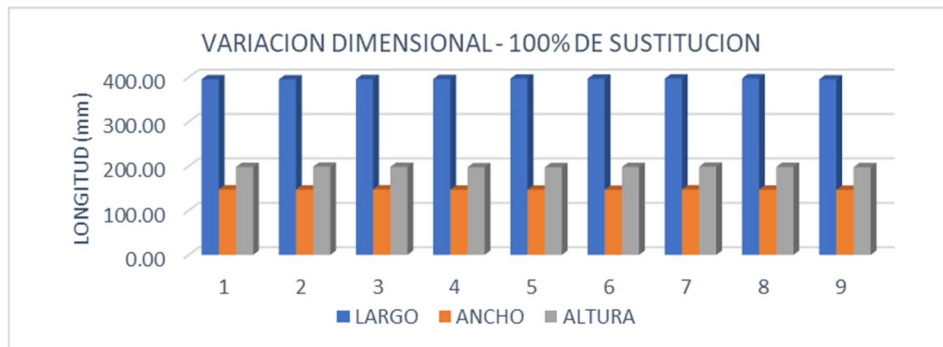
Fuente: elaboración propia



Tabla 26. se observa en el cuadro los ensayos de la muestra con 100% de sustitución.

VARIACIÓN DIMENSIONAL CON 100% DE SUSTITUCIÓN															
N°	Espécimen	LARGO (mm)				ANCHO (mm)				ALTURA (mm)					
		L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom		
1	BLQ-01	395.01	396.03	396.07	<b>395.70</b>	147.03	147.40	148.09	<b>147.51</b>	197.39	197.33	199.41	<b>198.04</b>		
2	BLQ-02	394.32	393.03	398.11	<b>395.15</b>	148.15	145.00	148.09	<b>147.08</b>	199.39	197.33	199.41	<b>198.71</b>		
3	BLQ-03	396.03	396.07	396.01	<b>396.04</b>	147.24	147.09	148.15	<b>147.49</b>	198.26	198.32	198.26	<b>198.28</b>		
4	BLQ-04	396.03	396.07	396.01	<b>396.04</b>	148.15	145.07	147.15	<b>146.79</b>	199.33	195.41	197.29	<b>197.34</b>		
5	BLQ-05	398.07	398.11	395.11	<b>397.10</b>	148.03	145.40	147.09	<b>146.84</b>	196.52	199.29	196.33	<b>197.38</b>		
6	BLQ-06	399.01	396.03	396.07	<b>397.04</b>	146.04	147.09	146.90	<b>146.68</b>	197.39	197.33	199.41	<b>198.04</b>		
7	BLQ-07	394.32	399.03	398.11	<b>397.15</b>	148.11	148.11	145.85	<b>147.36</b>	199.39	197.33	199.41	<b>198.71</b>		
8	BLQ-08	397.15	396.18	399.13	<b>397.49</b>	146.03	146.40	148.09	<b>146.84</b>	198.26	198.32	198.26	<b>198.28</b>		
9	BLQ-09	394.32	393.03	398.11	<b>395.15</b>	147.15	145.00	147.09	<b>146.41</b>	196.52	199.29	196.33	<b>197.38</b>		
<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>					<b>396.32</b>	<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>				<b>147.00</b>	<b>LARGO PROMEDIO (mm)</b>				<b>199.02</b>
<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>					<b>390.00</b>	<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>				<b>140.00</b>	<b>LARGO SEGÚN NTP (mm)</b>				<b>190.00</b>
<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>					<b>1.02</b>	<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>				<b>1.05</b>	<b>VAR. DIMENSIONAL (%)</b>				<b>1.05</b>

Figura 4. se observa en el diagrama de barras la variación dimensional



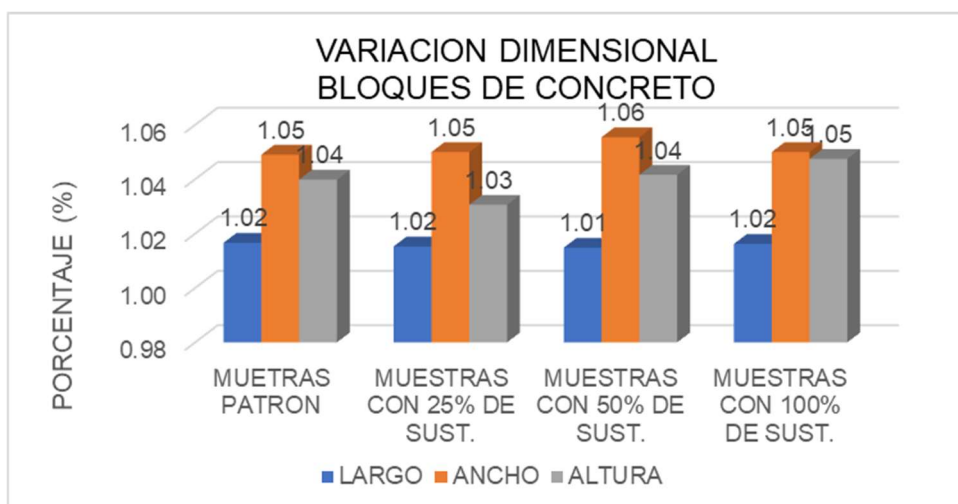
Fuente: elaboración propia

**Figura 5.** ensayo de variación dimensional de bloques de concreto.

PROMEDIO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)				
BLOQUES DE CONCRETO	NTP 399.601, ±3% (Diferir)			
	LARGO	ANCHO	ALTURA	ACEPTACIÓN
Muestras patrón	1.02	1.05	1.04	Si
Muestras con 25% de sust.	1.02	1.05	1.03	Si
Muestras con 50% de sust.	1.01	1.06	1.04	Si
Muestras con 100% de sust.	1.02	1.05	1.05	Si

A continuación de la figura 7 se presenta: cuadro de barras donde se muestra la variación dimensión en comparación a la muestra patrón.

**Figura 6.** cuadro de barras donde se muestra la variación dimensión en comparación a la muestra patrón.



Fuente: elaboración propia

#### 4.6. Ensayo de absorción

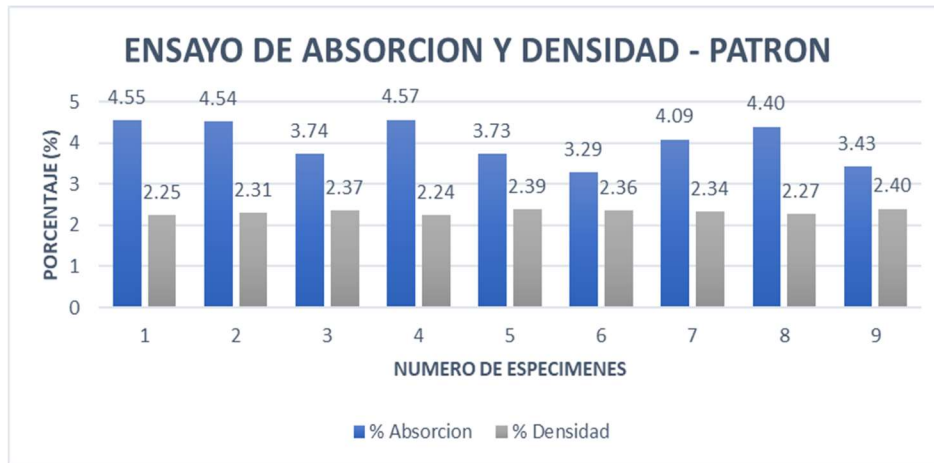
Se muestran cuadro de los ensayos realizados de los bloques elaborados con material reciclado con bloques establecidos según la Norma Técnica Peruana (NTP 399.613), para muros portantes. A continuación, se muestran la fórmula para determinar el cálculo de absorción.

$$\text{Absorción, (\%)} = [(W_s - W_d)/W_d] \times 100$$

Figura 7. se aprecia el ensayo de la absorción de las muestras patrón.

ENSAYO DE LA ABSORCIÓN DE LAS MUESTRAS PATRÓN									
N°	Espécimen	Peso Saturado Ws (kg)	Peso Seco Wd (kg)	Peso Sumergido Wi (kg)	Absorción (kg/m3)	Absorción (%)	Peso unitario "Densidad" (kg/m3)	Peso unitario "Densidad" (%)	
1	BLQ-01	12.63	12.08	7.26	102.52	4.55	2250.70	2.25	
2	BLQ-02	12.67	12.12	7.42	104.70	4.54	2307.82	2.31	
3	BLQ-03	12.55	12.10	7.44	88.45	3.74	2367.51	2.37	
4	BLQ-04	12.77	12.21	7.32	102.48	4.57	2241.87	2.24	
5	BLQ-05	12.57	12.11	7.49	89.05	3.73	2386.52	2.39	
6	BLQ-06	12.61	12.21	7.43	77.56	3.29	2355.97	2.36	
7	BLQ-07	12.67	12.18	7.46	95.53	4.09	2335.51	2.34	
8	BLQ-08	12.72	12.18	7.35	99.91	4.40	2270.08	2.27	
9	BLQ-09	12.51	12.10	7.48	82.46	3.43	2403.74	2.40	
<b>Promedio de Absorción (%)</b>						<b>93.63</b>	<b>4.04</b>	<b>2324.41</b>	<b>2.32</b>

Figura 8. variación de % absorción y % de peso unitario (densidad) a la muestra patrón.

