



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Incorporación de botellas de vidrio reciclado en las propiedades  
del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho  
– 2022**

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

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Achahuanco Flores, Fredy David ([ORCID: 0000-0003-2160-1289](https://orcid.org/0000-0003-2160-1289))

**ASESOR:**

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis ([ORCID: 0000-0003-4459-494X](https://orcid.org/0000-0003-4459-494X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

La presente tesis dedico a mis seres queridos en especial a mis padres que siempre me apoyan, y a mi hermana que estamos en las buenas y en las malas, de la misma manera le dedico a la universidad por enseñarme los buenos valores y

## **Agradecimiento**

El agradecimiento está dedicado a mi familia, amigos y a todos los profesores que me guiaron y me dieron el apoyo para realizar esta investigación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	63

## Índice de tablas

Tabla 1.	Características de los agregados grueso y fino.....	20
Tabla 2.	Características de los agregados grueso, fino + 5% de vidrio .....	20
Tabla 3.	Características de los agregados grueso, fino + 15% de vidrio .....	21
Tabla 4.	Características de los agregados grueso, fino + 30% de vidrio .....	21
Tabla 5.	Características de los agregados grueso, fino + 45% de vidrio .....	22
Tabla 6.	Diseño de mezcla .....	22
Tabla 7.	Ensayo de consistencia .....	26
Tabla 8.	Ensayo de temperatura del concreto fresco .....	28
Tabla 9.	Ensayo de contenido de aire .....	30
Tabla 10.	Resultado de Peso Unitario .....	32
Tabla 11.	Ensayo de Resistencia a la compresión. ....	34
Tabla 12.	Resultado de Resistencia a flexión.....	36
Tabla 13.	Pruebas de normalidad en la consistencia .....	38
Tabla 14.	Coeficiente de correlación “r” de ensayo de consistencia.....	39
Tabla 15.	Pruebas de normalidad de la temperatura.....	39
Tabla 16.	Coeficiente de correlación “r” de ensayo de temperatura .....	40
Tabla 17.	Pruebas de normalidad de ensayo de contenido de aire.....	41
Tabla 18.	Coeficiente de correlación “r” de ensayo de contenido de aire.....	42
Tabla 19.	Pruebas de normalidad de ensayo de peso unitario.....	42
Tabla 20.	Coeficiente de correlación “r” de peso unitario. ....	43
Tabla 21.	Pruebas de normalidad de ensayo de resistencia a la compresión..	44
Tabla 22.	Coeficiente de correlación “r” de resistencia a compresión. ....	44
Tabla 23.	Pruebas de normalidad de ensayo de resistencia a flexión.....	45
Tabla 24.	Coeficiente de correlación “r” de resistencia a flexión. ....	46

## Índice de figuras

Figura 1.	Ensayo de consistencia .....	10
Figura 2.	Análisis de tamizado agregado fino.....	11
Figura 3.	Análisis de tamizado agregado grueso.....	11
Figura 4.	Procedimiento de ensayo de asentamiento .....	12
Figura 5.	Medida de la resistencia a la compresión.....	13
Figura 6.	Ensayo de la resistencia a la Flexión.....	14
Figura 7.	Ensayo de granulometría.....	19
Figura 8.	Peso unitario del agregado grueso.....	19
Figura 9.	Mapa político del Perú .....	24
Figura 10.	Mapa del Departamento de Ayacucho.....	24
Figura 11.	Mapa de la provincia Huamanga.....	25
Figura 12.	Mapa del distrito de Ayacucho.....	25
Figura 13.	Muestreo de slump.....	26
Figura 14.	Resultado de asentamiento del concreto fresco.....	26
Figura 15.	Resultados de prueba de consistencia SLUMP.....	27
Figura 16.	Temperatura del concreto patrón.....	28
Figura 17.	Temperatura del concreto con 45% de vidrio del AF.....	28
Figura 18.	Resultados de Temperatura del concreto fresco.....	29
Figura 19.	Ensayo contenido de aire.....	30
Figura 20.	Ensayo contenido de aire .....	30
Figura 21.	Resultados de Contenido de aire.....	31
Figura 22.	Ensayo contenido de aire del contenido fresco.....	32
Figura 23.	Ensayo contenido de aire del contenido fresco.....	32
Figura 24.	Resultados de Peso unitario.....	33
Figura 25.	Preparación de las muestras.....	34
Figura 26.	Rotura de los testigos.....	34
Figura 27.	Resultados de resistencia a la compresión .....	35
Figura 28.	Preparado de viga de concreto para someter a flexión.....	36
Figura 29.	Ensayo a flexión de concreto.....	36
Figura 30.	Resultados de resistencia a la flexión.....	37

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022. La metodología fue de tipo aplicada de enfoque cuantitativo de diseño experimental de experimentos puros de nivel correlacional, la población fue 72 testigos y 18 vigas de concreto, la muestra fue 60 testigos y 15 vigas de concreto, las técnicas e instrumentos fueron los formatos de laboratorio para la recolección de datos.

La resistencia a compresión máxima se obtuvo al incorporar 30% de vidrio reciclado al concreto con una resistencia a los 28 días de edad de  $281 \text{ kg/cm}^2$ , posteriormente se concluye que al incorporar mayor vidrio al concreto sus propiedades físicas del concreto cambian disminuyendo el peso unitario del concreto fresco y mejorando la trabajabilidad de la mezcla de concreto y finalmente al incorporar 30% de vidrio reciclado al concreto mejoró sus propiedades mecánicas.

Palabras clave: Concreto, vidrio reciclado, compresión, flexión.

## **Abstract**

The general objective of this research was to demonstrate the influence of the incorporation of recycled glass bottles on the properties of concrete  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  for rigid pavement in Ayacucho - 2022. The methodology was of the applied type of quantitative approach of experimental design of pure experiments of correlational level, the population was 72 witnesses and 18 concrete beams, the sample was 60 witnesses and 15 concrete beams, the techniques and instruments were the laboratory formats for data collection.

The maximum compressive strength was obtained by incorporating 30% of recycled glass into the concrete with a 28-day strength of  $281 \text{ Kg/cm}^2$ , then it is concluded that by incorporating more glass into the concrete, the physical properties of the concrete change, decreasing the unit weight of the fresh concrete and improving the workability of the concrete mix, and finally by incorporating 30% of recycled glass into the concrete, its mechanical properties improve.

Keywords: Concrete, recycled glass, compression, bending.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los mayores problemas y preocupaciones en el mundo es la conservación del medio ambiente, los materiales reciclados se pueden utilizar en varios tipos de procedimientos, reduciendo así la contaminación creando nuevos productos con menos inversión en materias primas, para reducir la extracción de recursos no renovables para crear nuevas fuentes de energía y económicas, el vidrio como material reciclable tiene una serie de aplicaciones desde la decoración hasta la construcción, las botellas se puede reutilizar para reducir los desechos, los costos de construcción y la cooperación para cuidar por el medio ambiente [1].

En nuestro país el uso de nuevos materiales para la producción de concreto, es uno de los problemas de la industria de la construcción. Además, el Perú cuenta con tres regiones geográficas, como costa, sierra y selva, las cuales tienen sus propias condiciones climáticas e insumos para la producción de concreto de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de diferente forma, tanto en resistencia a compresión y precio [2].

En la ciudad de Ayacucho el concreto es el más empleado para las construcciones de pavimentos rígidos, el pavimento presenta constantes fisuras debido a las transmisiones de carga por su alto tránsito vehicular fallando su resistencia a la compresión y flexión, ocasionando problemas a la población al transitar por las calles de la ciudad. En la actualidad los residuos inorgánicos en la ciudad de Ayacucho como es el caso del vidrio vienen aumentando en gran cantidad, el trabajo de investigación se realizará incorporando vidrio reciclado obteniendo una mejora en las propiedades del concreto influyendo en la trabajabilidad y resistencia del concreto.

En la investigación se tiene como problema general; ¿De qué manera la incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?, y realizando como problemas específicos lo siguiente; ¿De qué manera la incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?, ¿De qué manera la incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?, ¿De qué manera la incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?.

Las justificaciones planteadas están relacionadas con la problemática, donde la justificación ambiental brinda una solución parcial al problema de la contaminación de desechos sólidos, propone reciclar el vidrio para su posterior uso integrándolo a estructuras de concreto como pavimento rígido; y como justificación técnica se ha propuesto agregar vidrio reciclado, en concretos de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para sustituir cierta cantidad de árido fino y puede mejorar las propiedades del hormigón, sujeto a las especificaciones requeridas. según normas técnicas peruanas.

