



Universidad César Vallejo

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

Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de  
Concreto

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Ataucusi Moises Juan (orcid.org/ 0000-0003-1602-1976)

Garcia Huarancca Cristian Jonathan (orcid.org/0000-0002-1543-2127)

**ASESOR:**

Mg. Segura Terrones Luis Alberto (orcid.org/ 0000-0002-0111-7978)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia que me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño.

### **ATAUCUSI MOISES JUAN**

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. Quiero dedicarle este trabajo a mi madre.

### **GARCIA HUARANCCA CRISTIAN JONATHAN**

## **AGRADECIMIENTO**

Mis agradecimientos a la Universidad César Vallejo, a toda la Facultad de Ingeniería, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Mg. Luis Segura Terrones, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y asesoría permitió el desarrollo de esta tesis.

## **LOS AUTORES**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SEGURA TERRONES LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto", cuyos autores son ATACUSI MOISES JUAN, GARCIA HUARANCCA CRISTIAN JONATHAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 30 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombre del Asesor:	Firma
SEGURA TERRONES LUIS ALBERTO DNI: 45003769 ORCID: 0000-0002-9320-0540	Firmado electrónicamente por: LASEGURAT el 07- 12-2022 18:42:00

Código documento Trilce: TRI - 0463445



# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

## Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ATaucusi Moises Juan, Garcia Huarancca Cristian Jonathan estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto ", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombre y Apellidos	Firma
ATAUCUSI MOISES JUAN DNI: 43817588 ORCID: 0000-0001-7813-7283	Firmado electrónicamente por: JATAUCUSIM el 28-01-2023 21:11:43
GARCIA HUARANCCA CRISTIAN JONATHAN DNI: 72913570 ORCID: 0000-0003-1543-2127	Firmado electrónicamente por: CGARCIAH12 el 28-01-2023 21:12:13

Código documento Trilce: INV - 1297808



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR</b> .....	iv
<b>DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....	15
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	28
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	29
3.2. Variables y operacionalización.....	29
3.3. Población, muestra y muestreo.....	30
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos .....	30
3.5. Procedimientos .....	30
3.6. Método de análisis de datos .....	32
3.7. Aspectos éticos.....	32
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	33
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	43
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	49
<b>REFERENCIAS</b> .....	51
<b>ANEXOS</b> .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Emisión de CO <sub>2</sub> mediante la elaboración del concreto.....	23
Tabla 2.	Contenido de humedad arena.....	34
Tabla 3.	Granulometría arena.....	34
Tabla 4.	Peso específico arena.....	35
Tabla 5.	Peso unitario suelto arena.....	35
Tabla 6.	Peso unitario compactado arena.....	35
Tabla 7.	Contenido de humedad Piedra.....	35
Tabla 8.	Granulometría piedra.....	36
Tabla 9.	Peso específico Piedra.....	37
Tabla 10.	Peso unitario suelto piedra.....	37
Tabla 11.	Peso unitario compactado Piedra.....	37
Tabla 12.	Contenido de humedad agregado reciclado.....	37
Tabla 13.	Granulometría agregado reciclado.....	38
Tabla 14.	Peso específico agregado reciclado.....	39
Tabla 15.	Peso unitario suelto agregado reciclado.....	39
Tabla 16.	Peso unitario compactado agregado reciclado.....	39
Tabla 17.	Diseño de mezcla.....	39
Tabla 18.	Resistencia a la compresión agregado control (0%).....	40
Tabla 19.	Resistencia a la compresión agregado experimental (10%).....	41
Tabla 20.	Resistencia a la compresión agregado experimental (20%).....	41
Tabla 21.	Resistencia a la compresión agregado experimental (30%).....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Emisiones de GEI por el uso del cemento en sus diversos procesos....	22
Figura 2.	Factores que afectan la durabilidad del concreto(hormigón).....	24
Figura 3.	Tipos de materiales derivados .....	25
Figura 4.	Producción de agregados naturales .....	26
Figura 5.	Primera etapa de la investigación .....	31
Figura 6.	Segunda etapa de la investigación .....	31
Figura 7.	Tercera etapa de la investigación .....	32
Figura 8.	Curva granulométrica arena.....	34
Figura 9.	Curva granulométrica piedra.....	36
Figura 10.	Curva granulométrica agregado reciclado .....	38
Figura 11.	Proporción de agregados .....	40
Figura 12.	Comparativo de resistencia a la compresión 7 días .....	44
Figura 13.	Comparativo de resistencia a la compresión 14 días .....	45
Figura 14.	Comparativo de resistencia a la compresión 28 días .....	46



## RESUMEN

La presente investigación está determinado al título; Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto; tiene como objetivo general, Determinar El uso de agregados reciclados genera efectos óptimos en la elaboración de concreto ; El tipo Diseño de Investigación está en función a un diseño experimental a un concreto simple de  $210 \text{ kg/cm}^2$ ; Los resultados obtenidos para la proporción volumétrica, puesto que realizamos la incorporación de material reciclado reemplazando los agregados pétreos por concreto reciclado en las siguientes proporciones 10%, 20% y 30% diseñando un concreto simple de  $210 \text{ kg/cm}^2$  a través del método del ACI 211.1. En las conclusiones se da a conocer que la proporción volumétrica adicionando el 20 % estuvieron cerca de los parámetros de la mezcla concreto convencional, por lo tanto, su uso se recomienda para elementos no estructurales con resistencia menor o igual a la de  $210 \text{ kg/cm}^2$  tal sea el caso como (veredas, columnetas, gradas, rampas, etc.)

**Palabras clave:** Concreto, residuos, agregados.

## **ABSTRACT**

The present investigation is determined to the title; Evaluation of the Use of Recycled Aggregates in the Preparation of Concrete; Its general objective is to determine the use of recycled aggregates generates optimal effects in the production of concrete; The Research Design type is based on an experimental design to a simple concrete of 210 kg/cm<sup>2</sup>; The results obtained for the volumetric proportion, since we incorporated recycled material by replacing the stone aggregates with recycled concrete in the following proportions: 10%, 20% and 30%, designing a simple concrete of 210 kg/cm<sup>2</sup> through the ACI method. 211.1. In the conclusions it is revealed that the volumetric proportion adding 20% were close to the parameters of the conventional concrete mix, therefore, its use is recommended for non-structural elements with resistance less than or equal to 210 kg/cm<sup>2</sup>. as the case may be (sidewalks, colonnades, steps, ramps, etc.)

**Keywords:** Concrete, waste, aggregate

# I. INTRODUCCIÓN

Teniendo presente la alta cantidad de consumo de concreto y todas las consecuencias ambientales asociadas, la elección de materiales sostenibles se promueve en la industria de la construcción a nivel mundial (HOSSAIN Md U. et al.,2022, p.1). Así mismo, el concreto es un componente esencial en la construcción actual a nivel mundial por sus excelentes propiedades y durabilidad (CELIK K. et al.,2019, p.1).

Pero, los inconvenientes del concreto como la fragilidad, la poca resistencia a la tracción y a grietas siempre limitan su uso en muchos casos de ingeniería especializada y difíciles (SHI X. et al.,2020, p1). Descubriéndose que las cualidades físicas, térmicas y químicas del concreto afectan su desempeño y el problema es que el hormigón es responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero (Tavares et al., 2020 citado por Kuoribo E. y Mahmoud H., 2022, p.2).

Así también, la dependencia del hormigón como material de construcción principal es responsable del 11 % de las emisiones artificiales de CO<sub>2</sub> del mundo (The Economist, 2021 citado por Kuoribo E. y Mahmoud H., 2022, p.2).

Por lo que, las propiedades del concreto dependen en gran medida de sus componentes; como consecuencia una comprensión integral de los efectos del agregado y la zona de transición interfacial en las propiedades del concreto es muy importante en su aplicación (Zhao H et al.,2022, p.1)

Además, la evaluación de propiedades del suelo que permiten a los agregados que resistan la descomposición por el impacto de gotas de agua también es muy útil para el proceso de erosión del suelo (Udon B et al.,2022, p.1).

Ante ello, el reciclaje y la reutilización de los desechos sólidos como materiales de construcción es un tema que ha recibido mucha atención por parte de académicos investigadores de todo el mundo en los últimos años (Ho L. y Huynh T., 2022, p.1).

Por lo tanto, en el estándar de vida moderno, el crecimiento de la industrialización conduce a aumentar la tasa incontrolable de efluentes y la generación de desechos sólidos y la eliminación de desechos se convierte en un gran desafío para todos los países (Vijayan D y Parthiban D.,2020 p.1). También la condición inicial de los agregados de concreto reciclado influye mucho en el estado fresco y endurecido del

concreto, sin embargo, no se recomienda dicha compensación total de la absorción de agua en los agregados (Sosa M et al., 2021, p.1).

Por ende, ante lo mencionado se plantea el **problema de general**: ¿Cuál es el uso de agregados reciclados en la elaboración de concreto?

### **Problemas específicos**

**Pe1:** ¿Cuál es el óptimo nivel de sustitución de concreto reciclado por agregados de petróleo?

**Pe2:** ¿Cuál es el diseño de mezcla del concreto sustituyendo los agregados por concreto reciclado?

**Pe3:** ¿Cuál es la resistencia a la compresión de los concretos experimentales?

De igual manera se planteó el **objetivo general**: evaluar el uso de agregados reciclados en la elaboración de concreto

Así mismo, los siguientes objetivos específicos:

**Oe 1:** Determinar el óptimo nivel de sustitución de concreto reciclado por agregados pétreos

**Oe 2:** Determinar el diseño de mezcla del concreto sustituyendo los agregados por concreto reciclado

**Oe 3:** Evaluar la resistencia a la compresión de los concretos experimentales

En consecuencia, también se plantea en el presente trabajo la siguiente **hipótesis general**: El uso de agregados reciclados genera efectos óptimos en la elaboración de concreto

Siendo como **hipótesis específicas**:

**He1:** el óptimo nivel de sustitución de concreto reciclado genera un incremento de mejora en los agregados pétreos

**He2:** los agregados por concreto reciclado sustituyen el diseño de mezcla de concreto

**He3:** la adecuada resistencia mejora la c9mpresion de los concretos experimentales

Como **Justificación del problema** la principal motivación del trabajo fue reducir el uso de materiales vírgenes nuevos y emplear mayor uso de materiales reciclados para la elaboración de concreto, con la finalidad de presentar una óptima resistencia a la compresión de los concretos experimentales

Como **justificación metodológica** se detallan datos reales y veraces del óptimo nivel de sustitución de concreto reciclado por agregados pétreos y la resistencia a la compresión de los concretos experimentales; por lo que, se harán uso de los laboratorios de la universidad Cesar Vallejo, así como el uso de los instrumentos debidamente calibrados para presentar información puntual.

Por otro lado, como **justificación económica** se reducen los materiales que elaboran el concreto, incrementando mayores usos de agregados reciclados que generan la disminución de costos al utilizar materiales que inicialmente no presentaban un valor económico alto o ningún valor agregado.

Por último, como **justificación ambiental**, los agregados reciclados en la elaboración de concreto ayudan a obtener un material similar al concreto en sus condiciones físicas y mecánicas, por lo que, ayuda a disminuir el uso de nuevos agregados, utilizando materiales reciclados y por ende reduciendo la contaminación ambiental en el proceso de explotación y pasos siguientes hasta disminuir los residuos innecesarios.

# **III. MARCO TEÓRICO**

Bastidas -Martínez et al., (2022, p.1); de acuerdo al estudio realizado presento una revisión del estado del conocimiento referente al uso de agregados de concreto reciclado (RCA) cuando estos se utilizan en la fabricación de mezclas asfálticas (principalmente mezclas asfálticas en caliente tipo HMA). En su metodología presentó los aspectos ambientales, así como los posibles beneficios y limitaciones del uso de RCA como reemplazo de NA en mezclas asfálticas. En el resultado mencionó que no es posible establecer un patrón de comportamiento, ya que las propiedades de la RCA son muy heterogéneas y varían de la fuente inicial del concreto. Concluyendo que, el RCA tiene un gran potencial de uso en la fabricación de mezclas asfálticas, porque en la mayoría de los estudios, las mezclas con estos materiales cumplen con los requisitos de calidad contemplados en las especificaciones de construcción, principalmente en vías de bajo volumen.