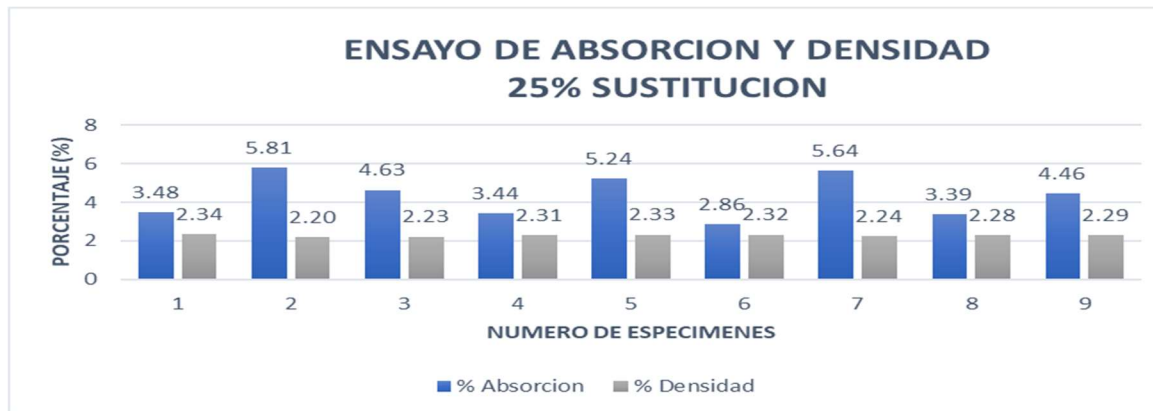


Fuente: elaboración propia

Tabla 27. se aprecia el ensayo de la absorción de las muestras con 25% de sustitución.

ENSAYO DE LA ABSORCIÓN DE LAS MUESTRAS CON 25% DE SUSTITUCIÓN									
N°	Espécimen	Peso Saturado Ws (kg)	Peso Seco Wd (kg)	Peso Sumergido Wi (kg)	Absorción (kg/m3)	Absorción (%)	Peso unitario "Densidad" (kg/m3)	Peso unitario "Densidad" (%)	
1	BLQ-01	12.76	12.33	7.48	81.31	3.48	2336.43	2.34	
2	BLQ-02	12.87	12.16	7.33	127.51	5.81	2196.32	2.20	
3	BLQ-03	12.76	12.20	7.28	103.08	4.63	2225.14	2.23	
4	BLQ-04	12.58	12.16	7.32	79.45	3.44	2311.92	2.31	
5	BLQ-05	12.84	12.20	7.59	121.83	5.24	2325.26	2.33	
6	BLQ-06	12.79	12.43	7.43	66.46	2.86	2320.52	2.32	
7	BLQ-07	12.76	12.08	7.37	126.35	5.64	2241.00	2.24	
8	BLQ-08	12.77	12.35	7.35	77.19	3.39	2280.15	2.28	
9	BLQ-09	12.85	12.30	7.47	101.99	4.46	2285.71	2.29	
<b>Promedio de Absorción (%)</b>						<b>98.35</b>	<b>4.33</b>	<b>2280.27</b>	<b>2.28</b>

Figura 9. la variación de % absorción y % de peso unitario (densidad) a la muestra con 25% de sustitución.

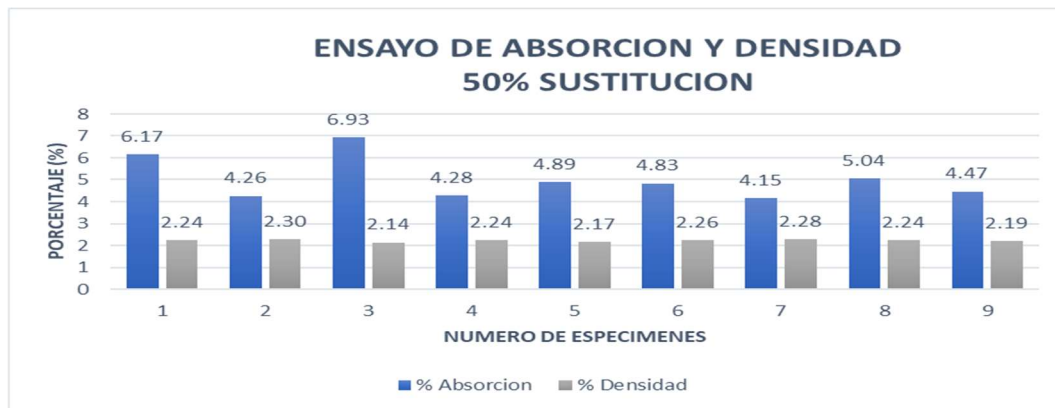


Fuente: elaboración propia

Tabla 28. se aprecia el ensayo de la absorción de las muestras con 50% de sustitución

ENSAYO DE LA ABSORCIÓN DE LAS MUESTRAS CON 50% DE SUSTITUCIÓN								
N°	Espécimen	Peso Saturado Ws (kg)	Peso Seco Wd (kg)	Peso Sumergido Wi (kg)	Absorción (kg/m3)	Absorción (%)	Peso unitario "Densidad" (kg/m3)	Peso unitario "Densidad" (%)
1	BLQ-01	12.87	12.13	7.46	138.16	6.17	2239.75	2.24
2	BLQ-02	12.62	12.11	7.35	97.88	4.26	2296.28	2.30
3	BLQ-03	12.95	12.11	7.28	147.97	6.93	2135.98	2.14
4	BLQ-04	12.83	12.30	7.33	95.84	4.28	2237.13	2.24
5	BLQ-05	12.88	12.28	7.21	105.86	4.89	2166.20	2.17
6	BLQ-06	12.79	12.20	7.38	108.93	4.83	2255.96	2.26
7	BLQ-07	12.70	12.20	7.36	94.72	4.15	2283.04	2.28
8	BLQ-08	12.77	12.16	7.35	113.14	5.04	2243.45	2.24
9	BLQ-09	12.93	12.37	7.28	97.93	4.47	2191.25	2.19
<b>Promedio de Absorción (%)</b>					<b>111.16</b>	<b>5.00</b>	<b>2227.67</b>	<b>2.23</b>

Figura 10. variación de % absorción y % de peso unitario (densidad) a la muestra con 50% de sustitución.

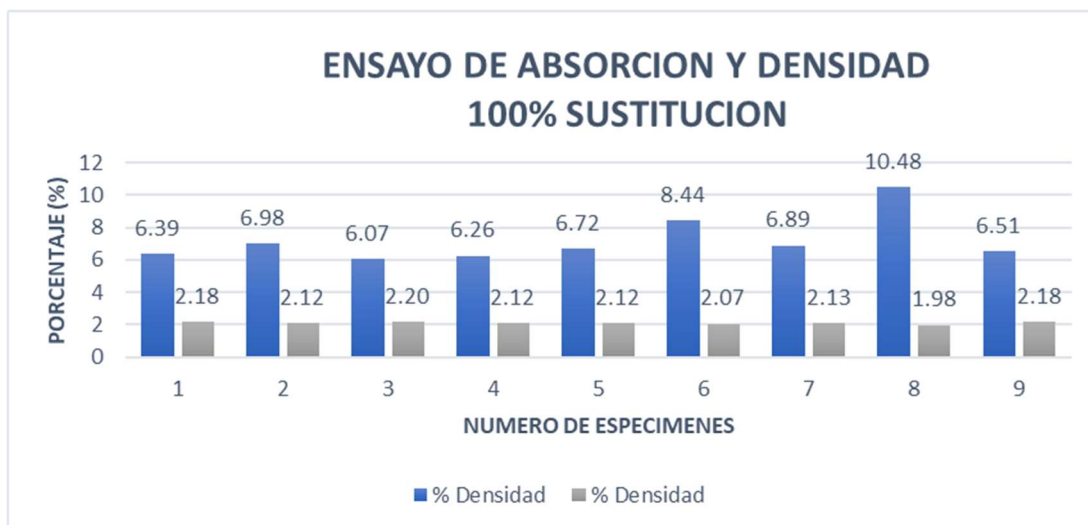


Fuente: elaboración propia

Tabla 29. se aprecia el ensayo de la absorción de las muestras con 100% de sustitución