La justificación social llevara a mejorar las estructuras de pavimento rígido en Ayacucho incorporando vidrio reciclado, y así reducir grietas, fisuras, etc.; Como justificación económica, se intenta reducir el costo de construcción de aceras con concreto, sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado en un porcentaje.

Como objetivo principal se formuló demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022, y como objetivos específicos tenemos lo siguiente; demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022, demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022, demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022.

La hipótesis general que se planteo fue ratificar si la incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022; y como hipótesis específicas: fueron

plantadas las siguientes, incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en las propiedades físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022; incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022; incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido en Ayacucho – 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes nacionales presentados en investigación, Bazán y Rojas (2018), tuvieron como objetivo general el análisis de propiedades de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimento rígido adicionando vidrio reciclado en la localidad de Moyobamba. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental. Tuvieron como población, muestras en 12 especímenes cilíndricos de 6" x 12" y 12 especímenes prismáticos de 0.15 m. x 0.15m x 0.50m. el concreto tendrá una combinación de vidrio reciclado reemplazando la arena por vidrio a razón de 15%, 25% y 35%, donde se evaluó en tres periodos diferentes por medio de pruebas a resistencia a compresión y flexión. Los instrumentos empleados fueron los formatos estandarizados y cuestionarios. Los principales resultados muestran un incremento de resistencia a la compresión sustituyendo parte del árido con vidrio en un 15%. Estamos de acuerdo en que la posición del vidrio puede afectar directamente la rotura prematura de la muestra, pero no podemos decir que a mayor relación de vidrio mayor peso porque no observamos esta característica en la prueba. Concluyeron que la prueba de resistencia a compresión a los 28 días fue mayor con la incorporación de 15% vidrio en reemplazo del árido. [3].

Poma (2019), tuvo como objetivo determinar la relación óptima por análisis y diseño para producir concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al agregar vidrio reciclado triturado como agregado fino según ACI 211. Lima 2019. Tipo de estudio es experimental aplicado, descriptivo, este estudio fue de diseño experimental de experimento Puro. La población son las muestras de ensayo que se han utilizado, concreto con 2% y 3% de vidrio en reemplazo del agregado fino, se muestrearon 39 probetas, el tipo de muestreo fue no probabilístico, de los cuales 13 fueron muestreados de manera convencional y 26 muestras contenían como material vidrio reciclado. Para realizar esta operación se requiere de los siguientes materiales, herramientas y/o maquinaria, equipo de protección personal (EPPS) en todo momento, trituradora de vidrio motorizada de 2 HP con capacidad de 50 kg el vidrio triturado. Los principales resultados fueron, diferencia entre la resistencia a compresión con y sin adición de vidrio. Se concluye que el uso masivo de vidrio puede brindarnos mayor resistencia en cantidades superiores al 3% pero sin desconocer las limitaciones que tiene este

material para la producción en masa. El concreto incorporando 3% se puede usar en cualquier estructura, cumpliendo con el asentamiento requerido, sin restricciones en el diseño de la mezcla [4].

Ochoa (2018), Su objetivo fue determinar el efecto del triturado de vidrio reciclado como buen reductor de áridos para el diseño de mezclas de hormigón en pavimentos urbanos. Se trata de un estudio analítico descriptivo. La población está dada por muestras cilíndricas de concreto con vidrio con diferentes porcentajes de agregado fino reducido, la muestra comprende un total de 144 muestras de concreto y muestreo no probabilístico. Las herramientas utilizadas fueron bibliografía y fichas de recolección de datos. Los principales resultados de la dosificación de 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado que se trituraron se calcularon de acuerdo a la cantidad de agregado fino en cada diseño compuesto, arrojando resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluye que al agregar vidrio reciclado molido a 30% en concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se logra mayor resistencia a la compresión a los 28 días, resultando en  $233.54 \text{ kg/cm}^2$  [5].

Los antecedentes internacionales como Diaz y Ramos (2018), tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento del concreto utilizando diferentes proporciones de vidrio reciclado y molido sustituyendo a la arena. El diseño metodológico es investigación experimental, los principales resultados obtenidos en muestras con vidrio de 20% muestran que esta prueba tiene una fuerza menor de la mezcla clásica. Los resultados de ensayos de hormigón con 10% y 20% de sustitución de vidrio mostraron un aumento en su dureza con el paso de los días, sin embargo, estas muestras no alcanzaron los valores de diseño requeridos. La muestra convencional llegó a 21 MPa después de 28 días de curado, mientras que las mezclas con vidrio de 15% demuestran un ligero incremento en su resistencia a la compresión. Se concluye que las mejores propiedades compresivas es el concreto elaborado con 15% de vidrio, este diseño obtuvo un aumento de 6,72%, mientras que las otras muestras mostraron una disminución en su resistencia de 12,12% y 11.03%, respectivamente [6].

Almeida y Trujillo (2017), tuvieron como objetivo análisis de los principios de construcción utilizando vidrio en la producción de hormigón. Fue de tipo aplicada y experimental. Como población se produjeron un total de 63 muestras de concreto, se analizó su resistencia a compresión. El principal resultado es que en el ensayo número 5 con vidrio de 36% la resistencia obtenida fue de 26.17 MPa, 125% por encima del diseño. Para el ensayo número 6 con vidrio 38%, la resistencia alcanzada es de 26,2 MPa, correspondiente al 125%; La prueba número 7 con un vidrio de 40% obteniendo una resistencia de 26,8 MPa, correspondiendo a 128% de la resistencia normal. Concluyeron que el hormigón más óptimo a obtener era un hormigón con un 36% de vidrio triturado con una resistencia mayor a los 7 días de edad. In situ, este hormigón también es útil para el descascarillado temprano, la humedad corregida es del 36%, nos pareció despreciable, afectando sólo en cierta medida el estado fresco de construcción la consistencia de la mezcla [7].

Los artículos científicos internacional según Columbié, *et al.* (2020), tuvieron como objetivo aplicar mezclas de hormigón vidrio como sustituto parcial de árido y el cemento. Los instrumentos empleados fueron bibliografías. Los resultados en el caso de las muestras de sustitución de arido (M1, M2 y M3) se obtuvieron mejor la muestra M1 con una incorporacion de arido de 25% con vidrio. El valor supera al de la muestra estándar, pero a medida que aumenta la relación de vidrio la resistencia a la compresión tiende a disminuir, posiblemente debido a la disposición heterogénea del vidrio en la mezcla de concreto. Esto puede afectar la interacción entre la pasta y el agregado, reduciendo la resistencia mecánica del vidrio; propiedades relacionadas con su fragilidad. Se concluye que el ensayo de resistencia a la compresión sobre hormigón se puede sustituir hasta un 25% del árido por vidrio [8].

Pérez y Vera (2021), tuvieron como objetivo de mejorar sus propiedades del concreto, así como desarrollar alternativas en su producción para reducir la contaminación ambiental en Colombia. La intención del estudio estuvo formada por la sustitución del árido fino por RGG (Factor B), que fueron de 20, 30 y 40%. Como instrumento se utilizó el software Gamry Instruments Framework 750 para medir la impedancia. El software mide la impedancia entre 10-3 mhz y 1 mhz y es capaz de

medir la impedancia. Los principales resultados fueron que los porcentajes de adición de vidrio reciclado RGG en 40%. Se concluyó utilizar la mezcla de hormigón con reemplazos simultáneos de grava por EAFS en 75%, y arena de RGG en 40%, en la cimentación de pavimentos rígidos en el departamento de Boyacá [9].

Frómata, *et al.* (2020), En esta investigación se desarrolló un programa experimental para evaluar las características del vidrio reciclado triturado como sustitución parcial del árido fino en el hormigón. Se le realizaron ensayos físicos que permitieron obtener la composición granulométrica, peso específico, absorción y módulo de finura. A partir de la revisión bibliográfica se concluyó que el vidrio reciclado triturado puede sustituir parcialmente el árido fino en el hormigón en proporciones de 10 %, 20 %, 30 % y 40 %. Se comprueba que con el reemplazo parcial del árido fino por vidrio triturado reciclado en el hormigón, la densidad del material no se modifica significativamente. Las pruebas de peso volumétricas realizadas en vidrio reciclado triturado han demostrado que el material tiene un valor muy cercano al de la arena natural. Al comparar los resultados obtenidos del peso volumétrico, se comprobó que el peso compactado y suelto del vidrio es similar al de la arena [10].