Xiao Jian zhuang et al., (2022, p.1); en su estudio realizo pruebas de flexión de tres puntos en vigas con muescas centrales para apreciar los efectos de las combinaciones de agregados y los contenidos de RP en el mecanismo de fractura de meso escala y los parámetros de fractura de macro escala de FRAC. Se hayo que el FRAC mostro falla trans granular o intergranular con RCA o RFA, respectivamente. el remplazo de RCA tuvo poco efecto en los desplazamientos críticos de apertura de grietas., pero la sustitución de RFA y RP los aumentó y los disminuyó, respectivamente. Solo la incorporación de RFA redujo la tenacidad inicial al agrietamiento de FRAC. El uso de RA, especialmente RCA, redujo la fractura  $G_f$  y la tenacidad de fractura inestable  $K_I$  cun mientras que el uso de RP tuvo un impacto limitado. como resultado de la longitud característica mostraron que los RA hicieron más frágil el comportamiento de fractura del concreto mientras que el RP jugó un papel opuesto. Ambas cosas. Lo primero fue notable en FRAC debido a la variación de la combinación de agregados, mientras que lo último probablemente estuvo asociado con el tamaño de los agregados.

Raman J. et al., (2021, P.1); en su investigación uso las siguientes técnicas como tratamientos mecánicos y químicos para recuperar las propiedades de RCA; y en su metodología experimental preparó seis mezclas de concreto diferentes usando agregado grueso virgen, RCA; agregado obtenido después del tratamiento de lavado mecánico (MS), ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y ácido clorhídrico (HCl). En sus resultados obtuvo que la resistencia a la compresión del agregado tratado mejoró entre un 7,78



y un 25,79 % en comparación con el concreto con agregado reciclado sin tratar. La resistencia a la tracción dividida se ha mejorado entre un 5,22 y un 18,80 % más que la del agregado sin tratar; y además, la resistencia a la flexión de varios RAC tratados mejoró entre un 4,91 % y un 25,24 % a los 28 días más que el hormigón con áridos reciclados sin tratar. El valor de alcalinidad del hormigón se elabora con todo tipo de áridos gruesos, la valoración del pH oscila entre 11,9 y 12,24 y es bastante buena. En la prueba de secado, los valores mejoran entre un 6,07% y un 28,88% a los 28 días en comparación con el hormigón de áridos gruesos sin tratar. En prueba de absorción de agua; el agregado tratado mejoró sus resultados en un 4.84–31.06% que el concreto agregado sin tratar. Y como conclusión arrojo que la investigación da mejores resultados de varios RCA tratados en concreto. Especialmente, El tratamiento de lavado mecánico (MS) recuperó más que otras técnicas. Pero los resultados no superan los del hormigón convencional.

Akhtar M. et al., (2022, P1); en su estudio utilizó el humo de sílice para la fabricación de hormigón en el cual la metodología consistió en realizar una revisión sistemática para la extracción de datos los resultados de los estudios experimentales obtuvieron que el 30 % de los RA alcanzan una resistencia similar en comparación con el hormigón hecho con agregados naturales (AN). Al 50 %, la resistencia a la compresión se redujo simplemente y al 100 %, se vio una baja significativa de la resistencia. La variación positiva en la fuerza se observó cuando se incorporó SF del 5 al 20%. Sin embargo, el mejor resultado en resistencia a la compresión se vio con un reemplazo del 10 % de cemento Portland (OPC); además, la durabilidad del concreto hecho por RA fue ligeramente menor y el concreto a base de SF fue mayor que el concreto normal. Concluyéndose que a partir de este estudio de revisión que la combinación de residuos de RFA y SF sería respetuosa con el medio ambiente en asociación con un hormigón más sostenible.

Patra Indrajit et al., (2022, p.1); en su investigación aborda como se puede utilizar varias veces los tipos de basura de la construcción, como los agregados de concreto de desecho y reutilizarlos en proyectos nuevos aquí se evaluó la influencia de estas sustancias tienen en la resistencia a la compresión flexión de los casos de hormigón. En dicho estudio, el enfoque es en ciertos tipos de basura como sustituto de materiales de gran tamaño como la grava. La relación de agua a cemento en este concreto es 0.56, y el porcentaje de áridos grandes reciclados respecto a áridos

grandes naturales y frescos oscila entre 0 y 60, siendo 20 y 30 los menos reciclados y 60 los más reciclados. 7 y 28 días de curación fueron los dos tiempos separados para los que se realizaron las pruebas. En base a los hallazgos, aumentar la tasa de reemplazo tiene un efecto en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión del material; sin embargo, estas reducciones en la fuerza no son estadísticamente significativas. La baja resistencia a la compresión se puede atribuir a la excesiva absorción de agua de los materiales reciclados y la débil adherencia entre los agregados reciclados, el mortero envejecido y la pasta de cemento. Donde se muestra que los materiales reciclados también tienen poca adherencia entre sí. La falta de cohesión de los materiales reciclados y la trituración de esos agregados durante el proceso de mezclado son dos contribuyentes adicionales al aumento de los finos de concreto y la resistencia a la compresión bajo en 50% como efecto directo del reemplazo.

Sobuz M. et al., (2022, p.1); en el presente artículo se estudia las propiedades mecánicas y en fresco del hormigón de alta resistencia (HSC) mediante la incorporación de áridos de hormigón reciclado (RCA) en diferentes tamaños y concentraciones. Donde la metodología consistió en usar el hormigón con agregado reciclado (RAC) se usó reemplazando parcialmente el RCA con agregado grueso natural (NCA) al 0 %, 15 %, 30 % y 45 % con tamaños de agregado que oscilan entre 5 y 12 y entre 12 y 20 mm .donde se probó y dejó ver las propiedades del hormigón fresco, como el asentamiento, la bola de Kelly, el factor de compactación, el asentamiento K y la densidad fresca, la bola de Kelly, el factor de compactación, el asentamiento K y la densidad fresca, para determinar la influencia del tamaño y la concentración de RCA. Donde también se estudiaron las propiedades mecánicas a través de la ejecución de ensayos de compresión, tensión-deformación y esfuerzo-deformación. Aquí vemos los resultados de la prueba que revelan que el aumento de la concentración de RCA baja las propiedades frescas y endurecidas de HSC. En la experimentación con concreto fresco, las mezclas RAC de tamaño de agregado de 12–20 mm exhibieron una mayor trabajabilidad que las mezclas de agregado de 5–12 mm. cuando hablamos de sostenibilidad, en este estudio se hayo que el rango de tamaño más pequeño de RAC produce  $\text{CO}_2$  ( $\text{eCO}_2$ ) y deja una solución rentable para toda la industria de la construcción.

Xing W. et al., (2022, p.1); en este estudio adquirió el potencial del concreto con áridos reciclados en términos de sostenibilidad, donde el estudio hecho evaluó el impacto ambiental de 57 productos de concreto como un enfoque de valuación del ciclo de vida. En la metodología se realizó la comparación del concreto con áridos vírgenes, el concreto con áridos reciclados y el hormigón con CO<sub>2</sub> bajo el mismo mezclar diseño. Los resultados de este estudio muestran que el cemento da un enorme impacto ambiental de acuerdo con el cometido y el tipo de agregado que se usa, además obtuvieron que los aditivos químicos y el acondicionamiento con carbono del agregado reciclado tienen solo una ligera influencia en los resultados desde otro punto y el acondicionamiento con carbono benefició tanto a las propiedades técnicas como al ahorro de carbono del hormigón, promoviendo que el hormigón con CO<sub>2</sub> sea el mejor en cuanto a potencial de calentamiento global. Concluyendo que las ventajas para el medio ambiente del hormigón con áridos reciclados y el CO<sub>2</sub> en el concreto es más pronunciado cuando se incorporan materiales cementicios suplementarios.

Katerusha D. et al., (2022, p.1); En este estudio se investigó la idea de cuál debería ser el precio óptimo del hormigón con áridos reciclados para que sea generalmente aceptado y que medidas monetarias se deberían de tener para aumentar la disposición de utilizar el hormigón con áridos reciclados. Como metodología se encontró que el corredor de precios óptimo para el hormigón con áridos reciclados debe estar entre el 83,3% y el 100% del precio de referencia regional para el hormigón convencional. Después también se encontró que el reembolso de los costos adicionales necesarios para asegurar el precio óptimo del hormigón con agregados reciclados, aumenta significativamente la disposición a usarlo. Consiguiendo como resultado que se sugiere una posible ayuda estatal temporal para garantizar la competitividad de los precios puede aumentar el que se pueda usar el hormigón con áridos reciclados por lo tanto hacer una reducción en la cantidad de residuos generados y también el consumo de recursos primarios. Concluyéndose que, para poder diseñar una posible ayuda monetaria al uso de hormigón con árido reciclado, se propuso una idea sencilla para minimizar el impacto negativo y tiene en cuenta la proporción de árido reciclado realmente utilizado en el hormigón.

Ali Babar et al., (2022, p.1); fomento un estudio donde planteo la idea de utilizar fibra de nailon reciclado (RNF) para mejorar la ductilidad del hormigón de alto rendimiento (HPC) fabricado con CRA. para ello se usó el efecto de RNF sobre las propiedades

de HPC. RNF se introdujo en HPC en cuatro fracciones de volumen diferentes, es decir, 0,1 %, 0,25 %, 0,5 % y 1 %. Donde los resultados mostraron que RNF es generalmente perjudicial para la resistencia a la compresión y la densidad de HPC. Sin embargo, al 0,1 % en volumen, RNF mostró un efecto nominalmente positivo sobre la resistencia a la compresión, la adición de RNF fue muy útil para mejorar la resistencia a la tracción por división y la resistencia al agrietamiento de HPC y la pérdida de resistencia a la tracción del HPC debido a la incorporación del 50 % y el 100 % de CRA también se puede equilibrar utilizando 0,25–0,5 % de RNF. Así se pudo concluir que la absorción de agua y la permeabilidad al cloruro de HPC se reducen abismalmente con la incorporación de 0,1–0,25 % de RNF. La dosis recomendada de RNF es de 0,25 %, considerando la máxima resistencia a la tracción y baja permeabilidad del HPC.

Apoorva M. et al., (2022, p.1); en este estudio investigó la trabajabilidad y las resistencias mecánicas del hormigón autocompactante. (SCC) para grados estándar y superiores con la inclusión de materiales sostenibles como cenizas volantes, GGBS y materiales reciclados finos. también se compararon con la mezcla nominal que contenía arena M como material fino. Los diferentes porcentajes de reemplazo adoptados para el estudio fueron 50% y 100%. Obteniendo como resultado un mejor flujo y consistencia, pero menor fuerza en compresión, tensión y flexión, además tiene una baja tendencia con el aumento en el reemplazo de los agregados reciclados se puede entender por su mala calidad, la humedad y también las propiedades de dicha fuente. Por lo tanto, se pudo concluir que al reemplazar ciertas cantidades apropiadas de materiales reciclados puede este método tomarse para aplicaciones estructurales y así minimizar las consecuencias en el medio ambiente, el uso de dichos materiales reciclados.

Ante los estudios realizados frente en los últimos años que aplican el uso de agregados reciclados en la elaboración de concreto se muestra a continuación la dicha problemática que engloba a este estudio:

El concreto se usa a nivel mundial en materiales de construcción para casi todos los sistemas de infraestructura civil que respaldan una mejor calidad de vida, y actualmente no existe un sustituto que pueda cumplir con su capacidad funcional (Afzal J. et al.,2022, p1).

Se sabe que el hormigón es el segundo material más usado en el mundo después del agua (Hottle T. et al.,2022, p.2). Confirmando lo dicho por Wang Z. et al., (2022, p.1). que, en comparación con otros materiales, en estos días solo es superado por el agua, quien es el material más usado empleado al año por cada persona en el mundo y en la construcción es utilizado el doble de concreto que todos los demás materiales de construcción combinado.

El concreto y su intensa producción es impulsada de manera principal por las crecientes necesidades a nivel de infraestructura y de vivienda, crecimiento masivo de la población y la urbanización que se espera que en las próximas décadas en el mundo avencine la demanda de cemento y concreto ira en aumento (Belaid F.,2022, p.1).