ENSAYO DE LA ABSORCIÓN DE LAS MUESTRAS CON 100% DE SUSTITUCIÓN								
N°	Espécimen	Peso Saturado Ws (kg)	Peso Seco Wd (kg)	Peso Sumergido Wi (kg)	Absorción (kg/m3)	Absorción (%)	Peso unitario "Densidad" (kg/m3)	Peso unitario "Densidad" (%)
1	BLQ-01	12.92	12.15	7.35	139.29	6.39	2180.04	2.18
2	BLQ-02	13.01	12.16	7.28	148.22	6.98	2122.73	2.12
3	BLQ-03	12.81	12.08	7.33	133.73	6.07	2203.61	2.20
4	BLQ-04	12.96	12.20	7.21	132.72	6.26	2121.41	2.12
5	BLQ-05	12.87	12.06	7.18	142.38	6.72	2119.70	2.12
6	BLQ-06	13.35	12.31	7.41	174.89	8.44	2072.38	2.07
7	BLQ-07	12.93	12.10	7.26	147.09	6.89	2133.33	2.13
8	BLQ-08	13.40	12.13	7.28	207.71	10.48	1982.02	1.98
9	BLQ-09	12.96	12.16	7.38	142.04	6.51	2181.49	2.18
<b>Promedio de Absorción (%)</b>					<b>152.01</b>	<b>7.19</b>	<b>2124.08</b>	<b>2.12</b>

**Figura 11.** la variación de % absorción y % de peso unitario (densidad) a la muestra con 100% de sustitución.



Fuente: elaboración propia

**Tabla 30.** variación en comparación a la muestra patrón.

PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)		
BLOQUES DE CONCRETO	NTP 399.602, <12% max	
	ABSORCIÓN	ACEPTACIÓN
Muestras patrón	4.04%	Si
Muestras con 25% de sust.	4.33%	Si
Muestras con 50% de sust.	5.00%	Si
Muestras con 100% de sust.	7.19%	Si

Fuente: elaboración propia

#### 4.7. Ensayo de peso unitarios (densidad)

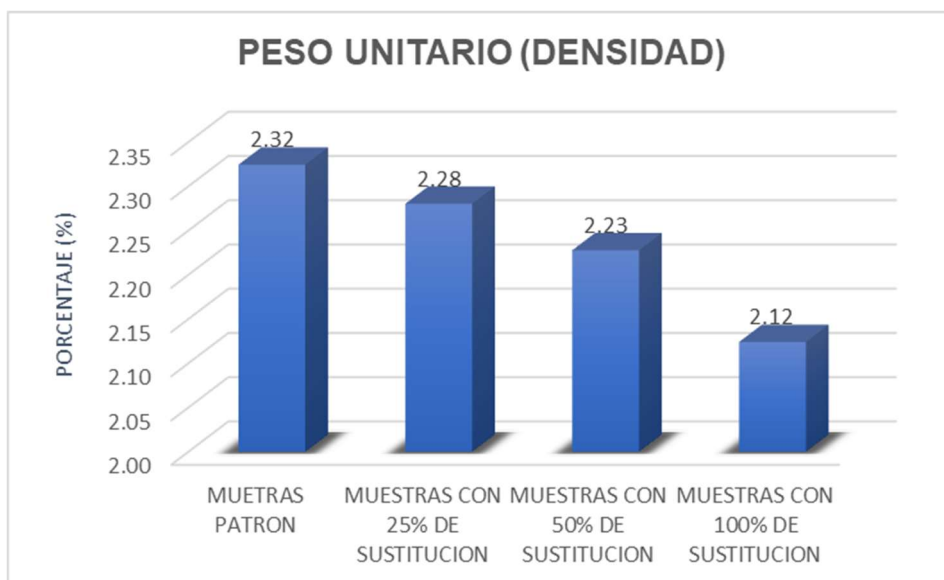
Según la Norma Técnica Peruana (NTP 399.602), los bloques de concreto para muros portantes deben estar en rangos de 1,36% a 2,32 %. A continuación, se muestran la fórmula para determinar el cálculo de absorción.

$$\text{Peso unitario (Densidad), (\%)} = [(Ws / (Wd - Wi))]$$

**Tabla 31.** se aprecia el resumen de resultados de la densidad

PROMEDIO DE DENSIDAD (%)		
BLOQUES DE CONCRETO	NTP 399.602, Rangos (%): 1,36 a 2,32	
	ABSORCIÓN	ACEPTACIÓN
Muestras patrón	2.33%	Si
Muestras con 25% de sust.	2.28%	No
Muestras con 50% de sust.	2.23%	No
Muestras con 100% de sust.	2.12%	No

**Figura 12.** variación de la densidad en comparación a la muestra patrón.



Fuente: elaboración propia

#### 4.8. Ensayo de resistencia a la compresión

Este ensayo se realiza en Según la Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE E.070), para los bloques de concreto para muros portantes debe alcanzar la resistencia a compresión de  $f'_b$  mínimo en MPa (Kg/cm<sup>2</sup>) sobre área bruta. A continuación, se muestran la fórmula para determinar el cálculo de absorción.

Esfuerzo de compresión del área bruta = MPa =  $P_{max}/A_g$

Donde:

$P_{max}$ =carga, (N)

$A_g$  = área bruta del espécimen, mm<sup>2</sup>



**Tabla 32.** se muestra la resistencia a la compresión de las muestras patrón

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'b) - MUESTRA PATRÓN</b> (NTP 399.613)								
<b>Tiempo (días)</b>	<b>N° MUESTRAS</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Área Bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (KN)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
7	1	39.60	14.68	581.34	243.71	24851.00	42.75	<b>42.5</b>
	2	39.71	14.68	583.10	239.05	24376.00	41.80	
	3	39.57	14.67	580.40	243.91	24872.00	42.85	
14	4	39.75	14.74	585.72	316.30	32254.00	55.07	<b>55.3</b>
	5	39.60	14.68	581.54	314.22	32042.00	55.10	
	6	39.81	14.67	583.91	319.03	32532.00	55.71	
28	7	39.57	14.74	583.10	377.70	38515.00	66.05	<b>66.9</b>
	8	39.57	14.68	581.05	378.39	38585.00	66.41	
	9	39.65	14.64	580.51	388.09	39574.00	68.17	

**Tabla 33.** se muestra la resistencia a la compresión de las muestras con 25% de sustitución de material reciclado.

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'b) CON 25% DE SUSTITUCIÓN</b> (NTP 399.613)								
<b>Tiempo (días)</b>	<b>N° MUESTRAS</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Área Bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (KN)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
7	1	39.57	14.75	583.69	233.26	23786.00	40.75	<b>40.1</b>
	2	39.52	14.71	581.19	224.14	22856.00	39.33	
	3	39.60	14.75	584.13	231.01	23556.00	40.33	
14	4	39.71	14.68	582.90	289.89	29561.00	50.71	<b>52.3</b>
	5	39.57	14.68	581.05	309.20	31530.00	54.26	
	6	39.52	14.67	579.60	294.44	30025.00	51.80	
28	7	39.60	14.74	583.59	341.50	34823.00	59.67	<b>62.0</b>
	8	39.71	14.68	583.10	359.15	36623.00	62.81	
	9	39.57	14.64	579.36	360.52	36763.00	63.45	

**Tabla 34.** se muestra la resistencia a la compresión de las muestras con 50% de sustitución de material reciclado.

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'b) CON 50% DE SUSTITUCIÓN</b> (NTP 399.613)								
<b>Tiempo (días)</b>	<b>N° MUESTRAS</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Área Bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (KN)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
7	1	39.60	14.75	584.18	221.49	22586.00	38.66	37.3
	2	39.71	14.81	588.02	214.33	21856.00	37.17	
	3	39.57	14.77	584.36	206.49	21056.00	36.03	
14	4	39.52	14.74	582.28	280.09	28561.00	49.05	48.5
	5	39.60	14.82	586.77	279.78	28530.00	48.62	
	6	39.60	14.81	586.62	274.83	28025.00	47.77	
28	7	39.51	14.87	587.47	331.69	33823.00	57.57	56.7
	8	39.57	14.75	583.64	319.92	32623.00	55.90	
	9	39.52	14.68	580.05	321.30	32763.00	56.48	