Los artículos científicos según Tittarelli, *et al.* (2018) en la investigación presento como objetivo la posibilidad de reciclar residuos de vidrio mixto de color para la fabricación de morteros arquitectónicos decorativos. En los morteros se ha sustituido el 0-33-66-100% del volumen de grava calcárea por cascos de vidrio reciclado, sin ningún otro aporte inorgánico. Para mitigar la posible reacción álcali-sílice, también se compararon mezclas con una mezcla hidrofóbica. Los resultados obtenidos muestran que la sustitución de gravas calcáreas por cascos de vidrio de similar distribución granulométrica permite reducir la dosificación de la mezcla supe plastificante para obtener la misma trabajabilidad del mortero fresco; no afecta significativamente las prestaciones mecánicas, la permeación de vapor de agua y absorción de agua por capilaridad, pero reduce significativamente la deformación por contracción por secado, en particular, la sustitución de gravas calcáreas por cascos de vidrio reciclado en morteros hasta el 100% en volumen implica: Mejora de la trabajabilidad, con la consiguiente reducción de la dosificación de supe

plastificante y menores costos, para obtener un cierto valor de trabajabilidad y solo una pequeña penalización (16% máx.) en la resistencia a compresión y flexión que no impide el uso de morteros de vidrio usado también para usos estructurales ( $R_c \geq 25$  MPa según EN 1504-3:2005) [11].

Sharma (2017), éste estudio experimental tuvo como objetivo destacar los resultados de las pruebas de calidad a compresión, echas en diversos especímenes de hormigón, incluidos los sedimentos de demolición de la construcción y de vidrio; Este es un estudio experimental, se encontró que la tenacidad después de 28 días de curado del concreto aumentó cuando se utilizaron escombros de construcción y demolición en comparación con la muestra de control., Tras la sustitución del árido fino por residuos de vidrio hasta un 30%. Se concluyó que Cuando el agregado fino se reemplazó con desechos de vidrio incluyendo el uso de supe plastificante y fibra, aumentó la resistencia a la compresión [12].

Guo, *et al.* (2020), esta revisión aclara los debates sobre los efectos de las partículas de vidrio en las propiedades del hormigón, el hormigón que incorpora vidrio de desecho se ha aplicado en el pavimento para mejorar las propiedades mecánicas, la durabilidad a largo plazo, los beneficios económicos y ambientales, etc. Se utilizó vidrio para reemplazar hasta un 20 % del cemento o hasta un 55 % de arena. La expansión ASR se limitó al 0,04 % y la resistencia a la compresión superó los 60 MPa. Las pruebas del núcleo mostraron que la resistencia a la compresión se incrementó en 12 %, acompañada de una mejor resistencia a la congelación-descongelación y la penetración de cloruro. Además de la aplicación en hormigón normal, se ha impartido funcionalidad en hormigón que incorpora residuos de vidrio [13].

El vidrio es un material que por sus propiedades, se puede restaurar fácilmente. En concreto los recipientes de cristal son 100% reciclables, es decir que a partir de un envase usada se puede crear una nueva que puede tener las mismas características que la primera. Esta fácil reutilización del vidrio abre muchas posibilidades a la sociedad y a los órganos de gobierno implicados para gestionar

de forma sencilla su propio entorno, teniendo en cuenta más de 42% de vidrio reciclado procede de origen doméstico [14]. Así como la granulometría se define como la distribución del tamaño de las partículas del árido fino y grueso [15].

El pavimento de concreto se denomina "rígido" por la naturaleza de la losa de concreto que lo compone, la losa absorbe los esfuerzos generados por la repetición de las cargas del tráfico, ejerciendo esfuerzos sobre las capas como rasante, base, sub base y finalmente a la sub rasante [16], Las propiedades del concreto son sus cualidades, siendo las principales: trabajabilidad, cohesión, resistencia y durabilidad, el concreto en estado fresco parece una "masa", es blando y puede trabajarse o vaciarse de otras maneras, en un estado sólido después que el concreto ha fraguado, comienza a ganar fuerza y endurecimiento, de ahí las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto [17]. Como propiedad física describimos la consistencia en referencia al concreto estado fresco, para ser mezclada, manejada, transportada, colocación, compactación y acabado, sin pérdida de su homogeneidad, la consistencia es medido por cono de Abrams, a mayor humedad, mayor consistencia y, por lo tanto, mayor asentamiento [18]. A la propiedad mecánica se describe como la resistencia a la compresión del concreto. Se limita al concreto de masa unitaria superior a 800 kg/m<sup>3</sup> [19], el parámetro de resistencia a la flexión se aplica a estructuras como pavimentos rígidos; porque la tensión de compresión resultante en la superficie de contacto entre los neumáticos y rasante, es esencialmente igual a su presión de inflado; esta tensión de flexión en el pavimento de concreto es extremadamente baja en semejanza con la resistencia a compresión [20].



*Figura 1.* Ensayo de consistencia

Fuente: El concreto fundamentos y nuevas tecnologías

El vidrio es un producto inorgánico amorfo, constituido predominante por sílice, que es duro, frágil y transparente, tiene una alta resistencia química y puede deformarse a altas temperaturas [21]. Así como también el vidrio es un producto de fusión inorgánico, enfriado hasta un estado duro sin cristalización [22]. Definen al vidrio es un material inorgánico fundido amorfo (desordenado en su estructura interna) que se ha enfriado hasta un estado duro sin cristalización, resistente al desgaste, la corrosión y la compresión [23].

La granulometría es un espécimen de árido seco, de masa conocida, distribuidos en continuidad de tamices graduales, para determinar la granulometría [24]. La granulometría es la distribución de los agregados por tamaño, la distribución de la masa de las partículas está determinada por la separación con una serie de mallas estandarizadas [25].

Agregado fino proviene de la desintegración natural o artificial, pasante del tamiz estándar de 9,5 mm (3/8 de pulgada) y se retiene en un tamiz estándar de 75 um (N° 200); debe cumplir los parámetros de la norma [26]. El agregado grueso es resultante de la descomposición natural o mecánica, que consiste principalmente

en grava, grava triturada y roca triturada, se retiene en un tamiz estandarizado de 4.75 mm (N°4) [27].

Tamiz (Especificación E 11)	Porcentaje Pasando (%)
9.5 mm (3/8 in)	100
4.75 mm (No. 4)	95 a 100
2.36 mm (No. 8)	80 a 100
1.18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	5 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

Figura 2. Análisis de tamizado agregado fino.

Fuente: ASTM C 33 – 03.

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO MONIMAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 1/2 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 1/2 in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Figura 3. Análisis de tamizado agregado grueso.

Fuente: ASTM C 33 – 03.

El concreto es de uso habitual y se produce combinando 3 ingredientes esenciales: cemento, agua y áridos [28]. El concreto tiene diferentes propiedades durante el proceso, lo que se manifiesta cuando hay una disminución gradual de la fluidez y trabajabilidad. Existen tres etapas principales y básicas; en la primera etapa cuando el concreto es un material moldeable, la siguiente etapa es el fraguado en el que se marca el aumento de la dureza y la tercera etapa corresponde al endurecimiento,

dando como resultado la adquisición de propiedades, cuyo desarrollo suele estar representado por la resistencia a la compresión [29]. El pavimento es una estructura simple o sintética cuya superficie se alisa regularmente destinada al tránsito de personas, animales y/o vehículos, su estructura es la unión de sustrato, superficie y revestimiento., colocado en una superficie que resiste las cargas, a los agentes atmosféricos y a los efectos abrasivos del tráfico [30].

La consistencia es determinada por el grado de humectación del concreto, dependiendo del exceso de agua en el espécimen [31]. La consistencia es cuánta facilidad tiene el concreto en estado fresco para moldearse y adaptarse a una forma determinada, medido por las pruebas de asentamiento [32].