Al mismo tiempo el concreto sigue siendo una necesidad importante para el desarrollo económico, pero su elaboración desgasta mucha energía y generan demasiada contaminación incluidas las emisiones de  $SOO_2$  y  $CO_2$  (Uwasu M. et al., 2016, p.1).

En medida que la producción del concreto va creciendo en todo el mundo, asimismo lo hace también el uso y el consumo de los recursos abióticos, como por ejemplo los áridos que dañan el medio ambiente (De Brito et al., 2019, p.2093). Así también la producción de concreto o también conocido como hormigón es un proceso que consume mucha energía y actualmente enfrenta una serie de desafíos para reducir la huella de carbono y hacerlo más económico (Reddy M. et al., 2018, p.225).

El sector de la construcción sigue siendo responsable de el 40% de las emisiones relacionadas con la energía en todo el mundo, el uso de materiales de hormigón con bajo contenido de carbono está siendo reconocido como una manera factible de reducir el impacto del carbono para nuestro medio ambiente (Chen S. et al.,2023, p.1)

Siendo entre estos productos utilizados para su elaboración el cemento el cual genera contaminación ambiental por la liberación de gases de efecto invernadero como se muestra en la figura 1.

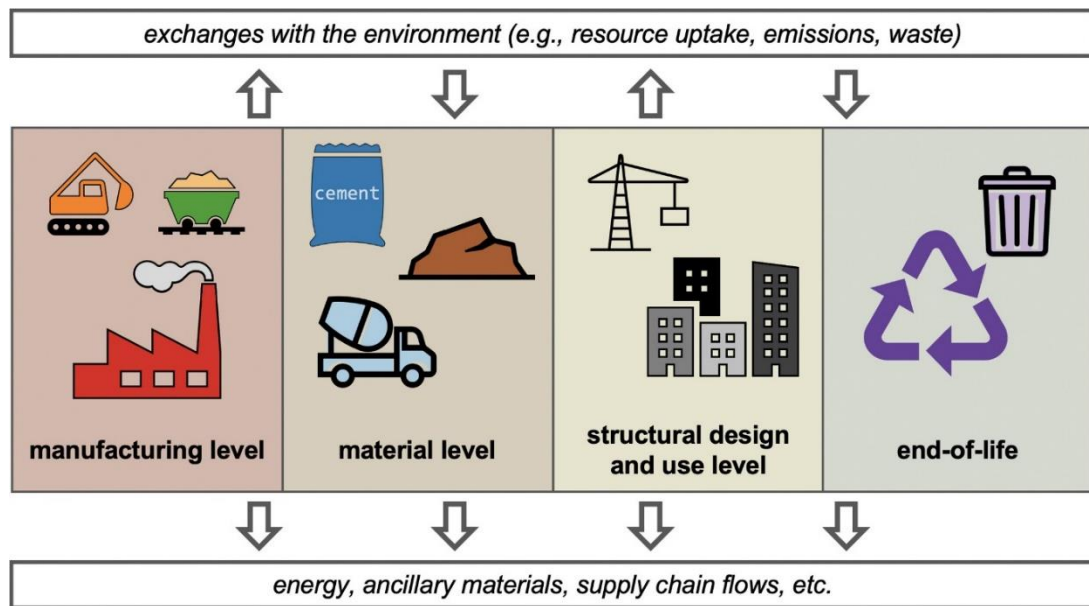


Figura 1. Emisiones de GEI por el uso del cemento en sus diversos procesos

Fuente: Miller Sabbie A., et al. (2021)

Además, el concreto en su uso involucra a miles de profesionales, como personal de campo, académicos y también de laboratorio para su producción, por lo cual se produce un gran margen de error, que puede generar un concreto de baja calidad. (Orozco M. et al., 2018, p.1). Se sabe también que el concreto es de los más utilizados, pero también tiene un alto índice en la formación de grietas, las cuales conducen a una reducción significativa en la vida útil del concreto. (Seifan M. et al., 2016, p.1)

Ante lo expuesto se sabe que la elaboración del concreto genera contaminación por las diversas formas de emitir CO<sub>2</sub> como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Emisión de CO<sub>2</sub> mediante la elaboración del concreto

<b>Actividad</b>	<b>Factor de emisión</b>	<b>Unidad</b>
<b>Árido grueso (Granito)</b>	0.0459	tonelada CO <sub>2</sub> - e/tonelada
<b>Agregado fino</b>	0.0139	tonelada CO <sub>2</sub> - e/tonelada
<b>Cemento</b>	0.8200	tonelada CO <sub>2</sub> - e/tonelada
<b>Cenizas volantes (tipo F)</b>	0.0270	tonelada CO <sub>2</sub> - e/tonelada
<b>GGBFS</b>	0.1430	tonelada CO <sub>2</sub> - e/tonelada
<b>Dosificación de hormigón</b>	0.0033	tonelada CO <sub>2</sub> -e/m <sup>3</sup>
<b>Transporte de hormigón</b>	0.0094	tonelada CO <sub>2</sub> -e/m <sup>3</sup>
<b>Actividades de colocación en el sitio</b>	0.0090	tonelada CO <sub>2</sub> -e/m <sup>3</sup>

Fuente: Sonedi M. et al., (2016)

Para la fabricación del concreto puede realizarse con diversas materias primas como lo son, la arena y rocas que constituyen un aproximado del 65% al 75% del volumen total del concreto, así como agua, material cementante y varios aditivos que conforman el volumen restante (Sabau et al.,2016, p1) .Pero, no obstante es cada vez mas preocupante que este material presente problemas en la durabilidad ,por el deterioro propio del concreto, como resultado con la interacción de agentes del medio ambiente Neville A. y Brooks J. 2010 citado por Solis C.et al., (2019, p2).

Frente a lo antes expuesto se sabe que el concreto y su durabilidad se ven afectados por el medio ambiente como se muestra en la figura 2



Figura 2. Factores que afectan la durabilidad del concreto(hormigón)

Elaboración propia

Pero, la huella ecológica del hormigón es importante porque requiere mucha agua, materias primas (áridos), cemento y energía para ser producido (Hottle T. et al.,2022, p.2).

Por lo cual, hoy en día se viene aplicando técnicas sobre el uso de agregados reciclados como materiales para la elaboración del concreto y con esto hacer frente a las actuales preocupaciones ambientales, las investigaciones están buscando materiales sostenibles como fuentes alternativas para el futuro (Shmls M. et al.,2022, p.1). Según conceptos recientes la industria de la construcción genera grandes cantidades de desechos que necesitan ser reciclados y posteriormente reutilizados como agregados reciclados, el reciclaje contribuye a la reducción de residuos y minimiza el consumo de energía y ayuda a lograr una industria de la construcción más sostenible (Kenai Said 2018., p.1)

Siendo así que se requieren acciones inmediatas para combatir el cambio climático y sus impactos, por lo que hay estudios viables de producir el concreto o hormigón, utilizando los agregados reciclados (Colangelo F.et al.,2021 p.1).

El uso de agregados es considerado beneficioso por su carácter de sostenibilidad, además que mejoran varias propiedades y garantizar una baja permeabilidad en la matriz como resultado de la mejora de la microestructura del hormigón (Adesina A. et al.,2022 p.2). Además, contribuye a reducir el agotamiento de los agregados naturales



al ser utilizado como material alternativo para la elaboración del asfalto (Kareem A. et al.,2020 p.1).

También se determina que RA es un término genérico, que normalmente se refiere a los desechos de la construcción, excavación y demolición, así de esta manera surgieron tipos importantes de materiales derivados que se debe de saber (Obe R.et al.,2019 p.3).



Figura 3. Tipos de materiales derivados

Elaboración propia

Como método para mejorar la sustentabilidad del concreto o hormigón se planea reemplazar agregados naturales con agregados reciclados de esta manera reduce el impacto de agregados en la huella de carbono, también los agregados representan alrededor del 70% del volumen total del hormigón que es una cantidad que puede salvarse mediante el reciclaje (Pellegrino C. et al.,2019, p.4).

Por lo tanto, para la selección de un agregado reciclado para la elaboración del concreto se necesitó que en los últimos años se llevase a cabo investigaciones para analizar la viabilidad del árido reciclado debido a su mayor absorción de agua y menor densidad (De Andrade S. et al.,2022, p.1).

Por lo que, recientemente se llegó a la conclusión que existen varios agregados reciclados derivados de los desechos que han recibido mucha más atención (Jiang Y. et al.,2022, p.1). Estos agregados pretenden establecer un marco sostenible en la selección del hormigón con agregados reciclados donde se evaluó experimental y analíticamente las prestaciones técnicas de la mezcla del hormigón (Shmlis M. et al.,2022, p.1).

También se revisan la manera de usar lo AR derivados de la trituración y procesamiento de elementos de hormigón utilizados anteriormente, que contienen ladrillos, tejas, metales, vidrios, madera, papel, plástico y otros junto con hormigón triturado (Lu B. et al.,2018, p.1).

Sin embargo, el uso del concreto con áridos reciclados para que sea aceptado se está investigando cual debería de ser el precio adecuado y que medidas se pueden tomar para aumentar la disposición del uso de ello (Katerusha Dmytro, 2022., p.1).

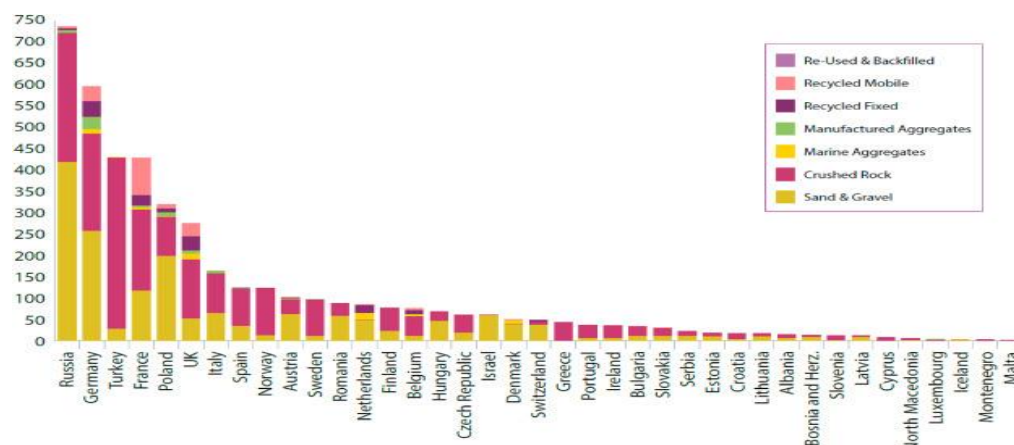


Figura 4. Producción de agregados naturales

Fuente: NEDELJKOVIĆ M. et al., (2021)

La figura 4, muestra la producción de agregados naturales de los últimos años, en términos reales desde 2018 hasta la fecha y sus cantidades en diferentes países. Sin embargo, las cantidades están disminuyendo y su extracción produce serios problemas.

Pero, un problema importante para la utilización a gran escala de los agregados reciclados es la disponibilidad de materia prima en diversos países por las concentraciones en los AR que tienden a ser irregulares y varían. Pueden verse afectados por varios factores, como el nivel de contaminación de los desechos antes del procesamiento y la calidad de la clasificación de los desechos (Silva R. et al.,2019, p.4).

Sin embargo, la proporción de RHA que reemplaza al cemento es 0%, 20%, 40%, 60%, 80% de la calidad del concreto, y se utilizó agregado reciclado de residuos de construcción para reemplazar el 40% del agregado natural. Resumiendo, que pueden utilizarse como una alternativa de bajo costo (Yan K. et al.,2022, p.1).

# **III. METODOLOGÍA**

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

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

El actual estudio de investigación es de tipo aplicada; y se basa en la evaluación del uso de agregados reciclados en la elaboración de concreto. En donde Thomas W. Edgar D. O., (2017, p.63), sugiere que en dicho estudio se usa desde la toma de la problemática que la sociedad pasa, adoptando como enfoque la búsqueda de una solución a aquel problema por medio de conocimientos adquiridos, así también, nos dice que se utiliza para aplicarse en estudios que exploren solucionar los problemas y concretar procesos para tener un funcionamiento eficiente.