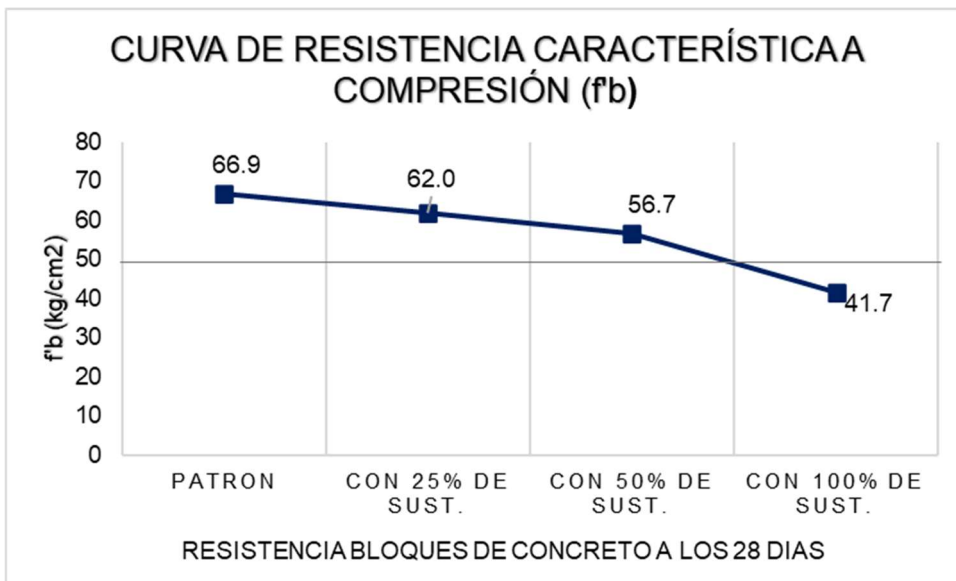
**Tabla 35.** se muestra la resistencia a la compresión de las muestras con 100% de sustitución de material reciclado

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'b) CON 100% DE SUSTITUCIÓN</b> (NTP 399.613)								
<b>Tiempo (días)</b>	<b>N° MUESTRAS</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Área Bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (KN)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
7	1	39.57	14.75	583.69	159.01	16214.00	27.78	27.8
	2	39.52	14.71	581.19	159.41	16255.00	27.97	
	3	39.60	14.75	584.13	158.87	16200.00	27.73	
14	4	39.60	14.68	581.34	205.99	21005.00	36.13	35.8
	5	39.71	14.68	583.10	202.51	20650.00	35.41	
	6	39.70	14.67	582.36	204.62	20865.00	35.83	
28	7	39.72	14.74	585.23	240.87	24562.00	41.97	41.7
	8	39.75	14.68	583.67	237.99	24268.00	41.58	
	9	39.52	14.64	578.56	236.44	24110.00	41.67	

**Tabla 36.** Se aprecia el resumen de la resistencia a la compresión 7, 14 y 28 días de los bloques de concreto patrón y bloques de concreto con 25%, 50%, 100% de sustitución de material reciclado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO (f <sub>b</sub> )					
MUESTRAS BLOQUE DE CONCRETO (Muros portantes)	Tiempo (días) (RNE E.070)			Resistencia a la Compresión f <sub>b</sub> mín. MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cumple
	7	14	28		
PATRÓN	42.5	55.3	<b>66.9</b>	4,9 (50)	Si
CON 25% DE SUST.	40.1	52.3	<b>62.0</b>		Si
CON 50% DE SUST.	37.3	48.5	<b>56.7</b>		Si
CON 100% DE SUST.	27.8	35.8	<b>41.7</b>		No

**Figura 13.** Curva de Resistencia Característica a compresión



## V. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación, tiene dentro de su desarrollo la idea de buscar el uso de los materiales reciclados provenientes de la industria de la construcción y que estos al ser reutilizados cumplan con los estándares de calidad que las normas vigentes exigen, en ese entender la presente tesis de investigación se centra en la obtención de bloques de concreto en función al agregado reciclado en sustitución al agregado grueso, de esta manera contribuir en disminuir los efectos del impacto ambiental al extraer agregados para la construcción de las canteras naturales.

De acuerdo a Chugnas Tucto (2018), concluyó que la densidad de los bloques de concreto prefabricado hechos a partir de agregado reciclado disminuye en relación al concreto patrón, aun así, mostrando la reducción de densidades con los porcentajes de material reciclado 20%, 50% y 80% que cumplen con lo requerido en la NTP. 399.602 el cual indica como rango de 1360ckg/m<sup>3</sup> a 2320 kg/m<sup>3</sup>, siendo el más bajo con la sustitución del 80% y una densidad de 1860 kg/m<sup>3</sup>. Por otra parte, se tiene que la resistencia a la compresión con la sustitución de 20%, 50% y 80% llegan a 101.22 kg/cm<sup>2</sup>, 88.37 kg/cm<sup>2</sup> y 74.21 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, los mismo que se hallan dentro de las exigencias en resistencia a la compresión de la NTP E.070. En el caso de la presente tesis de investigación la resistencia a la compresión a una edad de 28 días, la sustitución de material reciclado de 25%, 50% y 100% llegan a una resistencia a la compresión de 62.00 kg/cm<sup>2</sup>, 56.70 kg/cm<sup>2</sup> y 41.70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Según Díaz Chávez y Torres Idrogo (2018), en su tesis de investigación los autores mencionan que utilizaron como material reciclado los escombros de pavimento rígido, dando a saber que sus propiedades son similares al agregado natural y si se da el caso de tener con mayor dosificación este va a mejorar al poseer un menor módulo de fineza, de tal manera que Díaz y Torres Idrogo nos indica que la mejor sustitución de agregado reciclado fue el de 50% de sustitución que alcanzó una resistencia promedio de 45.61 kg/cm<sup>2</sup> y de 56.45 kg/cm<sup>2</sup> como medida individual en el bloque 2, estando por encima del valor nominal para bloques de tipo P. Comparando este resultado con el de nuestra investigación podemos ver que en la sustitución que nosotros hacemos del 50% de agregado reciclado este llega a una

resistencia de 56.70 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este un valor apropiado de acuerdo a los requerimientos de la NTP E.070 y en relación a la tesis de investigación citada de Díaz Chávez y Torres Idrogo el valor es cercano al consignado por estos autores.

Quispe Arce y Verástegui Minaya (2019) en su tesis de investigación mencionan que la resistencia a la compresión de los bloques de concreto con material reciclado reduce en un 35.25%, asimismo la absorción de los bloques de concretos hechos con material reciclado es mayor, por otra parte, tenemos se reduce el peso unitario de los bloques de concreto en un 1.43%. Al comparar estos datos con la de nuestra tesis de investigación se puede apreciar datos similares siendo 2.24% de agua absorbida, lo cual demuestra que el concreto hecho en base a agregado reciclado tiene mayor porcentaje de absorción, por tanto, este es un factor de disminución.

## VI. CONCLUSIONES

Una vez realizado y culminado la presente tesis de investigación, tras la realización de cada capítulo y habiendo dado respuestas a los objetivos planteados, como investigadores podemos dar las siguientes conclusiones:

- Se puede apreciar que los agregados reciclados influyen de forma negativa en la resistencia a la compresión de los bloques de concreto, ya que estos disminuyen en mayor porcentaje conforme se va agregando mayor cantidad de agregado reciclado en la mezcla de diseño de los bloques de concreto.
- Se pudo determinar las propiedades físicas del material reciclado en los bloques de concreto, los mismos que concluyen con la afirmación que la densidad del agregado reciclado es inferior en referencia al agregado natural, esto ocasiona que la absorción y el contenido de humedad sean mayores en referencia al del agregado natural.
- Del mismo modo, al determinar las propiedades físicas se pudo determinar que los bloques de concretos fabricados con material reciclado disminuyen su peso, siendo esta variación de forma escalonada, es decir, a mayor sustitución de agregado reciclado mayor será la disminución del peso de los bloques de concreto.
- De acuerdo al diseño de mezclas, se puede apreciar que los diseños con sustitución del 25% y 50% de agregado reciclado tuvieron resultados con los parámetros establecidos bajo la NTP. E-070 siendo 62.00 y 56.70 kg/cm<sup>2</sup> sus valores de resistencia a la compresión respectivamente a los 28 días de curado y secado del bloque; sin embargo, la muestra con la sustitución de agregado reciclado al 100% este no alcanza el valor mínimo estipulado en la NTP E-070 de 50 kg/cm<sup>2</sup> para muros portantes.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar las muestras para la elaboración de bloques de concreto con material reciclado con la sustitución del 25% y 50% ya que estos pesen al tener un porcentaje elevado de absorción, densidad menor y por ende una resistencia a la compresión que disminuye de manera escalonada en referencia a la muestra patrón, estos se mantienen dentro del rango de los parámetros establecidos en el RNE E-070
- Se recomienda utilizar las muestras para la elaboración de bloques de concreto con material reciclado con la sustitución del 25% y 50% ya que estos pesen al tener un porcentaje elevado de absorción en referencia a la muestra patrón, estos se mantienen dentro del rango de los parámetros establecidos en el RNE E-070.
- De la presente investigación de acuerdo a nuestros resultados se recomienda el uso de las muestras sustituidas con 25% y 50% de agregado reciclado, ya que estos si cumplen con los parámetros establecidos en el RNE. E-070, siendo 62 kg/cm<sup>2</sup> y 56.70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por tanto, estas 2 sustituciones pueden ser tomadas para las construcciones de muros portantes; no se recomienda la sustitución del 100% ya que este no cumple con la resistencia mínima de 50 kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo a la RNE. E-070 para muros portantes.
- Se recomienda utilizar la muestra utilizar la dosificación con las muestras de sustitución del 25% y 50% de agregado reciclado, ya que estos si se hallan dentro de los parámetros establecidos en el RNE. E-070 para muros portantes.