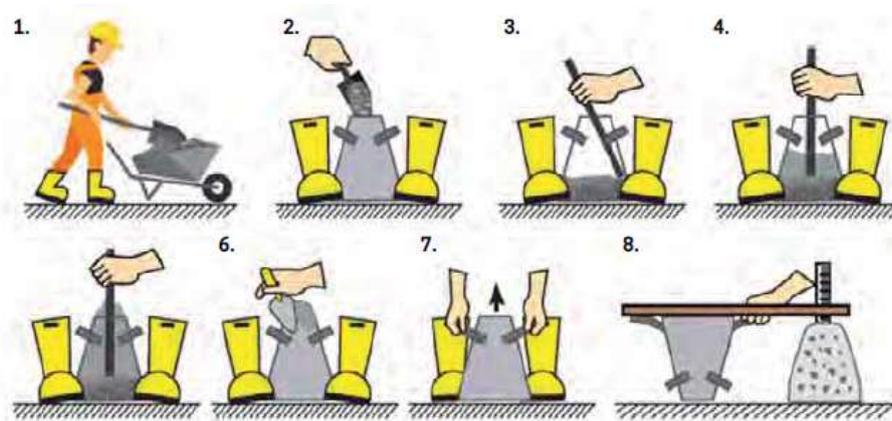


Figura 4. Procedimiento de ensayo de asentamiento

Fuente: El concreto Ricardo Matallana Rodríguez

La temperatura puede afectar la calidad, el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sin controlar la temperatura del concreto es difícil predecir su desempeño [33]. La producción de concreto premezclado, bajo condiciones climáticas extremas, alta o baja temperatura, afecta directamente sus propiedades en todas las etapas: mezclado, transporte, vertido, curado, así como en sus propiedades [34].

La determinación del contenido de aire del concreto no incluye el aire que pueda estar presente en los poros de las partículas del árido [35]. El contenido de aire en el hormigón a medida que aumenta disminuye la resistencia [36].

Determine la densidad del hormigón fresco para calcular la producción de hormigón, el contenido de aire y cemento. El volumen de producción se define como el volumen de hormigón procesado a partir de una mezcla conocida de materiales constituyentes [37]. El contenido de aire en el hormigón fresco se determina en peso y se expresa en porcentaje [38].

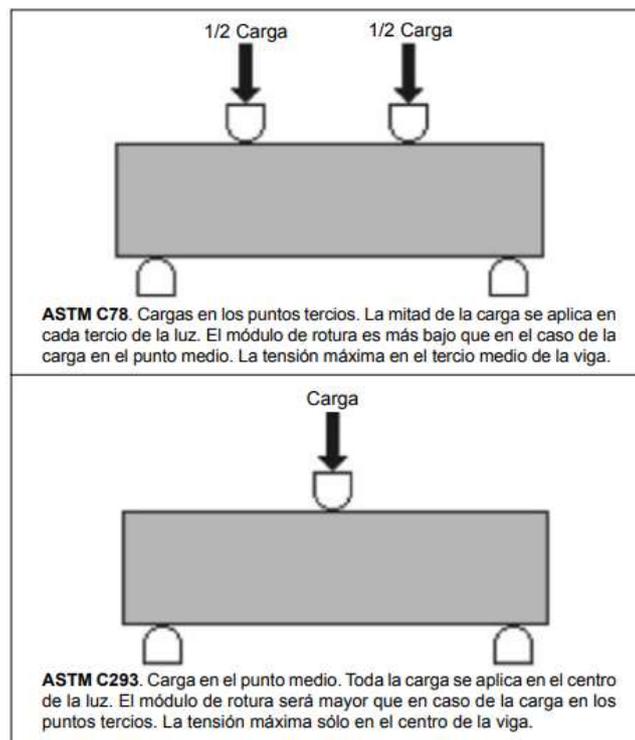
La resistencia a la compresión se determina mediante especímenes cilíndricos normados con diámetro de 150 mm y 300 mm alto, lo que lleva a la falla debido a un aumento relativamente rápido en la carga [39]. La prueba de resistencia a la compresión se utiliza para facilitar las pruebas porque las propiedades del concreto mejoran con el tiempo. La resistencia a la compresión del hormigón se define como la máxima capacidad de carga soportada por la probeta antes de que falle por compresión [40].



*Figura 5.* Medida de la resistencia a la compresión

Fuente: El concreto Ricardo Matallana Rodríguez

La resistencia a flexión, cuyo valor aproximado es 10% de la resistencia a la compresión en un  $f_c$  dado, nos ayuda a diseñar estructuras de carga y donde es muy importante saber esta característica para su correcto diseño estructural [41]. La resistencia es la medida de la fuerza de momento de una viga no reforzada, medida aplicando una carga a una viga de concreto con una sección de 6 x 6 pulgadas (150 mm x 150 mm) y con longitud como mínimo 3 veces el espesor, la resistencia a flexión expresada en MPa [42].



*Figura 6.* Ensayo de la resistencia a la Flexión

Fuente: NRMCA, CIP-Resistencia a flexión.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

La investigación aplicada está relacionada a la investigación básica porque depende del descubrimiento y del aporte teórico, según la situación y las características particulares [43]. Por lo tanto, la investigación es de tipo aplicada porque existe aportes teóricos sobre las adiciones al concreto y en dicha investigación se usará normas técnicas de concreto, reglamento nacional de edificaciones, leyes, artículos, textos referidos al tema

##### **Enfoque de investigación**

El método cuantitativo recopila información para probar hipótesis basadas en análisis estadísticos para implantar patrones de comportamiento y probar teorías [44]. El enfoque es cuantitativo respondiendo al problema de fisuras y baja resistencia a la propiedad física y mecánica presentados en los pavimentos rígidos, analizar mediante pruebas en laboratorio de concreto.

##### **El diseño de la investigación**

El diseño experimental es el diseño de experiencia, porque requiere la manipulación deliberada de una acción para analizar los posibles efectos [45]. Por ende, la investigación es experimental manipulando intencionalmente las variables, al pretender incorporar vidrio reciclado al concreto para pavimento y variar sus propiedades del concreto convencional.

Los experimentos puros satisfacen requisitos de validez interna y control, como comparación de grupos (operando sobre variables independientes) y equivalencia de grupos [46]. Es decir que la variable independiente se manipulara para observar cambios en la variable dependiente, mediante los ensayos en laboratorio.

### **El nivel de la investigación:**

El nivel de correlación busca descubrir el grado de conexión o relación que existe entre las variables, el objetivo final es saber cómo se comporta una variable de acuerdo al comportamiento de las otras variables involucradas [47]. El nivel de investigación es correlacional ya que busca identificar el vínculo entre variables, empleando pruebas en el laboratorio de concreto.

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

Una variable se puede definir como un aspecto o dimensión de un objeto de investigación que tiene la característica de poder presentar valores de forma diferente [48].

Variable independiente : Botellas de vidrio reciclado

Variable dependiente : Propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

La operacionalización es un proceso deductivo que define rigurosamente las variables en factores medibles. El proceso de identificar conceptos borrosos (concepto variables o ideas que carecen de claridad) y permitir su medición empírica y cuantitativa [49]. (Ver matriz de Operacionalización en el anexo 1)

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

#### **Población:**

La población es el conjunto de unidades de investigación que contienen las características necesarias, consideradas como tales, estas unidades pueden ser personas, objetos, sociedades, eventos o fenómenos, que posean las características necesarias para su estudio [50]. En dicha investigación como población se usará 72 testigo de concreto para determinar el ensayo a compresión y un total de 18 vigas significativas para determinar el ensayo a flexión.

#### **Muestra:**

La muestra es un subgrupo del cual se recaudará datos, y estos datos deben identificarse con anticipación, y también deben ser representativos de la población [51]. Se tomará como muestra un espécimen de concreto fresco para realizar el

prueba de cono de abrams y recolectar datos de su consistencia, se tomará 60 probetas de testigo y 15 vigas para recolectar datos con precisión realizando ensayo a compresión y flexión respectivamente

### **Muestreo:**

El muestreo es un procedimiento que permite seleccionar la unidad de investigación que generará la muestra, con el fin de recolectar los datos necesarios para realizar el estudio [52]. En la presente investigación se tomará un espécimen de la población, en ellos se realizará las pruebas de laboratorio para obtener datos reales.

En las muestras no probabilísticas, la selección de casos no depende de que todos tengan las mismas posibilidades de ser seleccionados, sino de la discreción del investigador o de un grupo de recolectores de datos, lo cual es útil para algunos planes de investigación. El estudio no requiere demasiada "representación" de los elementos de un conjunto, sino una selección cuidadosa y controlada con ciertas características [53]. La investigación es de tipo no probabilístico ya que la selección será a criterio, debido a la escasa población.