Donde también, la investigación se enfoca en la solución de problemas, describiendo y analizando el desarrollo científico de la investigación, con la búsqueda de presentar soluciones a la problemática (Wokje Abrahams., 2019, p.3).

#### **3.1.2. Diseño de investigación**

Esta investigación es del tipo experimental, por lo que se empleará la técnica estadística en donde se muestra que una de las variables será manipulada de forma intencional para así verificar el poder que presenta la variable independiente y cuál fue el cambio o las alteraciones en la variable dependiente (Kerry Tanner., 2018, p.337). Por lo cual en este trabajo se aplicó el tipo de investigación aplicada de diseño experimental con el enfoque cuantitativo, por lo que se desarrolló la elaboración de concreto, a través de la técnica del uso de agregados reciclados.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Las variables de estudio fueron las siguientes:

Variable independiente: Uso de agregados reciclados

- Dimensiones de la V.I.:
  - Concreto control al 0%
  - Concreto experimental al 10%
  - Concreto experimental al 20%
  - Concreto experimental al 30%

Variable Dependiente: Elaboración de concreto

- Dimensiones de la V. D.:
  - Concreto
  - Arena
  - Piedra
  - Agua

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

#### **3.3.1. Población**

En este presente estudio se refieren con población a los agregados reciclados

- a) Criterio de inclusión: Uso de agregados reciclados
- b) Criterio de exclusión: Concreto convencional

#### **3.3.2. Muestra**

En el presente estudio la muestra de este trabajo se representa con los agregados reciclados que vienen a ser concretos de escombros o demolición, arena, piedra, concreto reciclado que es la muestra recolectada que como parte de los ensayos; se tiene que evaluar la fuerza del concreto, en cuanto al porcentaje de agregados que se usaron.

### **3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos**

La técnica que fue utilizada en este presente estudio fue el de la matriz de categorización en la que se propuso y se estudió la evaluación del uso de grados reciclados para la elaboración de concreto.

### **3.5. Procedimientos**

Por intermedio del siguiente diagrama de flujo se muestra que en el grafico 2 es donde se detalla el siguiente procedimiento seguido donde se evaluó el uso de agregados reciclados para la elaboración de concreto Para determinar la fuerza del concreto se realizó una serie de procedimientos, el cual consiste en hacer la elaboración de concreto con un porcentaje de AR y consecuentemente se realizaron pruebas para ver la calidad y durabilidad mediante los días de secado del concreto.

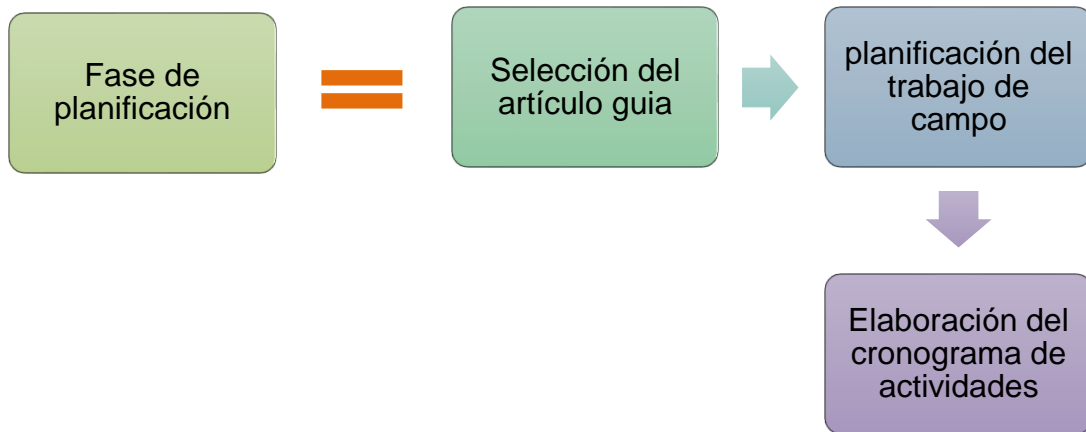


Figura 5. Primera etapa de la investigación

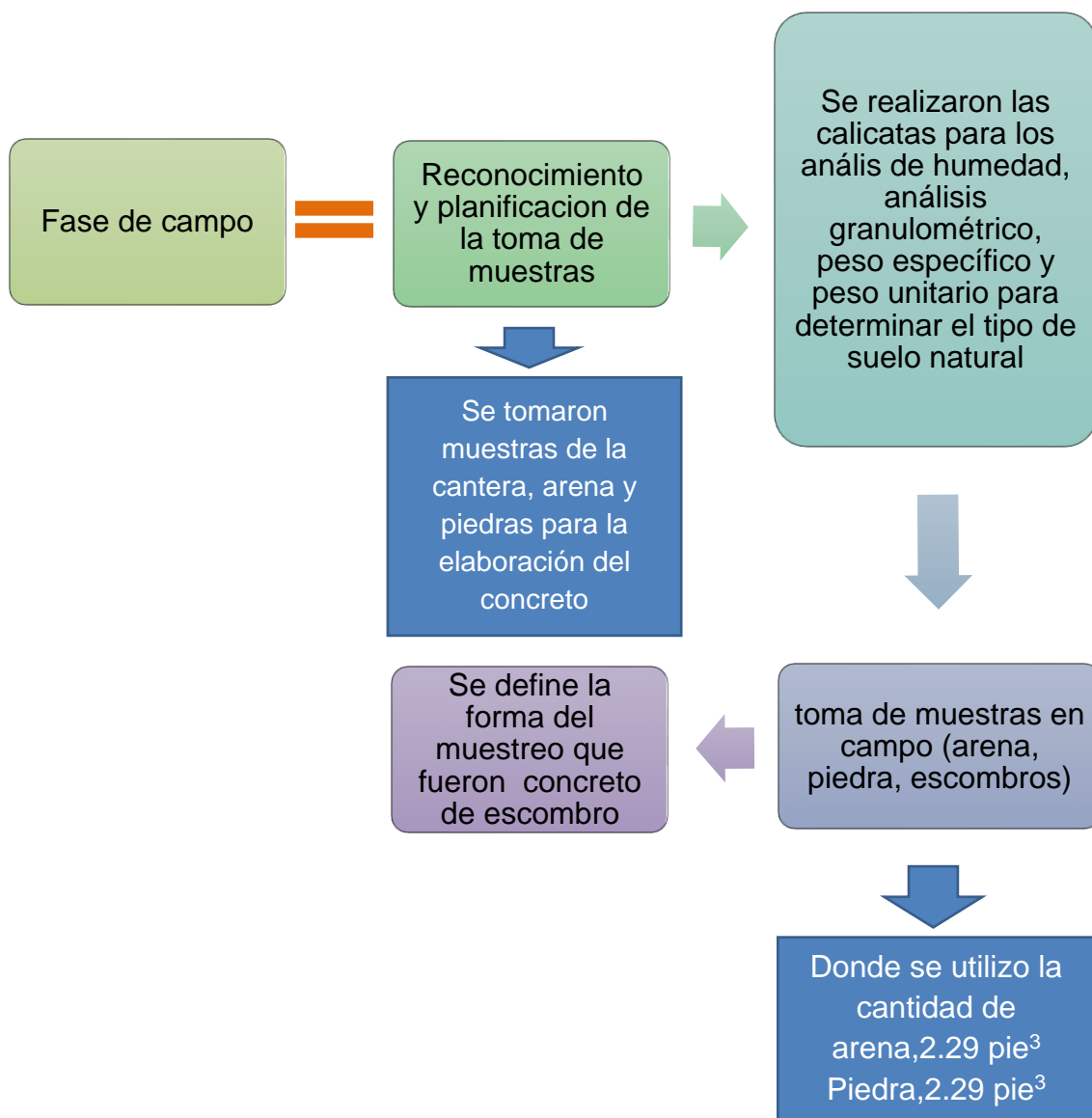


Figura 6. Segunda etapa de la investigación

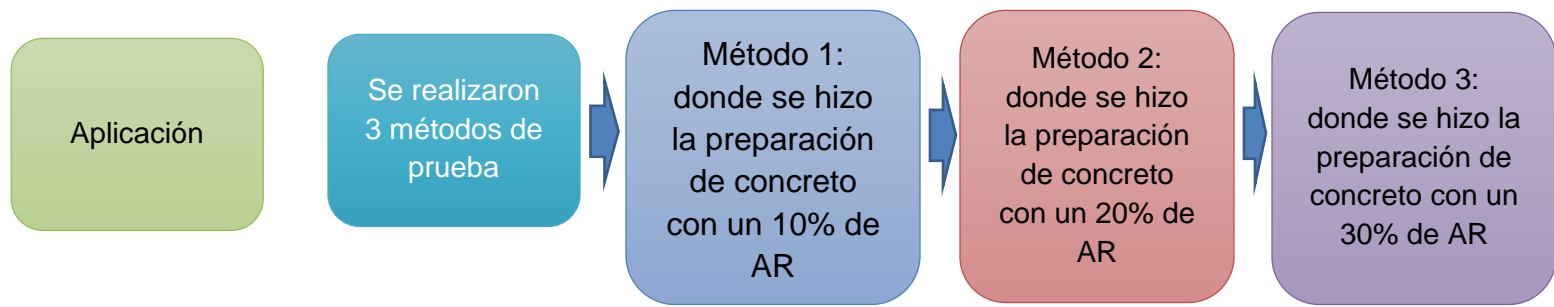


Figura 7. Tercera etapa de la investigación

### 3.6. Método de análisis de datos

En el presente trabajo se utilizó el Microsoft Excel y softwares como el Minitab para así poder constatar las hipótesis, estadísticas y conclusiones, así una vez que se recopiló la información bibliográfica, artículos, fichas y normativas, se prosiguió con el inicio de ensayo de laboratorio para poder evaluar el determinado uso de agregados en la elaboración de concreto.

### 3.7. Aspectos éticos

Este trabajo respeta los derechos y confidencialidad utilizando citas, textos, normas, para la recopilación de información teniendo en cuenta las pautas de ISO 690. se respetó también la ética de la universidad Cesar Vallejo comprobando que el estudio es auténtico, una vez finalizada la investigación los resultados se orientan a publicaciones en artículos científicos o revistas.



# **IV. RESULTADOS**

Tabla 2. Contenido de humedad arena

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	495.60	494.80	496.10
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	4.40	5.20	3.90
MS	495.60	494.80	496.10
Contenido de humedad (%)	0.89	1.05	0.79
Humedad Promedio (%)	<b>0.91</b>		

Tabla 3. Granulometría arena

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	ABERT. (mm.)				
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	12.70	0.89	0.89	99.11
N° 8	2.360	120.50	8.43	9.31	90.69
N° 16	1.180	350.60	24.52	33.83	66.17
N° 30	0.600	320.30	22.40	56.23	43.77
N° 50	0.300	290.40	20.31	76.53	23.47
N° 100	0.150	250.60	17.52	94.06	5.94
N° 200	0.075	85.00	5.94	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		1430.10	100.00		

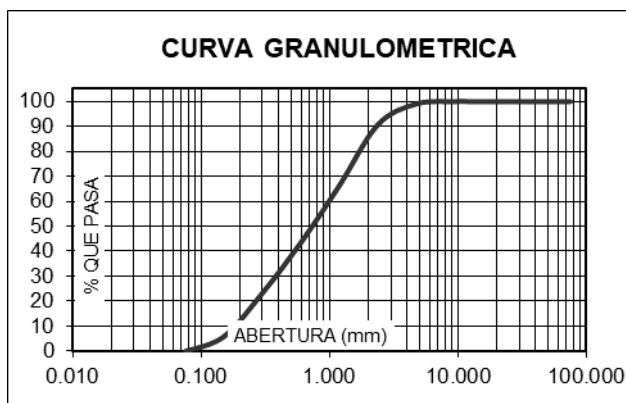


Figura 8. Curva granulométrica arena

Tabla 4. Peso específico arena

P.e. Bulk (Base Seca)	2.775
P.e. Bulk (Base Saturada)	2.808
P.e. Aparente (Base Seca)	2.868