## REFERENCIAS

- F. Debieb, and S. Kenai, “The use of coarse and fine crushed bricks as aggregate in concrete”. *Construction and Building Materials*, vol. 22, pp. 886-893, 2008.
- J. Rolón, D. Nieves, R. Huete, B. Blandón, A. Terán & R. Pichardo, “Caracterización del hormigón elaborado con áridos reciclados producto de la demolición de estructuras de hormigón”, *Materiales de Construcción*, vol.57, n.º 288, pp. 5-15, 2007.
- G. Valdés et. ál., “Estudio de las características físicas y mecánicas de hormigones y bloques de hormigón fabricados con áridos reciclados”. XVII Jornadas Chilenas del Hormigón, octubre, Santiago, Chile, 2009.
- M. Etxeberria, E. Vázquez, A. Marí, & M. Barra, “Influence of amount of recycled coarse aggregates and production on properties of recycled aggregate concrete”, *Cement and Concrete Research*, vol. 37, pp. 735–742, 2007.
- E. Vázquez, et ál., Proc. RILEM International Conference on “The Use of Recycled Materials in Buildings and Structures”, Barcelona, Spain, 2004.
- M. Sánchez y P. Alaejos, “Influencia del árido reciclado en las propiedades del hormigón estructural”, *Cemento y Hormigón*, n.º 889, pp. 54-61, 2006.
- E. Murder, et ál., “Closed cycle construction: An integrated process for separation and reuse of C&D waste”, *Waste Management*, vol. 27, pp. 1408-1415, 2007.
- C. Poon, et ál., “Use of recycled aggregates in molded concrete bricks and blocks”, *Construction and Building Materials*, vol. 16, n.º 5, pp. 281-289, 2002.
- M. Rakshvir, and S. Barai. “Studies on recycled aggregates-based concrete”, *Waste Management and Research*, vol. 24, pp. 225-233, 2006.
- Montoya. et ál., “Reutilización de residuos del hormigón”, *Revista BIT*, vol. 12, n.º 41, pp. 44-47, 2005.
- C. Aguilar. et ál., “Uso de hormigón reciclado para la fabricación de hormigones”, *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 20, n.º 1, pp. 35-44, 2005.
- I.B. Topcu, “Physical and mechanical properties of concretes produced with waste concrete”, *Cement and Concrete Research*, Vol. 27, Nº 12, pp. 1817-1823, 1997.
- I.B. Topcu, & S. Sengel, “Properties of concretes produced with waste concrete aggregate”, *Cement and Concrete Research*, vol. 34, n.º 8, pp. 1307-1312, 2004.
- I.B. Topcu, & N. Guncan. “Using waste concrete as aggregate”, *Cement and Concrete Research*, vol. 25, n.º 7, pp. 1385-1390, 1995.



- Instituto Nacional de Normalización, NCh1116.EOf1977, Áridos para morteros y hormigones - Determinación de la densidad aparente, Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización, NCh1117.Of2010, Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades reales y neta y de la absorción de agua de las gravas, Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización, NCh1223.Of1977, Áridos para morteros y hormigones - Determinación del material fino menor a 0,080 mm, Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización, NCh1239.Of1977, Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta de la absorción de agua de las arenas, Santiago, Chile.
- H. Zabaleta, Compendio de tecnología del hormigón, 2da. ed., Publicaciones Instituto Chileno del Hormigón, 1996, pp. 85-95. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización, NCh1369.Of1978, Áridos - Determinación del desgaste de las gravas - Método de la Máquina de los Ángeles, Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización, NCh166.Of2009, Áridos para morteros y hormigones - Determinación de impurezas orgánicas en las arenas, Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización, NCh1037.Of1977, Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas, Santiago, Chile.
- ASTM C-595. American Society for Testing and materials, Standard Specification for Blended Hydraulic Cements, West Conshohocken, PA. 2003.
- Instituto Nacional de Normalización, NCh158.Of1967, Cementos - Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento, Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización, NCh181.Of1965, Bloques huecos de hormigón de cemento, Santiago, Chile.
- ASTM C-595, American Society for Testing and Materials, Standard Specification for Blended Hydraulic Cements, West Conshohocken, PA, (2003). [ [Links](#) ]
- Aguilar, C., Muñoz, M.P. y Loyola O., *Uso de hormigón reciclado para la fabricación de hormigones*, Revista Ingeniería de Construcción 20 (1), pp. 35-44, (2005). [ [Links](#) ]
- BS EN 197-1:2000, British-Adopted European Standard, Cement. Composition, specifications and conformity criteria for common cements, pp. 1-53, (2000). [ [Links](#) ]

- NCh 181 Of. 67, Norma Chilena Oficial, Bloques huecos de hormigón de cemento, pp. 1-5, Santiago, Chile, (1967). [ [Links](#) ]
- NCh 182. Of. 55, Norma Chilena Oficial, Ensayos de bloques de hormigón, pp. 1-5, Santiago, Chile, (1955). [ [Links](#) ]
- Montoya, H.D., Pino C.L. y Valdés G.A., *Reutilización de residuos del hormigón*, BIT 12 (41), pp. 44-47, (2005). [ [Links](#) ]
- Moreno, H. y Varela, J., *Geología, volcanismo y sedimentos piroclásticos cuaternarios de la Región Central y Sur de Chile*. En Suelos volcánicos de Chile (Tosso, J.; editor). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Capítulo 6, p. 491-526. Santiago, Chile (1985). [ [Links](#) ]
- Poon, C.S., Kou, S.C. y Lam, L., *Use of recycled aggregates in molded concrete bricks and blocks*, Construction and Building Materials 16 (5), pp. 281-289, (2002). [ [Links](#) ]
- Poon, C.S., Yu, A.T.W. y Ng, L.H., *On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong*, Resources, Conservation and Recycling 32 (2), pp. 157-172, (2001). [ [Links](#) ]
- Rakshvir, M. y Barai, S.V., *Studies on recycled aggregates-based concrete*, Waste Management and Research 24 (3), pp. 225-233 (2006). [ [Links](#) ]
- Sánchez, M. y Alaejos, P., *Influencia del árido reciclado en las propiedades del hormigón estructural*, Cemento y Hormigón (889), pp. 54-61, (2006). [ [Links](#) ]
- Topcu, I.B., *Physical and mechanical properties of concretes produced with waste concrete*, Cement and Concrete Research 27 (12), pp. 1817-1823 (1997). [ [Links](#) ]
- Topcu, I.B. y Sengel, S., *Properties of concretes produced with waste concrete aggregate*, Cement and Concrete Research 34 (8), pp. 1307-1312 (2004). [ [Links](#) ]
- Topcu, I. B. y Guncan, N. F., *Using waste concrete as aggregate*, Cement and Concrete Research 25 (7), pp. 1385-1390 (1995). [ [Links](#) ]
- Zabaleta H., *Compendio de tecnología del hormigón*, 2ª edición, Publicaciones Instituto Chileno del Hormigón, pp. 85-90, Santiago, Chile (1996). [ [Links](#) ]