### **Unidad de análisis:**

Las unidades de análisis en una investigación son aquellas que tienen características similares y se encuentran en un área determinada. Se puede decir que son los atributos, características o cualidades de las personas, objetos o fenómenos o eventos a los que se aplican las herramientas para medir las variables estudiadas [54]. La unidad de análisis en la investigación será un espécimen de concreto incorporando vidrio reciclado para realizar el ensayo de cono de abrams de acuerdo a NTP 339.035, los testigos de concreto y determinar la resistencia a la compresión de acuerdo a NTP 339.034, ASTM C39, en las vigas representativa de concreto se determinará la resistencia a flexión de acuerdo NTP 339.078, ASTM C78

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

#### **Técnicas**

Las técnicas de recopilación de datos e información para la verificación de hipótesis de trabajo corresponden a técnicas descriptivas y que sustentan la construcción de herramientas de investigación [55]. Para la presente investigación la obtención de resultado se realizará mediante pruebas en laboratorio de concreto.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Son herramientas conceptuales o físicas, a través de las cuales se recolectan datos e información, a través de preguntas, elementos que requieren respuestas por parte del investigador [56]. En la presente investigación se tomará formatos de laboratorio para la recolección de datos (Ver anexo 3).

#### **Validez**

La validez es qué tan bien se ajusta un instrumento, se refiere a la precisión con la que el instrumento de medición que se supone que debe medir, es decir, es la eficacia de un instrumento para representar, que describe o predice la propiedad de interés para el probador [57]. El instrumento de medición será validado por especialistas de laboratorio de concreto.

#### **Confiabilidad de los instrumentos.**

Una herramienta confiable cuando se toman medidas que no varían significativamente, en el tiempo o por aplicación para diferentes personas con el mismo nivel educativo. Se aplica hoy y para algunos resultados y el próximo mes se aplicará la misma herramienta a las mismas personas en situaciones similares; y dan resultados diferentes, eso significa que la herramienta no es confiable [58]. Certificado de calibración de los instrumentos de medición para las pruebas de laboratorio de concreto.

### **3.5. Procedimientos:**

Para la investigación se comprende sobre la incorporación de botellas de vidrio reciclado en sustitución del agregado fino para mejorar las propiedades del

concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , se dio inicio con el reciclado de botellas de vidrio, procediendo al lavado con agua potable, retirando las etiquetas de las botellas y realizar el secado al aire para luego proceder al triturado hasta conseguir el agregado fino, pasante del tamiz estándar de 9,5 mm (3/8 de pulgada) y retenido en un tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200), luego ser tamizado en laboratorio y realizar estudio de granulometría.

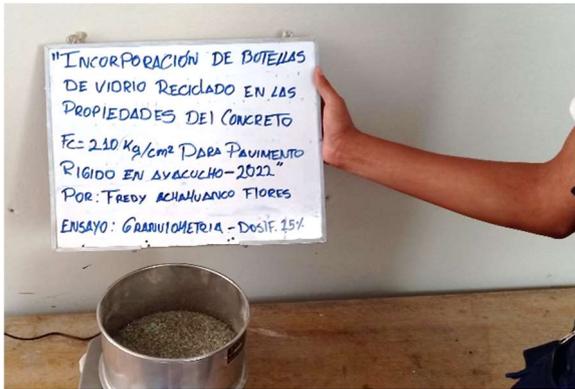


Figura 7. Ensayo de granulometría.

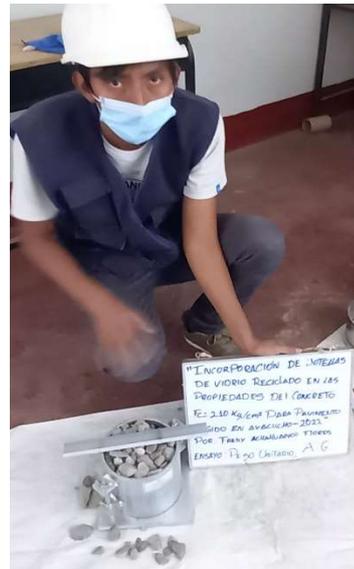


Figura 8. Peso unitario del agregado grueso.

Posterior se realizó el diseño de mezcla en el cual evaluamos la granulometría de los agregados y del vidrio triturado, contenido de humedad, gravedad específica, peso específico y absorción de agregados, peso unitario de los agregados, en el utilizando agregados de la cantera Cachi – Occoroy, vidrio triturado, cemento Andino tipo I y agua, resultando lo siguiente:

**Tabla 1.** Características de los agregados grueso y fino.

<b>Características de los agregados y del vidrio triturado</b>		
<b>Ensayo</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agregado fino</b>
Perfil	Subanguloso	Zarandeado
Peso unitario suelto (Kg/cm <sup>2</sup> )	1397	1695
Peso unitario compactado (Kg/cm <sup>2</sup> )	1539	1858
Peso específico	2.68	2.70
Absorción (%)	1.01	2.86
Humedad (%)	0.35	3.44
Modulo de fineza	7.35	2.88
Tamaño máximo	1"	-
TMN	3/4 "	-
PUSH (Kg/cm <sup>2</sup> )	1402	1754

**Tabla 2.** Características de los agregados grueso, fino + 5% de vidrio

<b>Características de los agregados y del vidrio triturado</b>		
<b>Ensayo</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agregado fino</b>
Perfil	Subanguloso	Zarandeado
Peso unitario suelto (Kg/cm <sup>2</sup> )	1397	1635
Peso unitario compactado (Kg/cm <sup>2</sup> )	1539	1858
Peso específico	2.68	2.70
Absorción (%)	1.01	2.71
Humedad (%)	0.35	3.21
Modulo de fineza	7.35	2.93
Tamaño máximo	1"	-
TMN	3/4 "	-
PUSH (Kg/cm <sup>2</sup> )	1402	1687

**Tabla 3.** Características de los agregados grueso, fino + 15% de vidrio

Características de los agregados y del vidrio triturado		
Ensayo	Agregado grueso	Agregado fino
Perfil	Subanguloso	Zarandeado
Peso unitario suelto (Kg/cm <sup>2</sup> )	1397	1577
Peso unitario compactado (Kg/cm <sup>2</sup> )	1539	1792
Peso específico	2.68	2.69
Absorción (%)	1.01	2.56
Humedad (%)	0.35	3.18
Modulo de fineza	7.35	2.98
Tamaño máximo	1"	-
TMN	3/4 "	-
PUSH (Kg/cm <sup>2</sup> )	1402	1627

**Tabla 4.** Características de los agregados grueso, fino + 30% de vidrio

Características de los agregados y del vidrio triturado		
Ensayo	Agregado grueso	Agregado fino
Perfil	Subanguloso	Zarandeado
Peso unitario suelto (Kg/cm <sup>2</sup> )	1397	1572
Peso unitario compactado (Kg/cm <sup>2</sup> )	1539	1779
Peso específico	2.68	2.69
Absorción (%)	1.01	2.19
Humedad (%)	0.35	2.94
Modulo de fineza	7.35	3.04
Tamaño máximo	1"	-
TMN	3/4 "	-
PUSH (Kg/cm <sup>2</sup> )	1402	1619

**Tabla 5. Características de los agregados grueso, fino + 45% de vidrio**

Características de los agregados y del vidrio triturado		
Ensayo	Agregado grueso	Agregado fino
Perfil	Subanguloso	Zarandeado
Peso unitario suelto (Kg/cm <sup>2</sup> )	1397	1572
Peso unitario compactado (Kg/cm <sup>2</sup> )	1539	1779
Peso específico	2.68	2.67
Absorción (%)	1.01	1.83
Humedad (%)	0.35	2.88
Modulo de fineza	7.35	3.10
Tamaño máximo	1"	-
TMN	3/4 "	-
PUSH (Kg/cm <sup>2</sup> )	1402	1618

**Tabla 6. Diseño de mezcla**

	Diseño de mezcla					
	Materiales	Muestra Patrón	Muestra con 5% vidrio	Muestra con 15% vidrio	Muestra con 30% vidrio	Muestra con 45% vidrio
Dosificación en peso por m <sup>3</sup> de concreto	Cemento (Kg)	367.10	367.10	367.10	367.10	367.1
	Agregado Fino (Kg)	862.00	817.67	727.60	598.43	192.23
	Agregado grueso (Kg)	936.00	936.00	936.00	936.00	936.00
	Agua efectiva (lts/bls)	206.3	207.00	206.00	204.9	202.5
	vidrio	-	43.03	128.40	256.47	157.27
Dosificación en volumen (pies <sup>3</sup> )	Cemento (pies <sup>3</sup> )	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Agregado Fino (pies <sup>3</sup> )	2.00	2.00	1.87	1.54	1.16