Tabla 5. Peso unitario suelto arena

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7650	7680	7660
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4324	4354	4334
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1551	1562	1555
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1556</b>		

Tabla 6. Peso unitario compactado arena

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8250	8260	8270
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4924	4934	4944
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1766	1770	1773
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1770</b>		

Tabla 7. Contenido de humedad Piedra

ENSAYO N°	1	2	2
Peso de tara + MH	800.10	800.20	800.30
Peso de tara + MS	785.80	785.10	784.80
Peso de tara	250.10	282.70	282.70
Peso del agua	14.30	15.10	15.50
MS	535.70	502.40	502.10
Contenido de humedad (%)	2.67	3.01	3.09
<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>2.92</b>		

Tabla 8. Granulometría piedra

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm.)				
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	660.00	5.41	5.41	94.59
1/2"	12.500	6530.00	53.52	58.93	41.07
3/8"	9.500	4100.00	33.61	92.54	7.46
Nº 4	4.750	910.00	7.46	100.00	0.00
Nº 8	2.360	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		12200.00	100.00		

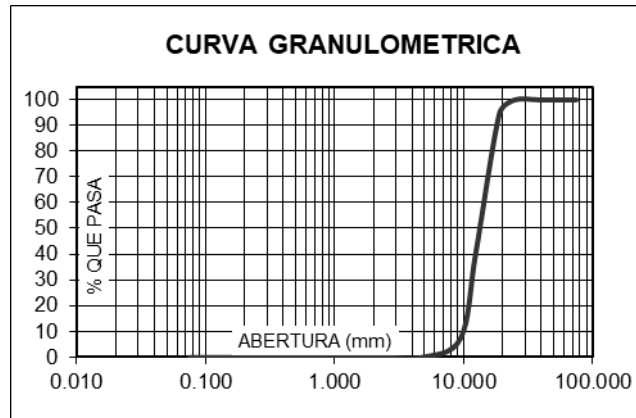


Figura 9. Curva granulométrica piedra

Tabla 9. Peso específico Piedra

P.e. Bulk (Base Seca)	<b>2.812</b>
P.e. Bulk (Base Saturada)	<b>2.860</b>
P.e. Aparente (Base Seca)	<b>2.952</b>

Tabla 10. Peso unitario suelto piedra

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19300	19280	19270
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14180	14160	14150
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m3 )	1516	1514	1513
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1514</b>		

Tabla 11. Peso unitario compactado Piedra

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19800	19850	19880
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14680	14730	14760
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m3 )	1569	1575	1578
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1574</b>		

Tabla 12. Contenido de humedad agregado reciclado

ENSAYO N°	1	2	2
Peso de tara + MH	750.00	750.00	750.00
Peso de tara + MS	747.50	746.50	746.80
Peso de tara	250.10	282.70	282.70
Peso del agua	2.50	3.50	3.20
MS	497.40	463.80	464.10
Contenido de humedad (%)	0.50	0.75	0.69
<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>0.65</b>		

Tabla 13. Granulometría agregado reciclado

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm.)		PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	500.00	4.35	4.35	95.65
1/2"	12.500	6200.00	53.91	58.26	41.74
3/8"	9.500	3850.00	33.48	91.74	8.26
Nº 4	4.750	950.00	8.26	100.00	0.00
Nº 8	2.360	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		11500.00	100.00		

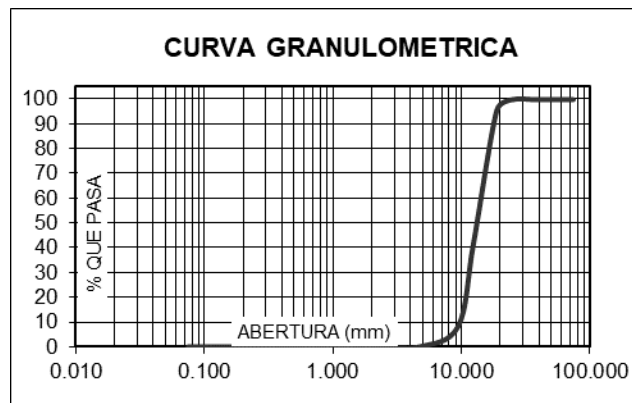


Figura 10. Curva granulométrica agregado reciclado

Tabla 14. Peso específico agregado reciclado

P.e. Bulk (Base Seca)	2.161
P.e. Bulk (Base Saturada)	2.279
P.e. Aparente (Base Seca)	2.450

Tabla 15. Peso unitario suelto agregado reciclado

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	16800	16850	16880
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	11680	11730	11760
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m3 )	1249	1254	1257
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1253</b>		

Tabla 16. Peso unitario compactado agregado reciclado

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	17450	17480	17490
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	12330	12360	12370
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m3 )	1318	1321	1322
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1321</b>		

Tabla 17. Diseño de mezcla

Cemento	:	385.71 kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	206.73 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	922.91 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	915.28 kg/m <sup>3</sup>

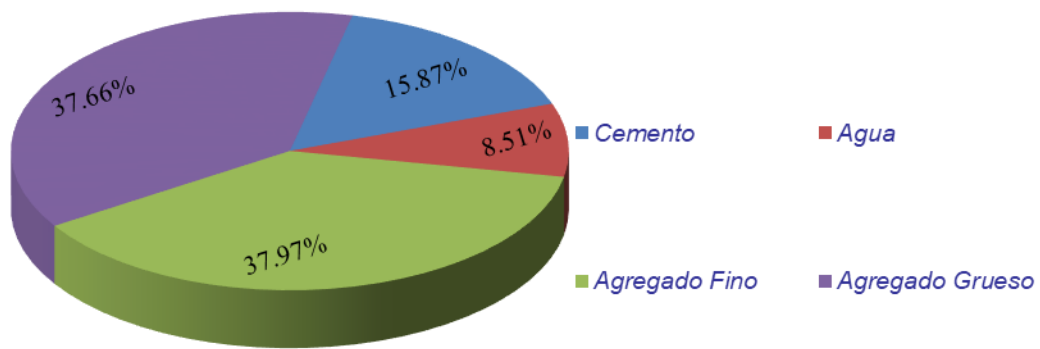


Figura 11. Proporción de agregados

Tabla 18. Resistencia a la compresión agregado control (0%)

TESTIGO	FECHA		EDAD	FC	PROMEDIO
	Nº	MOLDEO			
1	03/10/2022	10/10/2022	7	165.40	163.67
2	03/10/2022	10/10/2022	7	165.20	
3	03/10/2022	10/10/2022	7	160.40	
4	03/10/2022	17/10/2022	14	197.80	196.13
5	03/10/2022	17/10/2022	14	196.50	
6	03/10/2022	17/10/2022	14	194.10	
7	03/10/2022	31/10/2022	28	220.10	218.83
8	03/10/2022	31/10/2022	28	215.80	
9	03/10/2022	31/10/2022	28	220.60	



Tabla 19. Resistencia a la compresión agregado experimental (10%)

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	PROMEDIO
Nº	MOLDEO	ROTURA	DIAS		Kg/Cm2	
1	10/10/2022	17/10/2022	7		170.40	168.43
2	10/10/2022	17/10/2022	7		168.90	
3	10/10/2022	17/10/2022	7		166.00	
4	10/10/2022	24/10/2022	14		200.50	202.83
5	10/10/2022	24/10/2022	14		203.50	
6	10/10/2022	24/10/2022	14		204.50	
7	10/10/2022	07/11/2022	28		225.60	228.20
8	10/10/2022	07/11/2022	28		228.90	
9	10/10/2022	07/11/2022	28		230.10	

Tabla 20. Resistencia a la compresión agregado experimental (20%)

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	PROMEDIO
Nº	MOLDEO	ROTURA	DIAS		Kg/Cm2	
1	12/10/2022	19/10/2022	7		180.60	180.77
2	12/10/2022	19/10/2022	7		175.40	
3	12/10/2022	19/10/2022	7		186.30	
4	12/10/2022	26/10/2022	14		205.60	206.87
5	12/10/2022	26/10/2022	14		204.80	
6	12/10/2022	26/10/2022	14		210.20	
7	12/10/2022	09/11/2022	28		230.50	235.00
8	12/10/2022	09/11/2022	28		235.60	
9	12/10/2022	09/11/2022	28		238.90	

Tabla 21. Resistencia a la compresión agregado experimental (30%)

TESTIGO	FECHA		EDAD	FC	PROMEDIO
	Nº	MOLDEO	ROTURA	DIAS	
1	17/10/2022	24/10/2022	7	150.60	154.57
2	17/10/2022	24/10/2022	7	154.20	
3	17/10/2022	24/10/2022	7	158.90	
4	17/10/2022	31/10/2022	14	199.50	195.80
5	17/10/2022	31/10/2022	14	195.60	
6	17/10/2022	31/10/2022	14	192.30	
7	17/10/2022	14/11/2022	28	200.80	205.57
8	17/10/2022	14/11/2022	28	205.60	
9	17/10/2022	14/11/2022	28	210.30	

# V. DISCUSIÓN

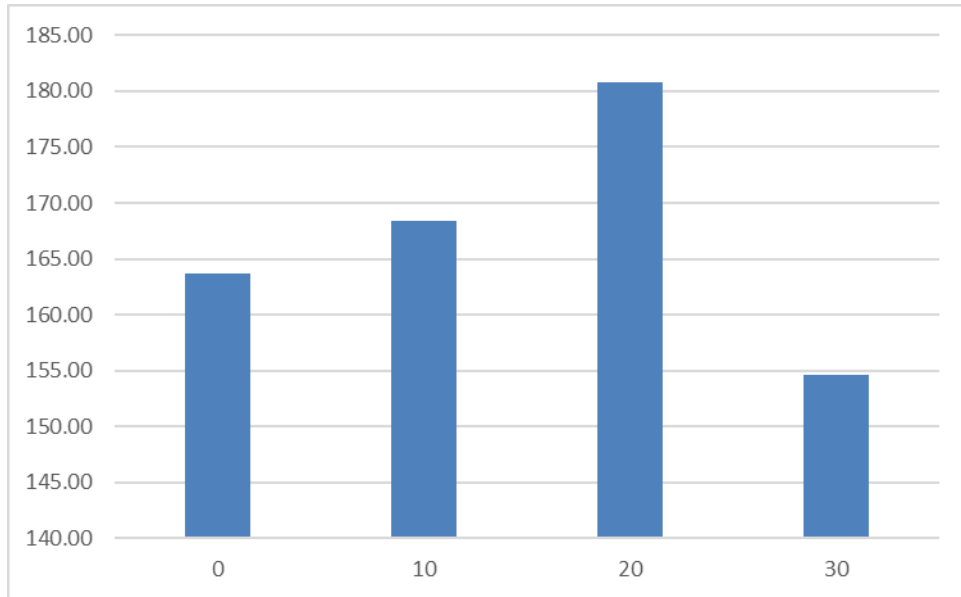


Figura 12. Comparativo de resistencia a la compresión 7 días

De la figura 8, se aprecia que los concretos experimentales con sustitución de 10% y 20%, superan la resistencia a la compresión del concreto control. También podemos apreciar que los concretos experimentales con sustitución de 30%, la resistencia a la compresión es inferior en comparación al concreto control. Siendo la edad de 7 días una visión del 75% de la resistencia de diseño.