## ANEXOS

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>												
“Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021”												
PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA				
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿De que manera los bloques de concreto con material reciclado mejorará la resistencia a la compresión en muros portantes – Cusco 2021?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECÍFICOS:</b> ¿De qué manera la incorporación de material reciclado en los bloques de concreto mejorará las propiedades físicas en muros portantes?</p> <p>¿De qué manera la incorporación de material reciclado en los bloques de concreto mejorará las propiedades mecánicas en muros portantes?</p> <p>¿Cuál será la dosificación adecuada, utilizando material reciclado para mejorar la resistencia a la compresión en muros portantes?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Analizar las propiedades físicas y mecánicas para mejorar la resistencia a la compresión de los bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes.</p> <p><b>OBJETIVO ESPECÍFICOS:</b> Determinar las propiedades físicas de bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes.</p> <p>Determinar las propiedades mecánicas de bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes.</p> <p>Determinar la dosificación adecuada, utilizando material reciclado para mejorar la resistencia a la compresión en muros portantes.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> Los bloques de concreto con material reciclado mejoran la resistencia a la compresión en muros portantes.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b> La fabricación con material reciclado cumple con las propiedades físicas de bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes.</p> <p>La fabricación con Material reciclado cumple con las propiedades mecánicas de bloques de concretos fabricados con material reciclado para muros portantes.</p> <p>Utilizando material reciclado cumple con la dosificación adecuada para mejorar la resistencia a la compresión en muros portantes.</p>	<p><b>Xo1: MATERIAL RECIKLADO</b></p>	<p>El concreto reciclado, es el que está compuesto por agregados de materiales que son reciclados, siendo la sustitución de estos agregados parcial o total. La obtención de estos agregados se puede dar por mediante los procesos de triturado o chancado posteriormente tamizado. (Vidau, Castaño 2013)</p>	<p>La incorporación de material reciclado mejorara sustancialmente la resistencia a compresión de bloques de concreto para muros portantes</p>	<p>Propiedades físicas</p>	<p>Análisis granulométrico</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>Pesos unitarios compactado</p> <p>Peso unitario suelto</p> <p>% de absorción</p> <p>Peso específico</p>	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p>				
									<p>25 % de sustitución</p> <p>50 % de sustitución</p> <p>100 % de sustitución</p>	<p>Enfoque: Cuantitativa</p>		
											<p>Medición</p>	<p>Variación dimensional</p>
									<p>Densidad</p>	<p>Peso unitario</p>	<p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Experimental</p>	
												<p>Los bloques de concreto adicionando material reciclado mejoraran las propiedades físicas.</p>
									<p>Los bloques de concreto adicionando material reciclado mejoraran las propiedades mecánicas.</p>	<p>Resistencia a la compresión</p>		
											<p>El ensayo de resistencia a la compresión en concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por muestra e elemento, seguidamente antes de fallar por compresión, agrietamiento y rotura. (Abanto,2014)</p>	<p>Muestra: Elaboración de 36 bloques de concreto más un (01) patrón.</p>
									<p><b>Yo2: PROPIEDADES MECÁNICAS</b></p>			

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**“Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021”**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Xo1: MATERIAL RECICLADO</b>	El concreto reciclado, es el que está compuesto por agregados de materiales que son reciclados, siendo la sustitución de estos agregados parcial o total. La obtención de estos agregados se puede dar por mediante los procesos de triturado o chancado posteriormente tamizado. <b>(Vidau, Castaño 2013)</b>	La incorporación de material reciclado mejorara sustancialmente la resistencia a compresión de bloques de concreto para muros portantes	Propiedades físicas	Análisis granulométrico	Razón
				Contenido de humedad	
				Pesos unitarios compactado	
				Peso unitario suelto	
				% de absorción	
			Dosificación	Peso específico	
				25 % de sustitución	
				50 % de sustitución	
100 % de sustitución					
<b>Xo1: PROPIEDADES FÍSICAS</b>	La norma técnica peruana establece el procedimiento para el muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto para obtener dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad) y contenido de humedad, <b>(Norma Técnica Peruana 399.604)</b>	Los bloques de concreto adicionando material reciclado mejoraran las propiedades físicas.	Medición	Variación dimensional	Intervalo
			Absorción	% Absorción	
			Densidad	Peso unitario	
<b>Yo2: PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	El ensayo de resistencia a la compresión en concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por muestra e elemento, seguidamente antes de fallar por compresión, agrietamiento y rotura, <b>(Abanto,2014)</b>	Los bloques de concreto adicionando material reciclado mejoraran las propiedades mecánicas.	Esfuerzo a la compresión	Resistencia a la compresión	Razón

## Panel Fotográfico



Foto. N° 01.- Zona de escombros, depósito de material proveniente de demoliciones.



Foto. N° 02.- Sector de "La Pradera", zona de botadero de escombros provenientes de demolición de las edificaciones de la ciudad del Cusco.



Foto. N° 03.- Cantera para extracción de agregado natural en el río Huyro.



Foto. N° 04.- Laboratorio de concreto, se puede apreciar el agregado reciclado proveniente de demoliciones de edificaciones.

## Panel Fotográfico



Foto. N° 05.- Caracterización de los materiales reciclados.



Foto. N° 06.- Material reciclado triturado de forma manual para las pruebas de laboratorio.



Foto. N° 07.- Tamizado de material reciclado.



Foto. N° 08.- Granulometría del material reciclado para sus respectivas pruebas.

## Panel Fotográfico



Foto. N° 09.- Agregado fino, para las pruebas de laboratorio.



Foto. N° 10.- Proceso de tamizado del agregado fino.



Foto. N° 11.- Prueba de Peso Unitario Compactado del material reciclado.



Foto. N° 12.- Toma de datos del material reciclado – Peso específico.

## Panel Fotográfico



Foto. N° 13.- Prueba de Peso Específico del agregado fino.

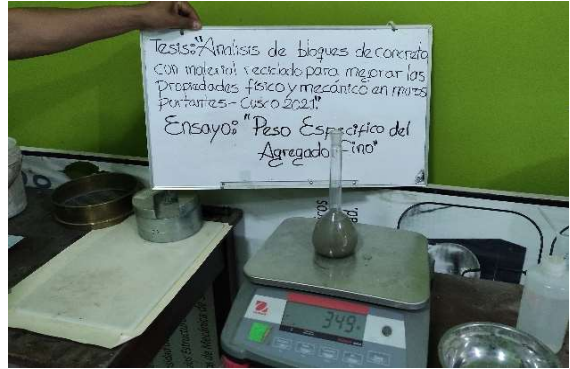


Foto. N° 14.- Toma de datos de la Prueba Peso Específico del agregado fino.

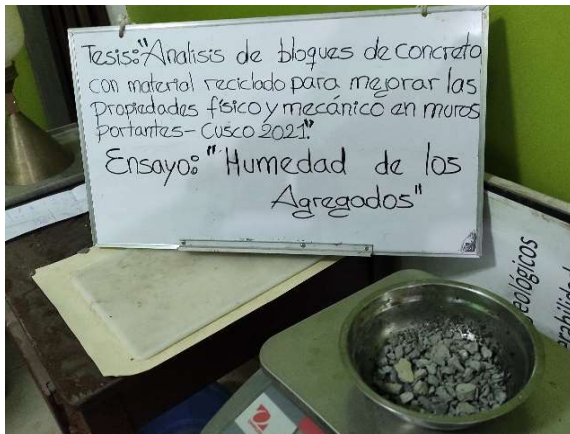


Foto. N° 15.- Prueba de Humedad de los agregados.



Foto. N° 16.- Toma de muestras de los agregados – Ensayo de Humedad.



## Panel Fotográfico



Foto. N° 17.- Toma de muestras de agregados, material reciclado – Ensayo de Humedad.



Foto. N° 18.- Prueba de Slump, para evaluar la consistencia y trabajabilidad del concreto.



Foto. N° 19.- Centro de elaboración de bloquetas para todas las muestras de acuerdo al diseño planteado.



Foto. N° 20.- Muestra con el 25% de agregado reciclado.

## Panel Fotográfico



Foto. N° 21.- Elaboración de bloques de concreto – Muestra Patrón.



Foto. N° 22.- Bloques elaborados con las diferentes dosificaciones de acuerdo al diseño planteado.



Foto. N° 23.- Zona de fraguado de los bloques de concreto para su respectivo curado.



Foto. N° 24.- Proceso de curado y secado de los bloques de concreto elaborados para la presente tesis de investigación.