	<b>Agregado grueso (pies3)</b>	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
	<b>Agua (Its/bls)</b>	23.90	24.00	23.80	23.70	23.40
	<b>vidrio</b>	-	0.11	0.33	0.66	0.95
<b>Dosificación en volumen (m3)</b>	<b>Cemento (Bls)</b>	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64
	<b>Agregado Fino (m3)</b>	0.49	0.48	0.45	0.37	0.29
	<b>Agregado grueso (m3)</b>	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
	<b>Agua (Its/bls)</b>	205.00	205.00	205.00	205.00	205.00
	<b>Vidrio (m3)</b>		0.03	0.08	0.16	0.24

### 3.6. Método de análisis de datos:

En este trabajo se realizará búsqueda y acumulación de fuentes, como tesis, artículos científicos, libros, normas, etc. cuyo fin será dar sustento teórico y científico a la investigación, procediendo a los ensayos a realizar al concreto, el cono de abrams con ello podremos determinar la consistencia de concreto con adición de vidrio reciclado según NTP 339.035, ensayo a compresión del concreto según la NTP 339.034 y ensayo a flexión del concreto según NTP 399.07, como también para su análisis se utilizara software Excel y Word, formatos y fichas de ensayo de laboratorio.

### 3.7. Aspectos éticos:

La investigación se elaboró con una razón práctica de mostrar la realidad en el campo de los pavimentos en la ciudad de Ayacucho, asimismo poder evaluar la resistencia del concreto para pavimentos rígidos incorporando vidrio al concreto, teniendo en consideración los principios bioéticos que serán parte beneficiaria la población de Ayacucho, además la obtención de información se realizó en base a normas técnicas, metodología y guía de estructura de tesis.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

El departamento de Ayacucho se ubica en la región centro-sur de los Andes peruanos, con una superficie de 43,821 kilómetros cuadrados.

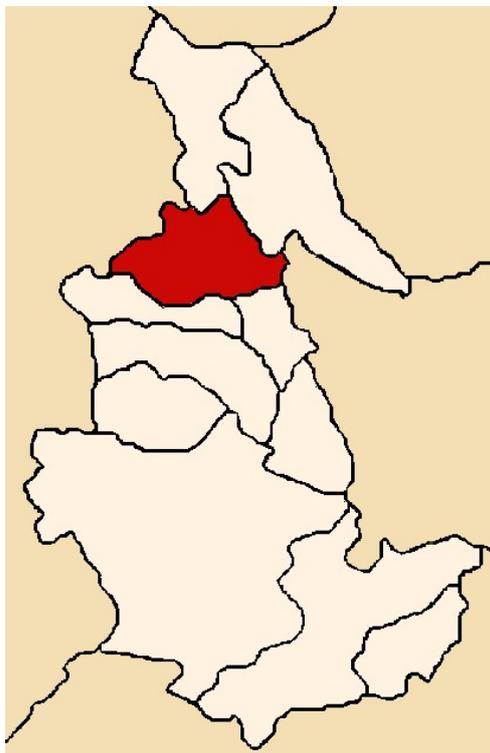


Figura 9. Mapa político del Perú

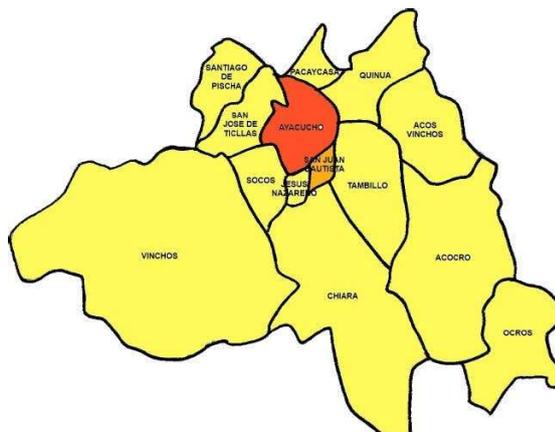


Figura 10. Mapa del Departamento de Ayacucho.

## Ubicación del proyecto



*Figura 11.* Mapa de la provincia Huamanga.



*Figura 12.* Mapa del distrito de Ayacucho.

### Limites

Norte	: Junín
Sur	: Arequipa
Este	: Apurímac
Oeste	: Ica

### Ubicación geográfica

El distrito de Ayacucho uno de los 16 distritos de la Provincia de Huamanga, presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud 13°9'31.6" S 74°13.393' O, cubriendo un área aproximada de 100.4 km<sup>2</sup> con una altitud de 2761 msnm, ubicado en la provincia de Ayacucho, Perú.

## Clima

El clima de Ayacucho es frío, con precipitaciones moderadas y baja amplitud térmica, durante el año la temperatura suele variar de 8 °C a 22 °C.

**Objetivo específico 1:** Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la consistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido.



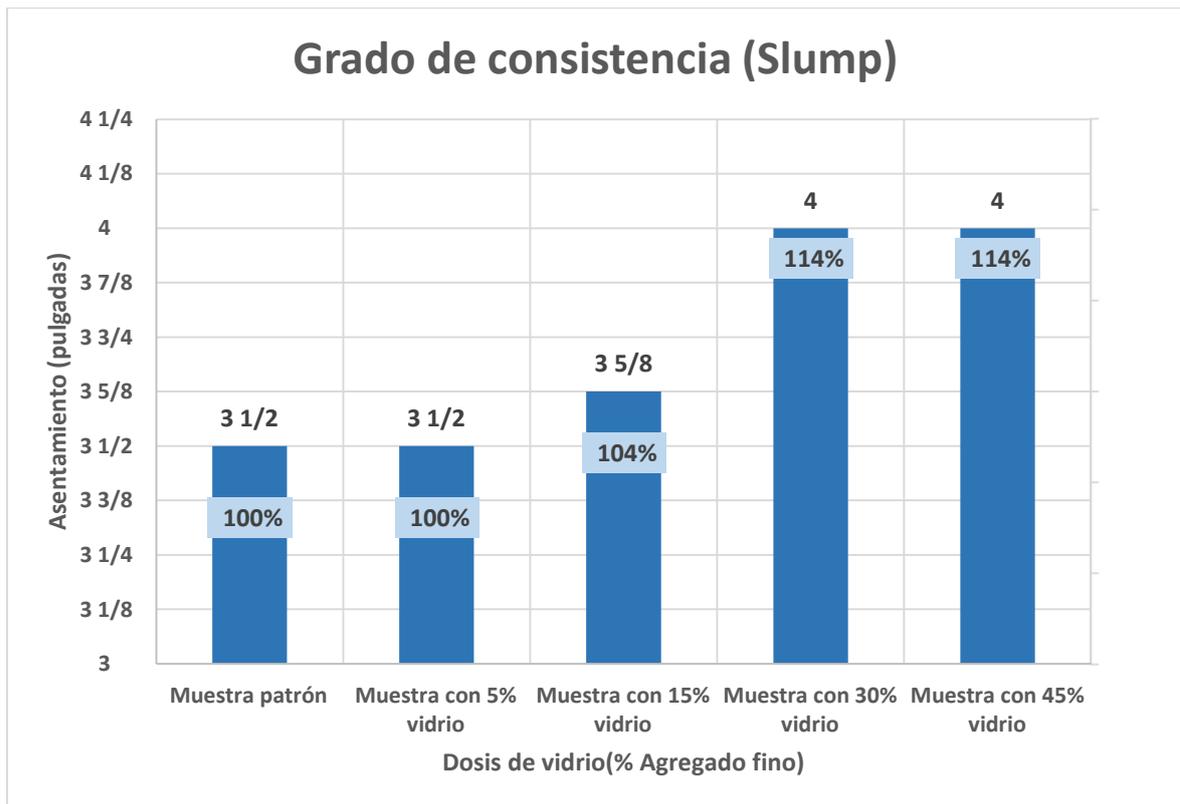
Figura 13. Muestreo de slump.



Figura 14. Resultado de asentamiento del concreto fresco.