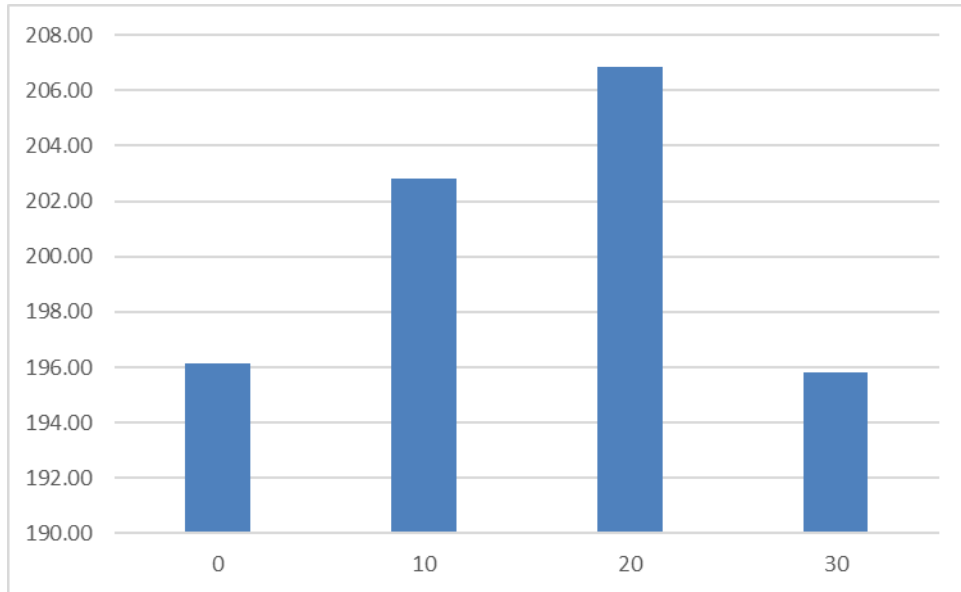


Figura 13. Comparativo de resistencia a la compresión 14 días

De la figura 9, se aprecia que los concretos experimentales con sustitución de 10% y 20%, superan la resistencia a la compresión del concreto control. También podemos apreciar que los concretos experimentales con sustitución de 30%, la resistencia a la compresión es levemente inferior en comparación al concreto control. Siendo la edad de 14 días una visión del 90% de la resistencia de diseño.

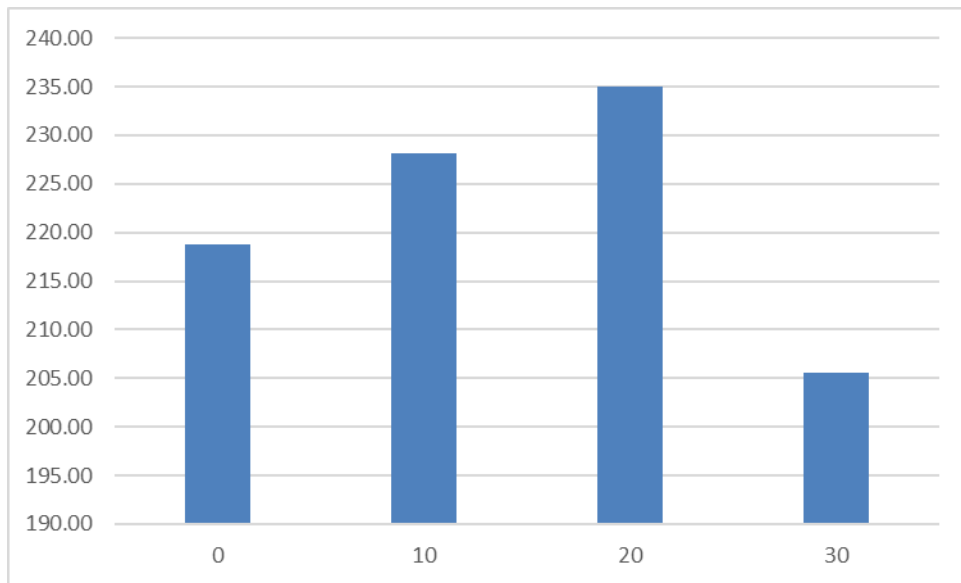


Figura 14. Comparativo de resistencia a la compresión 28 días

De la figura 10, se aprecia que los concretos experimentales con sustitución de 10% y 20%, superan la resistencia a la compresión del concreto control. También podemos apreciar que los concretos experimentales con sustitución de 30%, la resistencia a la compresión es muy inferior en comparación al concreto control. Siendo la edad de 28 días una visión del 100% de la resistencia de diseño.

# **VI. CONCLUSIONES**

- El óptimo nivel de sustitución de concreto reciclado por agregados pétreos es de 20%, donde se obtuvo una resistencia a la compresión de 235 kg/cm<sup>2</sup> en concreto experimental, frente a un 218 kg/cm<sup>2</sup>.
- El diseño de mezcla del concreto sustituyendo los agregados por concreto reciclado, será de 1 : 2.39 : 2.37 (Cemento : Piedra : Arena) incluyendo el 20% de agregados reciclados.
- Los niveles de sustitución de 10% y 20% de agregado reciclado por agregado pétreo, son factibles, mientras que un porcentaje mayor de 30%, no cumple con los requerimientos en un diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup>.



# **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda trabajar mayores niveles de sustitución con la inclusión de la sustitución de agregado fino.
- Se recomienda trabajar mayores niveles de sustitución con la inclusión de la sustitución de material cementante por compuestos amigables con el medio ambiente y reciclados.
- Realizar ensayos de elementos estructurales y construcciones a escalas.

# REFERENCIAS

1. ADESINA, Adeyemi; AWOYERA, Paul O. Influence of fly ash in physical and mechanical properties of recycled aggregate concrete. En The Structural Integrity of Recycled Aggregate Concrete Produced with Fillers and Pozzolans. Woodhead Publishing, 2022. p. 25-37. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824105-9.00004-4>
2. AFZAL, Jamil, et al. A Study on Thermal Analysis of under-construction Concrete Dam. Case Studies in Construction Materials, 2022, p. e01206. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01206>
3. AKHTAR, Mohammad Nadeem, et al. Incorporation of recycled aggregates and silica fume in concrete: an environmental savior-a systematic review. Journal of Materials Research and Technology, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.09.021>
4. ALI, Babar, et al. Improving the performance of recycled aggregate concrete using nylon waste fibers. Case Studies in Construction Materials, 2022, p. e01468. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01468>
5. APOORVA, M.; BOPPANA, Narendra Kumar. Development of standard and high strength concretes using sustainable & recycled materials. Materials Today: Proceedings, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.08.439>
6. BASTIDAS-MARTÍNEZ, Juan Gabriel; REYES-LIZCANO, Fredy Alberto; RONDÓN-QUINTANA, Hugo Alexander. Use of recycled concrete aggregates in asphalt mixtures for pavements: A review. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2022.08.001>
7. BELAÏD, Fateh. How does concrete and cement industry transformation contribute to mitigating climate change challenges?. Resources, Conservation & Recycling Advances, 2022, vol. 15, p. 200084. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200084>
8. CELIK, Kemal, et al. Effect of volcanic ash pozzolan or limestone replacement on hydration of Portland cement. Construction and Building Materials, 2019, vol.

197, p. 803-812. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.193>

9. CHEN, Siwei, et al. Reducing embodied carbon in concrete materials: A state-of-the-art review. *Resources, Conservation and Recycling*, 2023, vol. 188, p. 106653. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106653>
10. COLANGELO, Francesco; PETRILLO, Antonella; FARINA, Ilenia. Comparative environmental evaluation of recycled aggregates from construction and demolition wastes in Italy. *Science of The Total Environment*, 2021, vol. 798, p. 149250. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149250>
11. DE ANDRADE SALGADO, Fernanda; DE ANDRADE SILVA, Flávio. Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: A review. *Journal of Building Engineering*, 2022, vol. 52, p. 104452. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104452>
12. HO, Lanh Si; HUYNH, Trong-Phuoc. Recycled waste medical glass as a fine aggregate replacement in low environmental impact concrete: Effects on long-term strength and durability performance. *Journal of Cleaner Production*, 2022, vol. 368, p. 133144. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133144>
13. HOTTLE, Troy, et al. Environmental life-cycle assessment of concrete produced in the United States. *Journal of Cleaner Production*, 2022, vol. 363, p. 131834. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131834>
14. HOSSAIN, Md Uzzal, et al. Designing sustainable concrete mixes with potentially alternative binder systems: Multicriteria decision making process. *Journal of Building Engineering*, 2022, vol. 45, p. 103587. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103587>
15. JIANG, Yuan, et al. Properties and microstructure of packing-optimised recycled aggregate concrete with different cement paste or sand contents. *Construction and Building Materials*, 2022, vol. 344, p. 128178. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128178>

16. KAREEM, Abbaas I.; NIKRAZ, Hamid. Recycled aggregates (RAs) for asphalt materials. En *Advances in Construction and Demolition Waste Recycling*. Woodhead Publishing, 2020. p. 199-227. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819055-5.00011-5>
17. KATERUSHA, Dmytro. Investigation of the optimal price for recycled aggregate concrete—An experimental approach. *Journal of Cleaner Production*, 2022, vol. 365, p. 132857. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132857>
18. KENAI, Said. Recycled aggregates. En *Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete*. Woodhead Publishing, 2018. p. 79-120. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102156-9.00003-1>
19. Kerry Tanner. Chapter 14 - Experimental research. *Research Methods (Second Edition)*. 2018, Pages 337-356. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102220-7.00014-5>
20. KUORIBO, Ewald; MAHMOUD, Hatem. Utilisation of waste marble dust in concrete production: A scientometric review and future research directions. *Journal of Cleaner Production*, 2022, p. 133872. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133872>
21. LU, Bao, et al. Carbon dioxide sequestration on recycled aggregates. En *Carbon dioxide sequestration in cementitious construction materials*. Woodhead Publishing, 2018. p. 247-277. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102444-7.00011-3>
22. MILLER, Sabbie A., et al. Achieving net zero greenhouse gas emissions in the cement industry via value chain mitigation strategies. *One Earth*, 2021, vol. 4, no 10, p. 1398-1411. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.09.011>
23. NEDELJKOVIĆ, Marija, et al. Use of fine recycled concrete aggregates in concrete: A critical review. *Journal of Building Engineering*, 2021, vol. 38, p. 102196. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102196>

24. OBE, R. K. D., et al. Use of Recycled Aggregates in Geotechnical Applications. Sustainable Construction Materials: Recycled Aggregates, 2019, p. 419-450. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100985-7.00011-X>
25. OROZCO, M., et al. Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. Revista ingeniería de construcción, 2018, vol. 33, no 2, p. 161-172. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000200161>
26. PATRA, Indrajit, et al. Mechanical properties of concrete containing recycled aggregate from construction waste. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 2022, vol. 53, p. 102722. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102722>
27. PELLEGRINO, Carlo; FALESCHINI, Flora; MEYER, Christian. Recycled materials in concrete. Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete, 2019, p. 19-54. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102616-8.00002-2>
28. RAMAN, J. Vengadesh Marshall; RAMASAMY, V. Augmentation of dissimilar techniques for enhancing the concrete properties with recycled coarse aggregate and manufactured sand. Journal of Materials Research and Technology, 2021, vol. 14, p. 1180-1190. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.06.094>
29. REDDY, Mondem S.; JOSHI, Sumit. Carbon dioxide sequestration on biocement-based composites. Carbon dioxide sequestration in cementitious construction materials, 2018, p. 225-243. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102444-7.00010-1>
30. SABĂU, Marian; POP, Ioan; ONEȚ, Traian. Experimental study on local bond stress-slip relationship in self-compacting concrete. Materials and Structures, 2016, vol. 49, no 9, p. 3693-3711. Disponible en: <https://doi.org/10.1617/s11527-015-0749-5>
31. SEIFAN, Mostafa; SAMANI, Ali Khajeh; BERENJIAN, Aydin. Bioconcrete: next generation of self-healing concrete. Applied microbiology and biotechnology,

2016, vol. 100, no 6, p. 2591-2602. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1007/s00253-016-7316-z>

32. SHAO, Ruizhe; WU, Chengqing; LI, Jun. A comprehensive review on dry concrete: Application, raw material, preparation, mechanical, smart and durability performance. *Journal of Building Engineering*, 2022, p. 104676. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104676>
33. SHI, Xijun, et al. Constitutive behaviors of steel fiber reinforced concrete under uniaxial compression and tension. *Construction and Building Materials*, 2020, vol. 233, p. 117316. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117316>
34. SHMILLS, Maysam, et al. Multicriteria based optimization of second generation recycled aggregate concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 2022, vol. 17, p. e01447. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01447>
35. SILVA, Rui Vasco, et al. Real-scale applications of recycled aggregate concrete. *En New Trends in Eco-efficient and Recycled Concrete*. Woodhead Publishing, 2019. p. 573-589. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102480-5.00021-X>
36. ŞİMŞEK, OSMAN; SEFIDEHKHAN, H. Pourghadri; GÖKÇE, H. S. Performance of fly ash-blended Portland cement concrete developed by using fine or coarse recycled concrete aggregate. *Construction and Building Materials*, 2022, vol. 357, p. 129431. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129431>
37. SOBUZ, Md Habibur Rahman, et al. Evaluating the effects of recycled concrete aggregate size and concentration on properties of high-strength sustainable concrete. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2022.04.004>
38. SOLÍS-CARCAÑO, Rómel Gilberto; ALCOCER-FRAGA, Miguel Angel. Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 2019, vol. 20, no 4. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fti.25940732e.2019.20n4.039>