# Resultados de Laboratorio

## DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO

$f'c = 71.4 \text{ Kg/cm}^2$

**BLOQUE DE CONCRETO 2 HUECOS**

**DISEÑO PATRON**

**PROYECTO** : Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021  
**DISEÑADO POR** : Ing. Alexis Luis Ancasi Garcia  
**SOLICITA** : Abraham Ccollana Cusihuaman y Gary Franz Heredia Pinlo  
**FECHA** : Quillabamba, julio del 2021

### CALIDAD DE LOS MATERIALES

CEMENTO PORTLAND	TIPO I	
PESO ESPECIFICO	CEMENTO PORTLAND TIPO I	3100 Kg/m3
PESO UNITARIO		1500.00 Kg/m3

### DATOS DEL AGREGADO FINO

MODULO DE FINEZA	2.88
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.60 %
ABSORCION	1.14 %
PESO UNITARIO	1,789.51 Kg/m3

### DATOS DEL AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTO	1,560.06 Kg/m3
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.29 %
ABSORCION	0.60 %
PESO UNITARIO	1,351.35 Kg/m3

### DATOS DE DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESION	$f'c =$	71.4 Kg/cm2
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO		3/8"
TIPO DE CONTROL EN OBRA	(Tabla C)	Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen;

**DISEÑO DE MEZCLAS**  
**METODO - CAPECO**  
 **$f'_c = 71.4 \text{ Kg/cm}^2$**   
**BLOQUE DE CONCRETO 2 HUECOS**  
**DISEÑO PATRON**

**PROYECTO** : Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021  
**DISEÑADO POR** : Ing. Alexis Luis Ancasi Garcia  
**SOLICITA** : Abraham Ccollana Cusihuaman y Gary Franz Heredia Pinto  
**FECHA** : Quillabamba, julio del 2021

**CALCULO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS - METODO CAPECO**

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (Tabla C)  $K = 1.25$   
 $f'_{cr} = K * f'_c$   $f'_{cr} = 89 \text{ Kg/m}^2$   
 SLUMP O ASENTAMIENTO (Tabla A)  $4"$   
 AGUA DE MEZCLADO (Tabla B)  $212 \text{ Kg/m}^3$

1.- **RELACION AGUA CEMENTO A/C**  
 (Tabla D)  $f'_{cr} = 89 \text{ Kg/m}^2$  sin aire incorporado

$f'_{cr} =$	A/C
100	0.97
140	0.80
para	-----
71.4	1.09
→ A/C	= 1.09

2.- **CONTENIDO DE CEMENTO**

Cemento =	$\frac{212}{1.09} \text{ Kg/m}^3$	=	$386.00 \text{ Kg/m}^3$
			9.32 bolsas

3.- **CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**  
 (Tabla E)  
 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO =  $0.70 \text{ m}^3$   
 AGREGADO GRUESO =  $1106.056 \text{ Kg}$

4.- **CONTENIDO DE AGREGADO FINO**  
 (Tabla F)  
 ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO sin aire incorporado =  $2305 \text{ Kg/m}^3$   
 AGREGADO FINO =  $590.94 \text{ Kg}$

5.- **AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS**

AGREGADO GRUESO	=	$1109.26 \text{ Kg}$
AGREGADO FINO	=	$612.22 \text{ Kg}$
AGUA DE MEZCLA NETA		
Agua en el agregado grueso	=	$3.21 \text{ Kg}$
Agua en el agregado fino	=	$14.54 \text{ Kg}$
AGUA DE MEZCLA NETA	=	$194 \text{ Kg}$

## **DISEÑO DE MEZCLAS**

**METODO - CAPECO**

**$f_c = 71.4 \text{ Kg/cm}^2$**

### **BLOQUE DE CONCRETO 2 HUECOS DISEÑO PATRON**

**PROYECTO** : Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021  
**DISEÑADO POR** : Ing. Alexis Luis Ancasi García  
**SOLICITA** : Abraham Ccollana Cusihuaman y Gary Franz Heredia Pinto  
**FECHA** : Quillabamba, Julio del 2021

---

#### **6.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M3**

CEMENTO	=	396.00 Kg	9.32	bolsas
AGUA DE MEZCLADO	=	194.26 litros	20.0	Litros/bolsa
AGREGADO GRUESO(CONFITILLO)	=	1109.26 Kg		
AGREGADO FINO	=	612.22 Kg		

#### **7.- DOSIFICACION EN VOLUMEN**

CEMENTO	=	0.264 m3
AGREGADO GRUESO(CONFITILLO)	=	0.521 m3
AGREGADO FINO	=	0.340 m3
AGUA DE MEZCLADO	=	0.194 m3

#### **9.- PROPORCION Cemento : Grava : Arena : Agua**

CEMENTO	=	<b>1.0</b>
AGREGADO GRUESO(CONFITILLO)	=	<b>3.1</b>
AGREGADO FINO	=	<b>1.3</b>
AGUA DE MEZCLADO	=	<b>0.7</b>

**Keremca S.A.**

ASOCIACIÓN Y LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

Ensayo: RESISTENCIA A LA COMPRESION EN BLOQUES DE CONCRETO - NTP 339.613

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por los bloques de concreto de 2 huecos.

<b>TESIS:</b>	Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes - Cusco 2021					
<b>UBICACIÓN:</b>	CUSCO	<b>PROVINCIA:</b>	CUSCO	<b>DEPARTAMENTO:</b>	CUSCO	
<b>DISTRITO:</b>	CUSCO					
<b>SOLICITADO:</b>	Abraham Coollana Cusihaman Y Gary Franz Heredia Pinto					
<b>FECHA:</b>	Quillabamba, 29 de agosto del 2021					
<b>OBSERVACION:</b>	*Bloque de concreto de 2 huecos 39 cm x 14 cm x 19 cm			<b>OBS:</b>	MUESTRA PATRON	
	* Los bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante.					

PATRON	N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	L X A (mm <sup>2</sup> )	P max	Fb (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Fb (kg/cm <sup>2</sup> )
7 Dias	1	39.60	14.66	581.34	24051.00	42.75	42.5
	2	39.71	14.66	583.10	24376.00	41.66	
	3	39.57	14.67	580.40	24072.00	42.65	
14 Dias	4	39.75	14.74	585.72	32254.00	55.07	55.3
	5	39.60	14.66	581.34	32042.00	55.10	
	6	39.61	14.67	583.91	32532.00	55.71	
28 Dias	7	39.57	14.74	583.10	38515.00	66.05	66.9
	8	39.57	14.66	581.05	38560.00	66.41	
	9	39.65	14.64	580.51	38574.00	66.17	



VºBº

**Keremca S.A.**  
ASOCIACIÓN Y LABORATORIO  
Ing. Alexis A. Acosta Quiroga  
Ingeniero General



Laboratorista

**Keremca S.A.**  
ASOCIACIÓN Y LABORATORIO  
Ing. Piedad M. Huilipa  
Técnico de Laboratorio

**Keremca S.A.**

ASOCIACIÓN Y LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

Ensayo: RESISTENCIA A LA COMPRESION EN BLOQUES DE CONCRETO - NTP 339.613

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por los bloques de concreto de 2 huecos.

<b>TESIS:</b>	Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes - Cusco 2021					
<b>UBICACIÓN:</b>	CUSCO	<b>PROVINCIA:</b>	CUSCO	<b>DEPARTAMENTO:</b>	CUSCO	
<b>DISTRITO:</b>	CUSCO					
<b>SOLICITADO:</b>	Abraham Coollana Cusihaman Y Gary Franz Heredia Pinto					
<b>FECHA:</b>	Quillabamba, 29 de agosto del 2021					
<b>OBSERVACION:</b>	*Bloque de concreto de 2 huecos 39 cm x 14 cm x 19 cm			<b>OBS:</b>	25% MATERIAL RECICLADO	
	* Los bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante.					

25% SUST.	N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	L X A (mm <sup>2</sup> )	P max	Fb (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Fb (kg/cm <sup>2</sup> )
7 Dias	1	39.57	14.75	583.69	23796.00	40.75	40.1
	2	39.52	14.71	581.19	22856.00	39.33	
	3	39.60	14.75	584.13	23556.00	40.33	
14 Dias	4	39.71	14.66	582.90	29561.00	50.71	52.3
	5	39.57	14.66	581.05	31530.00	54.26	
	6	39.52	14.67	579.80	30025.00	51.60	
28 Dias	7	39.60	14.74	583.59	34023.00	58.67	62.0
	8	39.71	14.66	583.10	30623.00	62.61	
	9	39.57	14.64	579.35	36763.00	63.45	



VºBº

**Keremca S.A.**  
ASOCIACIÓN Y LABORATORIO  
Ing. Alexis A. Acosta Quiroga  
Ingeniero General



Laboratorista

**Keremca S.A.**  
ASOCIACIÓN Y LABORATORIO  
Ing. Piedad M. Huilipa  
Técnico de Laboratorio

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

Ensayo: RESISTENCIA A LA COMPRESION EN BLOQUES DE CONCRETO - NTP 339.613

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por los bloques de concreto de 2 huecos.

<b>TESIS:</b> Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021							
<b>UBICACIÓN:</b>	CUSCO		<b>PROVINCIA:</b>	CUSCO		<b>DEPARTAMENTO:</b>	CUSCO
<b>DISTRITO:</b>	CUSCO						
<b>SOLICITADO:</b>	Abraham Coollana Cusihaman Y Gary Franz Heredia Pinto						
<b>FECHA:</b>	Quillabamba, 29 de agosto del 2021						
<b>OBSERVACION:</b>	*Bloque de concreto de 2 huecos 39 cm x 14 cm x 19 cm				<b>OBS:</b>	50% MATERIAL RECICLADO	
* Los bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante.							