**Tabla 7.** *Ensayo de consistencia*

Tipo	SLUMP (pulg.)	% Variación de SLUMP
Muestra patrón	3 1/2	100%
muestra con 5% vidrio	3 1/2	100%
muestra con 15% vidrio	3 5/8	104%
muestra con 30% vidrio	4	114%
muestra con 45% vidrio	4	114%



*Figura 15.* Resultados de prueba de consistencia SLUMP

Según la tabla 7 y figura 15, se puede observar que el concreto patrón tuvo un asentamiento de concreto de 3½” con un porcentaje de 100%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 5% el asentamiento del concreto se mantuvo en 3½” con un porcentaje de 100%, posteriormente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 15% el asentamiento del concreto incremento a 3+5/8” con un porcentaje de 104%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 30% el asentamiento del concreto incremento a 4” con un porcentaje de 114%, finalmente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 45% el asentamiento del concreto incremento respecto a la muestra patrón a 4” con un porcentaje de 114%.

**Objetivo específico 2:** Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la temperatura del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido.



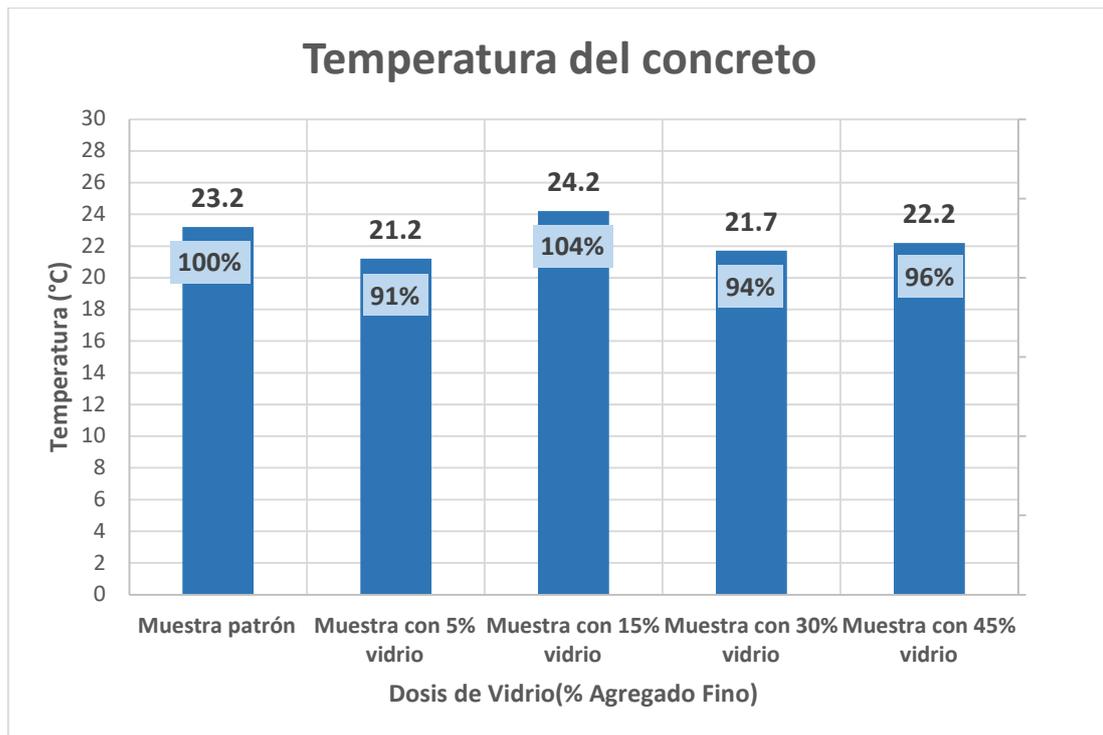
Figura 16. Temperatura del concreto patrón.



Figura 17. Temperatura del concreto con 45% de vidrio del AF.

**Tabla 8.** *Ensayo de temperatura del concreto fresco*

Tipo	Temperatura (C°)	% Variación de Temperatura
Muestra patrón	23.2	100%
Muestra con 5% vidrio	21.2	91%
Muestra con 15% vidrio	24.2	104%
Muestra con 30% vidrio	21.7	94%
Muestra con 45% vidrio	22.2	96%



*Figura 18.* Resultados de Temperatura del concreto fresco.

Según la tabla 8 y figura 18, se percibe que la muestra patrón resultando su temperatura 23.2 °C con un porcentaje de 100%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 5% la temperatura del concreto fresco disminuyó a 21.2 °C con un porcentaje de 91%, posteriormente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 15% la temperatura del concreto fresco incremento a 24.2 °C con un porcentaje de 104%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 30% la temperatura del concreto fresco disminuyó respecto al concreto patrón a 21.7 °C con un porcentaje de 94%, finalmente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 45% la temperatura del concreto fresco disminuyó respecto a la muestra patrón a 22.2 °C con un porcentaje de 96%.

**Objetivo específico 3:** Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en el contenido de aire del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido.



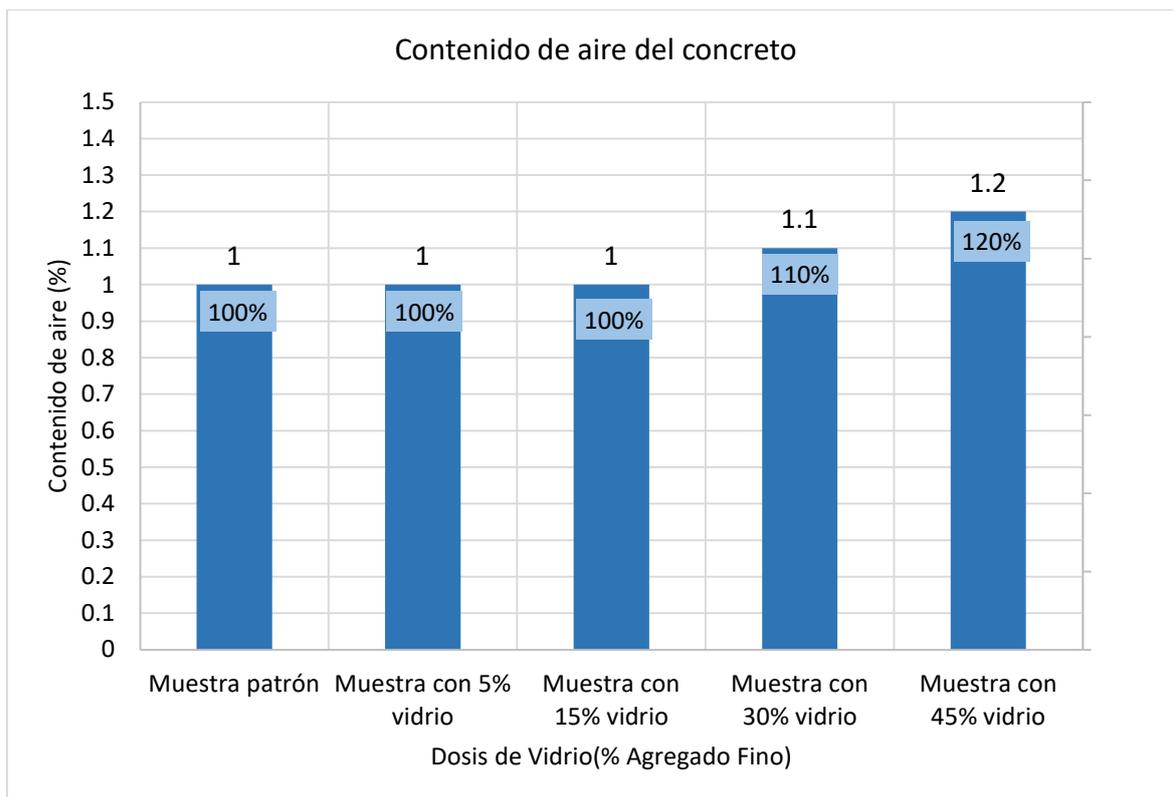
Figura 19. Ensayo contenido de aire.



Figura 20. Ensayo contenido de aire

**Tabla 9.** Ensayo de contenido de aire

Tipo	Contenido de aire (%)	% Variación de Contenido de Aire
Muestra patrón	1	100%
Muestra con 5% vidrio	1	100%
Muestra con 15% vidrio	1	100%
Muestra con 30% vidrio	1.1	110%
Muestra con 45% vidrio	1.2	120%



*Figura 21.* Resultados de Contenido de aire.