39. SONEBI, Mohammed; AMMAR, Y.; DIEDERICH, P. Sustainability of cement, concrete and cement replacement materials in construction. En Sustainability of Construction Materials. Woodhead Publishing, 2016. p. 371-396. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100370-1.00015-9>
40. SOSA, María E.; ZACCARDI, Yury A. Villagrán; ZEGA, Claudio J. A critical review of the resulting effective water-to-cement ratio of fine recycled aggregate concrete. Construction and Building Materials, 2021, vol. 313, p. 125536. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125536>
41. THOMAS W. Edgar David O. Manz. Chapter 11 - Applied Experimentation. Research Methods for Cyber Security. 2017, Pages 271-297. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805349-2.00011-X>
42. UDOM, B. E.; UDOM, G. J.; OTTA, J. T. Breakdown of dry aggregates by water drops after applications of poultry manure and spent mushroom wastes. Soil and Tillage Research, 2022, vol. 217, p. 105267. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105267>
43. UWASU, Michinori; HARA, Keishiro; YABAR, Helmut. World cement production and environmental implications. Environmental Development, 2016, vol. 10, p. 36-47. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2014.02.005>
44. VIJAYAN, D. S.; PARTHIBAN, D. Effect of Solid waste based stabilizing material for strengthening of Expansive soil-A review. Environmental Technology & Innovation, 2020, vol. 20, p. 101108. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101108>
45. WANG, Z. H., et al. On the equation of state for concrete-like materials. Journal of Building Engineering, 2022, p. 105262. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105262>
46. WOJTACHA-RYCHTER, Karolina, et al. Dust from chlorine bypass installation as cementitious materials replacement in concrete making. Journal of Building Engineering, 2022, vol. 51, p. 104309. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104309>

47. WOKJE ABRAHAMSE, Chapter 1 – Introduction. Encouraging Pro-Environmental Behaviour What Works, What Doesn't, and Why. 2019, Pages 3-10 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811359-2.00001-9>
48. XIAO, Jianzhuang, et al. Effects of recycled aggregate combinations and recycled powder contents on fracture behavior of fully recycled aggregate concrete. Journal of Cleaner Production, 2022, vol. 366, p. 132895. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132895>
49. XING, Weiqi, et al. Effects of mix design and functional unit on life cycle assessment of recycled aggregate concrete: Evidence from CO2 concrete. Construction and Building Materials, 2022, vol. 348, p. 128712. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128712>
50. YAN, Kezhen, et al. Optimum utilization of recycled aggregate and rice husk ash stabilized base material. Construction and Building Materials, 2022, vol. 348, p. 128627. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128627>
51. ZHAO, Haiyang, et al. Numerical insights into the effect of ITZ and aggregate strength on concrete properties. Theoretical and Applied Fracture Mechanics, 2022, p. 103415. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2022.103415>

# **ANEXOS**

Tabla A. Operacionalización de las variables

<b>I N D E P E N D I E N T E</b>	<b><i>Variable de estudio</i></b>	<b><i>Definición conceptual</i></b>	<b><i>Definición operacional</i></b>	<b><i>Dimensión</i></b>	<b><i>Indicadores</i></b>	<b><i>Escala de medición</i></b>
	uso de agregados reciclados	En el uso potencial del hormigón de agregados reciclados (RAC), se investigó el uso de agregados de hormigón reciclado en numerosas cantidades de reemplazo (0-100%) como fuentes de agregados finos o gruesos en lugar de agregados reciclados triturados para comprender mejor sus consecuencias en las características de estabilidad dimensional y durabilidad, cuando se comparó con los finos, el uso de agregados gruesos de hormigón reciclado aumentó la resistencia a la compresión del hormigón expuesto tanto con y sin ciclos de secado en húmedo y congelación-descongelación (Simsek O. y otros, 2022, p.1)	El uso de agregados reciclados se medirá en promedio a los días donde se elaborará de acuerdo a la cantidad de agregados que se use según el estudio, además después de esos días se evaluará la resistencia del concreto producido.	Concreto control al 0%	(AR) al 10%	días
				Concreto experimental al 10%	(AR) al 20%	días
				Concreto experimental al 20%		
				Concreto experimental al 30%	(AR) al 30%	días

<b>D E P E N D I E N T E</b>	Elaboración de concreto	El hormigón seco se describe como un hormigón recién mezclado que tiene poca fluidez y un valor de asentamiento muy bajo. Esta definición puede tomarse literalmente. Se trata de una combinación endurecida fabricada esencialmente con los mismos elementos brutos que el hormigón tradicional (cemento, áridos y material cementante adicional), pero con menos agua (Shao R.,Wu C.,2022,P.1).	En el presente estudio la elaboración del concreto convencional que se elabora con el uso de cemento, arena, piedra y agua que se define como concreto patrón que esta al 0%	Concreto	Edades	Días
				Arena		
				Piedra	Estimulo	Fuerza del concreto
				Agua		

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 176 - 2022 - M&V**

SOLICITANTE : Ataucusi Moises Juan MUESTRA : Probetas 15x30cm  
 Garcia Huaranca Cristian Jonathan  
 PROYECTO DE TESIS : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto" DISEÑO : F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MATERIAL : La que se indica. CANTIDAD : 09 unidades  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022.10.03 FECHA DE ENSAYO : 2022.10.03 al 11.30

**NTP 339.034 : 2008 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	muestra Patrón	03/10/22	10/10/22	7	15.0	176.7	29,200	165
2		03/10/22	10/10/22	7	15.1	179.1	29,700	166
3		03/10/22	10/10/22	7	15.0	176.7	28,200	160
4		03/10/22	17/10/22	14	15.0	176.7	34,780	197
5		03/10/22	17/10/22	14	15.1	179.1	35,120	196
6		03/10/22	17/10/22	14	15.1	179.1	34,800	194
7		03/10/22	31/10/22	28	15.0	176.7	38,900	220
8		03/10/22	31/10/22	28	15.1	179.1	38,500	215
9		03/10/22	31/10/22	28	15.0	176.7	38,950	220
<b>Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión</b>								
Marca : G&L LABORATORIO		Modelo : STYE-2000				Serie : N° 170251		
Fecha de calibración: 2022.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022								

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2022.10.03
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



  
**EDWARD DAVID  
HERNANDEZ VASQUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 284782

Lima, 15 de Noviembre del 2022

M&V (10/17)  
gam/jch/kra  
O.S. N°170

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**INFORME DE ENSAYO N° 176 - 2022 - M&V**

SOLICITANTE : Ataucusi Moises Juan MUESTRA : Probetas 15x30cm  
 García Huarancca Cristian Jonathan  
 PROYECTO DE TESIS : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto" DISEÑO : Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MATERIAL : La que se indica. CANTIDAD : 09 unidades  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022.10.03 FECHA DE ENSAYO : 2022.10.03 al 11.30

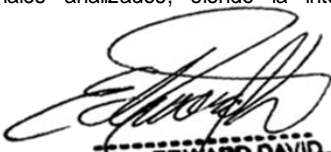
**NTP 339.034 : 2008 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
10	10% de Agregados reciclados	03/10/22	10/10/22	7	15.0	176.7	30,100	170
11		03/10/22	10/10/22	7	15.0	176.7	29,900	169
12		03/10/22	10/10/22	7	15.0	176.7	29,400	166
13		03/10/22	17/10/22	14	15.1	179.1	35,900	200
14		03/10/22	17/10/22	14	15.1	179.1	36,400	203
15		03/10/22	17/10/22	14	15.1	179.1	36,500	204
16		03/10/22	31/10/22	28	15.0	176.7	39,750	225
17		03/10/22	31/10/22	28	15.1	179.1	40,900	228
18		03/10/22	31/10/22	28	15.1	179.1	41,150	230
<b>Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión</b>								
<b>Marca</b> : G&L LABORATORIO		<b>Modelo</b> : STYE-2000				<b>Serie</b> : N° 170251		
<b>Fecha de calibración:</b> 2022.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022								

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2022.10.03
- Se reporta el diámetro en cm, área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



  
**EDWARD DAVID**  
**HERNANDEZ VASQUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 264762

M&V (11/17)  
gam/jch/kra  
O.S. N°170

Lima, 15 de Noviembre del 2022

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 176 - 2022 - M&V**

SOLICITANTE : **Ataucusi Moises Juan** MUESTRA : Probetas 15x30cm  
**García Huaranca Cristian Jonathan**  
 PROYECTO DE TESIS : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto" DISEÑO : F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MATERIAL : La que se indica. CANTIDAD : 09 unidades  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022.10.03 FECHA DE ENSAYO : 2022.10.03 al 11.30


**NTP 339.034 : 2008 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
19	20% de Agregados reciclados	03/10/22	10/10/22	7	15.1	179.1	32,500	181
20		03/10/22	10/10/22	7	15.0	176.7	31,000	175
21		03/10/22	10/10/22	7	15.1	179.1	33,400	186
22		03/10/22	17/10/22	14	15.1	179.1	36,700	205
23		03/10/22	17/10/22	14	15.0	176.7	36,100	204
24		03/10/22	17/10/22	14	15.0	176.7	37,100	210
25		03/10/22	31/10/22	28	15.0	176.7	40,600	230
26		03/10/22	31/10/22	28	15.1	180.0	42,400	236
27		03/10/22	31/10/22	28	15.1	179.1	42,800	239
<b>Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión</b>								
Marca : G&L LABORATORIO		Modelo : STYE-2000				Serie : N° 170251		
Fecha de calibración: 2022.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022								

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2022.10.03
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



  
**EDWARD DAVID  
HERNANDEZ VASQUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 284762

Lima, 15 de Noviembre del 2022

M&V (12/17)  
gam/jch/kra  
O.S. N°170



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 176 - 2022 - M&V**

SOLICITANTE : Ataucusi Moises Juan MUESTRA : Probetas 15x30cm  
Garcia Huarancca Cristian Jonathan  
PROYECTO DE TESIS : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto" DISEÑO : F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : La que se indica. CANTIDAD : 09 unidades  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022.10.03 FECHA DE ENSAYO : 2022.10.03 al 11.30

**NTP 339.034 : 2008 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA  
A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
28	30% de Agregados reciclados	03/10/22	10/10/22	7	15.1	179.6	27,000	150
29		03/10/22	10/10/22	7	15.0	176.7	27,200	154
30		03/10/22	10/10/22	7	15.0	176.7	27,900	158
31		03/10/22	17/10/22	14	15.0	176.7	35,100	199
32		03/10/22	17/10/22	14	15.1	180.0	35,050	195
33		03/10/22	17/10/22	14	15.0	176.7	33,900	192
34		03/10/22	31/10/22	28	15.0	176.7	35,400	200
35		03/10/22	31/10/22	28	15.1	179.1	36,700	205
36		03/10/22	31/10/22	28	15.2	180.7	37,900	210

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**


Marca : G&L LABORATORIO Modelo : STYE-2000 Serie : N° 170251

Fecha de calibración: 2022.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2022.10.03
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