90% SUST.	N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	L X A (mm <sup>2</sup> )	P max	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
7 Dias	1	39.60	14.75	584.16	22506.00	38.66	37.3
	2	39.71	14.81	585.02	21856.00	37.17	
	3	39.57	14.77	584.86	21056.00	36.03	
14 Dias	4	39.52	14.74	583.28	28261.00	48.05	48.5
	5	39.60	14.83	586.77	29030.00	49.62	
	6	39.60	14.81	586.62	29029.00	47.77	
28 Dias	7	39.51	14.87	587.47	33823.00	57.57	56.7
	8	39.57	14.75	583.64	32623.00	55.90	
	9	39.52	14.86	580.05	32763.00	56.48	



VºBº

**Keremca S.A.**  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Ing. Alvaro L. Aguirre Ovalle  
Gerente General



Laboratorista

Ing. Pío Heron Huálpa  
Técnico de Laboratorio

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

Ensayo: RESISTENCIA A LA COMPRESION EN BLOQUES DE CONCRETO - NTP 339.613

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por los bloques de concreto de 2 huecos.

<b>TESIS:</b> Análisis de bloques de concreto con material reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en muros portantes – Cusco 2021							
<b>UBICACIÓN:</b>	CUSCO		<b>PROVINCIA:</b>	CUSCO		<b>DEPARTAMENTO:</b>	CUSCO
<b>DISTRITO:</b>	CUSCO						
<b>SOLICITADO:</b>	Abraham Coollana Cusihaman Y Gary Franz Heredia Pinto						
<b>FECHA:</b>	Quillabamba, 29 de agosto del 2021						
<b>OBSERVACION:</b>	*Bloque de concreto de 2 huecos 39 cm x 14 cm x 19 cm				<b>OBS:</b>	100% MATERIAL RECICLADO	
* Los bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante.							

100% SUST.	N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	L X A (mm <sup>2</sup> )	P max	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
7 Dias	1	39.57	14.75	583.69	16214.00	27.76	27.8
	2	39.52	14.71	581.19	16250.00	27.97	
	3	39.60	14.75	584.13	16200.00	27.73	
14 Dias	4	39.80	14.88	591.34	21005.00	36.13	35.8
	5	39.71	14.88	593.10	20650.00	35.41	
	6	39.70	14.87	592.36	20665.00	35.03	
28 Dias	7	39.72	14.74	580.23	24562.00	41.97	41.7
	8	39.75	14.88	593.67	24266.00	41.56	
	9	39.52	14.84	578.56	24110.00	41.67	



VºBº

**Keremca S.A.**  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Ing. Alvaro L. Aguirre Ovalle  
Gerente General



Laboratorista

Ing. Pío Heron Huálpa  
Técnico de Laboratorio

# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

**PRODUCT MANUFACTURE:** FORNEY, LLC

**PRODUCT ITEM NUMBER:** LA-3200

**MANUFACTURING SPECIFICATIONS:** ASTM D1556, AASHTO T191, EN 933-8

**PRODUCT DESCRIPTION:** SAND CONE DENSITY APPARATUS

**MODELO:** LA-3200

**SERIE:** 210

**DATE:** 22/07/2021



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email - sales@forneyonline.com





LABORATORIO DE METROLOGIA

Página : 1 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número: 1373 / 21

Certificate of calibration

Number:

INSTRUMENTO : PRENSA CONCRETO

Instrument

MARCA : PYS EQUIPOS

Manufacturer

MODELO : STYE-2000

Model

NÚMERO DE SERIE : 1909010

Serial Number

RANGO DE MEDICION : 0 - 100.000 kgf

Measurement range

SOLICITANTE : ROLDAN GUEVARA JUL DAYFER  
KEREMCA S.A.

Customer

DIRECCION : BARRIO PROFESIONAL C-11-A CUSCO - CUSCO

Address

CLASE DE PRECISION : 1

Accuracy

FECHA DE CALIBRACION : 21 - 07 - 2021

Date of calibration

NUMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: (CUATRO)

Number of pages of this certificate and documents attached

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas.No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.

This certificate is an accurate record of the results of measurements performed. This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing organization.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The result of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing organization assumes no responsibility for damages ensuing misuse of the calibrated instruments

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados

The user is responsible for having the apparatus calibrated at appropriated intervals



Calle 4, Mz F1.Ll. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
© Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 0174

Pág. 1 de 2

LABORATORIO  
DIRECCIÓN  
TELÉFONO  
E MAIL

PYS EQUIPOS EIRL  
Calle 4 Mz F1 Lt 05 Urbanización Virgen del Rosario  
Telefax: (511) 522-0723  
[metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

EQUIPO  
MÁRCA  
SÉRIE  
UBICACIÓN DEL EQUIPO  
FECHA DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

ESCLERÓMETRO  
FORNEY  
205  
Laboratorio PYS EQUIPOS  
21-07-2021

METODO EMPLEADO  
INSPECCIÓN GENERAL DEL EQUIPO

Medición directa sobre el equipo  
El equipo en general presenta un buen estado para la calibración

SOLICITANTE  
DIRECCIÓN  
CIUDAD

ROLDAN GUEVARA JUL DAYFER / KEREMCA S.A.  
Barrio Pwasa C-11-A Cusco - Cusco  
CUSCO

PATRÓN DE CALIBRACIÓN

Yunque marca: FORNEY-USA

Los patrones utilizados en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada con la PUCP Informe N° MAT-OCT-1519/2019

FIRMAS

Calibrado por:  
Amed Castillo Espinoza

Revisado:  
Eler Pozo Solís

### OBSERVACIONES

- Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del PYS EQUIPOS EIRL
- El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de instrumento, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses.
- Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
© Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)  
Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



# PyS

## EQUIPOS

Comercialización de Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelos, Concreto, Asfalto, Tamices, Mantenimiento y Calibración

# CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

**ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:**

**Norma de ensayo:** ASTM D4318 - AASHTO T90 - BS 1377:2.

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:**

**Longitud Largo:** 30 Centímetros.

**Longitud Ancho:** 30 Centímetros.

**Espesor:** 1 Centímetro.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** VIDRIO ESMERILADO DE 30 Cm. X 30 Cm.

**MARCA DEL PRODUCTO:** PYS EQUIPOS.

**CODIGO DEL PRODUCTO:** PYS221.

**FECHA:** 22/07/2021.

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

**PyS**

**EQUIPOS**

Calle 4, Mz F1 Lt 05 Urb. Virgen del Rosario – SMP – Lima.

(511) 5220723

945183033 / 970055989 / 945181317

ventas@pys.pe; apoza@pys.pe; ysalazar@pys.pe

www.facebook.com/pysequip/

[www.pys.pe](http://www.pys.pe)

# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

**PRODUCT MANUFACTURE:** FORNEY, LLC

**PRODUCT ITEM NUMBER:** LA-0211-01

**MANUFACTURING SPECIFICATIONS:** ASTM C138 C143 C192 C231 C470  
AASHTO T23 T119 T121 T126 T152  
BS 1881:107  
EN 12350-6 1097-3

**PRODUCT DESCRIPTION:** CYL MOLD, 6" X 12" IN, PLASTIC.

**MODELO:** MA6x12

**DATA:** 22/07/2021



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email – sales@forneyonline.com

# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

**PRODUCT MANUFACTURE:** GILSON

**PRODUCT ITEM NUMBER:** LA-3315

**MANUFACTURING SPECIFICATIONS:** (NO STANDARDS APPLY)

**PRODUCT DESCRIPTION:** POKERT PENETROMETER

**MODEL:** HM-500

**SERIE:** 201

**DATE:** 22/07/2021



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email - sales@forneyonline.com

# PyS

## EQUIPOS

Comercialización de Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelos, Concreto, Asfalto, Tamices, Mantenimiento y Calibración

# CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

**Norma de ensayo:** ASTM C- 39; NTC 504; NTC 673

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

**Diámetro Interior:** 4 Pulgadas.  
**Altura:** 8 Pulgadas.  
**Espesor:** 4 Milímetros.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** MOLDE CILÍNDRICO PARA CONCRETO DE 4" X 8".

**MARCA DEL PRODUCTO:** PYS EQUIPOS.

**CODIGO DEL PRODUCTO:** PYS350.

**SERIE DEL PRODUCTO:** 446

**FECHA:** 22/07/2021

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

**PyS**

**EQUIPOS**

Calle 4, Mz F1 Lt 05 Urb. Virgen del Rosario – SMP – Lima.

(511) 5220723

945183033 / 970055989 / 945181317

ventas@pys.pe; apoza@pys.pe; ysalazar@pys.pe

www.facebook.com/pysequip/

www.pys.pe

# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: BS 410  
EN 933-1 933-2

PRODUCT DESCRIPTION: SIEVE PAN, 8 INCH DIA FULL HEIGHT, BRASS, and EXTENDED RIM

MODEL: LA-0775

SERIE: 212

DATA: 22/07/2021



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email - [sales@forneyonline.com](mailto:sales@forneyonline.com)