  
**EDWARD DAVID  
HERNANDEZ VASQUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 284762

M&V (13/17)  
gam/jch/kra  
O.S. N°170

Lima, 15 de Noviembre del 2022

## ANALISIS GRANULOMETRICO

**SOLICITA** : Ataucusi Moises Juan  
Garcia Huarancca Cristian Jonathan

**PROYECTO** : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto"

**MATERIAL** : Concreto Reciclado

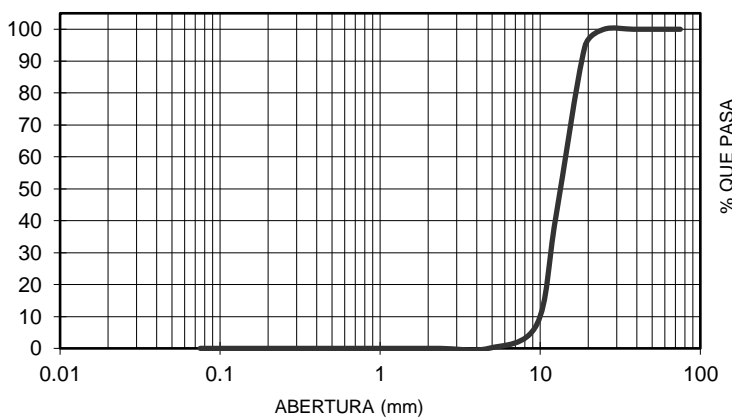
**FECHA** : 03/10/2022

PESO SECO INICIAL	11500.00
-------------------	----------

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm.)				
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100				
1"	25.000				100.00
3/4"	19.000	500.00	4.35	4.35	95.65
1/2"	12.500	6200.00	53.91	58.26	41.74
3/8"	9.500	3850.00	33.48	91.74	8.26
Nº 4	4.750	950.00	8.26	100.00	0.00
Nº 8	2.360				
Nº 16	1.180				
Nº 30	0.600				
Nº 50	0.300				
Nº 100	0.150				
Nº 200	0.075				
PLATO					
TOTAL		11500.00	100.00		

Contenido de Humedad  
0.65%

### CURVA GRANULOMETRICA



**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

*Edward David Hernandez Vasquez*  
EDWARD DAVID  
HERNANDEZ VASQUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 284762

Lima, 15 de Noviembre del 2022

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

**SOLICITA** : Ataucusi Moises Juan  
Garcia Huarancca Cristian Jonathan

**PROYECTO** : "Evaluación del Uso de Agregados Recicladados en la Elaboración de Concreto"


**MATERIAL** : Concreto Reciclado

**FECHA** : 03/10/2022

<b>A</b>	: Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1500.00	1500.00
<b>B</b>	: Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	841.50	842.10
<b>C = A - B</b>	: Volumen de masa + volumen de vacios	658.50	657.90
<b>D</b>	: Peso de material seco en el homo	1420.00	1425.00
<b>E = C - ( A - D )</b>	: Volumen de masa	578.50	582.90
<b>ABSORCION (%)</b>	: $((A-F/F) \times 100)$	5.63	5.26
<b>ABS. PROM. (%)</b>		5.45	
<b>PROMEDIO</b>			
<b>P.e. Bulk (Base Seca)</b>	= D/C	2.156	2.166
<b>P.e. Bulk (Base Saturada)</b>	= A/C	2.278	2.280
<b>P.e. Aparente (Base Seca)</b>	= D/E	2.455	2.445
<b>PROMEDIO</b>			
	<b>P.e. Bulk (Base Seca)</b>	2.161	
	<b>P.e. Bulk (Base Saturada)</b>	2.279	
	<b>P.e. Aparente (Base Seca)</b>	2.450	

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.



  
**EDWARD DAVID**  
**HERNANDEZ VASQUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 284762

Lima, 15 de Noviembre del 2022

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA** : Ataucusi Moises Juan  
Garcia Huarancca Cristian Jonathan

**PROYECTO** : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto"

**MATERIAL** : Concreto Reciclado

**FECHA** : 03/10/2022

### PESO UNITARIO SUELTO


Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	16800	16850	16880
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	11680	11730	11760
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m3 )	1249	1254	1257
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1253</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	17450	17480	17490
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	12330	12360	12370
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m3 )	1318	1321	1322
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1321</b>		

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.



  
EDWARD DAVID  
HERNANDEZ VASQUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP N° 284782

Lima, 15 de Noviembre del 2022

### ANALISIS GRANULOMETRICO

**SOLICITA** : Ataucusi Moises Juan  
Garcia Huaranca Cristian Jonathan

**PROYECTO** : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto"

**MATERIAL** : Arena gruesa

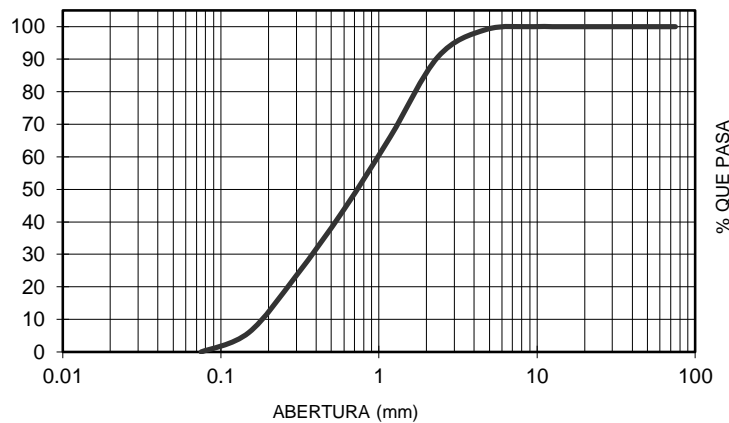
**FECHA** : 03/10/2022

PESO SECO INICIAL	1430.10
-------------------	---------

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
Nº	ABERT. (mm.)					
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					100.00
Nº 4	4.750	12.70	0.89	0.89	99.11	
Nº 8	2.360	120.50	8.43	9.31	90.69	
Nº 16	1.180	350.60	24.52	33.83	66.17	
Nº 30	0.600	320.30	22.40	56.23	43.77	
Nº 50	0.300	290.40	20.31	76.53	23.47	
Nº 100	0.150	250.60	17.52	94.06	5.94	
Nº 200	0.075	85.00	5.94	100.00	0.00	
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00	
TOTAL		1430.10	100.00			

<b>Contenido de Humedad</b> 0.91%
--------------------------------------

#### CURVA GRANULOMETRICA



**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

*Edward David Hernandez Vasquez*  
**EDWARD DAVID**  
**HERNANDEZ VASQUEZ**  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 264762

Lima, 15 de Noviembre del 2022

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

**SOLICITA** : Ataucusi Moises Juan  
Garcia Huarancca Cristian Jonathan

**PROYECTO** : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto"


**MATERIAL** : Arena gruesa

**FECHA** : 03/10/2022

<b>A</b>	: Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300.00	300.00
<b>B</b>	: Peso del picnómetro + agua	699.50	700.50
<b>C = A + B</b>	:	999.50	1000.50
<b>D</b>	: Peso del picnómetro + agua + material	893.10	893.20
<b>E = C - D</b>	: Volumen de masa + volumen de vacios	106.40	107.30
<b>F</b>	: Peso de material seco en estufa	296.60	296.50
<b>G = C - (A - D)</b>	: Volumen de masa	103.00	103.80
<b>ABSORCION (%)</b> : $((A-F/F) \times 100)$		1.15	1.18
<b>ABS. PROM. (%)</b> :		1.16	
<b>PROMEDIO</b>			
<b>P.e. Bulk (Base Seca)</b>	= F/E	2.788	2.763
<b>P.e. Bulk (Base Saturada)</b>	= A/E	2.820	2.796
<b>P.e. Aparente (Base Seca)</b>	= F/G	2.880	2.856
<b>PROMEDIO</b>			
<b>P.e. Bulk (Base Seca)</b>		2.775	
<b>P.e. Bulk (Base Saturada)</b>		2.808	
<b>P.e. Aparente (Base Seca)</b>		2.868	

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.



  
**EDWARD DAVID**  
**HERNANDEZ VASQUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 264762

Lima, 15 de Noviembre del 2022

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA** : Ataucusi Moises Juan  
Garcia Huaranca Cristian Jonathan

**PROYECTO** : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto"

**MATERIAL** : Arena gruesa

**FECHA** : 03/10/2022

### PESO UNITARIO SUELTO


Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7650	7680	7660
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4324	4354	4334
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1551	1562	1555
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1556</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8250	8260	8270
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4924	4934	4944
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1766	1770	1773
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	<b>1770</b>		

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.



  
**EDWARD DAVID**  
**HERNANDEZ VASQUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 284782

Lima, 15 de Noviembre del 2022

## ANALISIS GRANULOMETRICO

**SOLICITA** : Ataucusi Moises Juan  
Garcia Huarancca Cristian Jonathan

**PROYECTO** : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto"

**MATERIAL** : Piedra

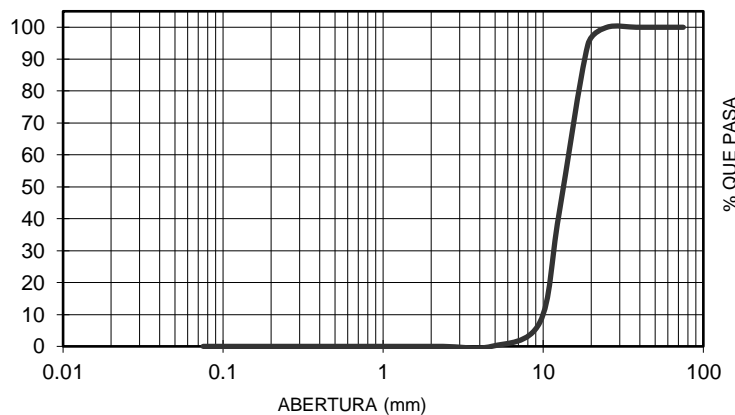
**FECHA** : 03/10/2022

PESO SECO INICIAL	12200.00
-------------------	----------

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm.)				
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100				
1"	25.000				100.00
3/4"	19.000	660.00	5.41	5.41	94.59
1/2"	12.500	6530.00	53.52	58.93	41.07
3/8"	9.500	4100.00	33.61	92.54	7.46
Nº 4	4.750	910.00	7.46	100.00	0.00
Nº 8	2.360				
Nº 16	1.180				
Nº 30	0.600				
Nº 50	0.300				
Nº 100	0.150				
Nº 200	0.075				
PLATO					
TOTAL		12200.00	100.00		

Contenido de Humedad  
2.92%

### CURVA GRANULOMETRICA



**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

*Edward David Hernandez Vasquez*  
EDWARD DAVID  
HERNANDEZ VASQUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 284762

Lima, 15 de Noviembre del 2022



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

**SOLICITA** : Ataucusi Moises Juan  
Garcia Huarancca Cristian Jonathan

**PROYECTO** : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto"


**MATERIAL** : Piedra

**FECHA** : 03/10/2022

<b>A</b>	: Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1410.00	1420.00
<b>B</b>	: Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	920.10	920.20
<b>C = A - B</b>	: Volumen de masa + volumen de vacios	489.90	499.80
<b>D</b>	: Peso de material seco en el horno	1390.80	1392.30
<b>E = C - (A - D)</b>	: Volumen de masa	470.70	472.10
<b>ABSORCION (%)</b> : $((A-F/F) \times 100)$		1.38	1.99
<b>ABS. PROM. (%)</b> :		1.69	
<b>PROMEDIO</b>			
<b>P.e. Bulk (Base Seca)</b>	= D/C	2.839	2.786
<b>P.e. Bulk (Base Saturada)</b>	= A/C	2.878	2.841
<b>P.e. Aparente (Base Seca)</b>	= D/E	2.955	2.949
<b>PROMEDIO</b>			
	<b>P.e. Bulk (Base Seca)</b>	2.812	
	<b>P.e. Bulk (Base Saturada)</b>	2.860	
	<b>P.e. Aparente (Base Seca)</b>	2.952	

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.



  
EDWARD DAVID  
HERNANDEZ VASQUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP N° 264762

Lima, 15 de Noviembre del 2022

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA** : Ataucusi Moises Juan  
Garcia Huarancca Cristian Jonathan

**PROYECTO** : "Evaluación del Uso de Agregados Reciclados en la Elaboración de Concreto"

**MATERIAL** : Piedra

**FECHA** : 03/10/2022

### PESO UNITARIO SUELTO


Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19300	19280	19270
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14180	14160	14150
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1516	1514	1513
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1514</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19800	19850	19880
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14680	14730	14760
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1569	1575	1578
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1574</b>		

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.



  
**EDWARD DAVID**  
**HERNANDEZ VASQUEZ**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 264782

Lima, 15 de Noviembre del 2022