Según la tabla 9 y figura 21, se observa que el concreto patrón tuvo un contenido de aire de 1% con un porcentaje de 100%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 5% el contenido de aire es igual a 1% con un porcentaje de 100%, posteriormente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 15% el contenido de aire es igual a 1% con un porcentaje de 100%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 30% el contenido de aire aumento respecto al concreto patrón a 1.1% con un porcentaje de 110%, finalmente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 45% el contenido de aire incremento relacionado a la muestra patrón a 1.2% con un porcentaje de 120%.

**Objetivo específico 4:** Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en el Peso unitario del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para Pavimento rígido.



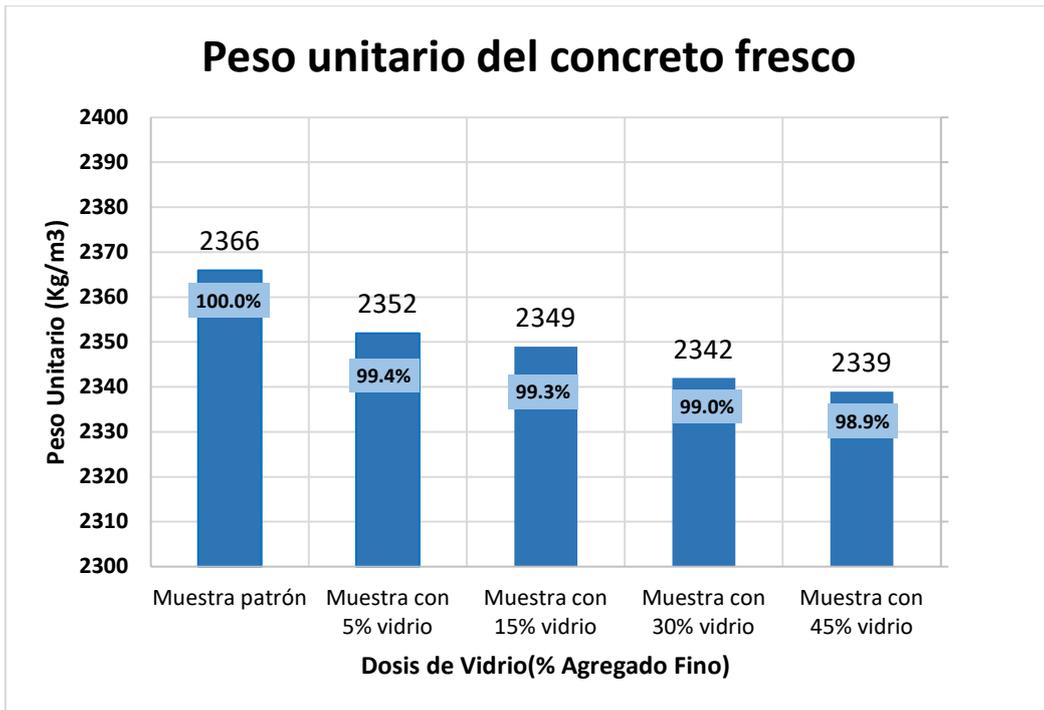
Figura 22. Ensayo contenido de aire del contenido fresco.



Figura 23. Ensayo contenido de aire del contenido fresco.

**Tabla 10.** Resultado de Peso Unitario

Tipo	Peso unitario (Kg/cm <sup>3</sup> )	% Variación de Peso Unitario
Muestra patrón	2366	100.0%
Muestra con 5% vidrio	2352	99.4%
Muestra con 15% vidrio	2349	99.3%
Muestra con 30% vidrio	2342	99.0%
Muestra con 45% vidrio	2339	98.9%



*Figura 24.* Resultados de Peso unitario.

Según la tabla 10 y figura 24, se percibe el peso unitario de la muestra patrón es 2366 Kg/cm<sup>3</sup> con un porcentaje de 100%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 5% el peso unitario del concreto disminuyó a 2352 Kg/cm<sup>3</sup> con un porcentaje de 99.4%, posteriormente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 15% el peso unitario del concreto disminuyó a 2349 Kg/cm<sup>3</sup> con un porcentaje de 99.3%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 30% el peso unitario del concreto disminuyó respecto al concreto patrón a 2342 Kg/cm<sup>3</sup> con un porcentaje de 99%, finalmente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 45% el peso unitario del concreto disminuyó respecto a la muestra patrón a 2339 Kg/cm<sup>3</sup> con un porcentaje de 98.9%.

**Objetivo específico 5:** Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido.



Figura 25. Preparación de las muestras.



Figura 26. Rotura de los testigos.

**Tabla 11. Ensayo de Resistencia a la compresión.**

Tipo	RESISTENCIA A LA COMPRESION 210 Kg/cm <sup>2</sup>							
	3 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	% a los 3 días	7 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	% a los 7 días	14 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	% a los 14 días	28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	% a los 28 días
Muestra patrón	172	82%	190.4	91%	248.4	118%	265.3	126%
Muestra con 5% vidrio	182.7	87%	207.2	99%	262.7	125%	281	134%
Muestra con 15% vidrio	199.2	95%	211.7	101%	276.1	131%	302.3	144%
Muestra con 30% vidrio	209.1	100%	225.8	108%	289.9	138%	308.2	147%
Muestra con 45% vidrio	186.1	89%	201.9	96%	280	134%	290.5	138%

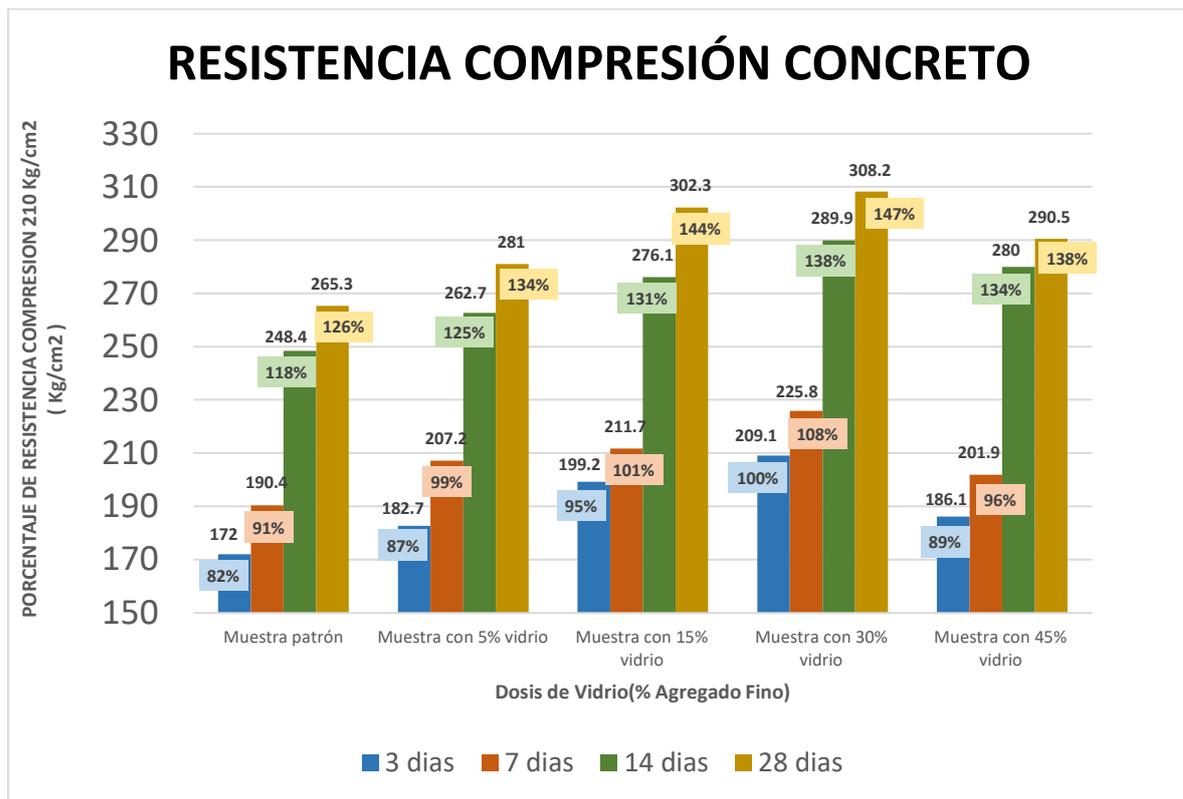


Figura 27. Resultados de resistencia a la compresión

Según la tabla 11 y figura 27, se percibe que el concreto patrón tuvo una resistencia a compresión de 172, 190.4, 248.4, 265.3 Kg/cm<sup>2</sup> a los 3,7,14,28 días respectivamente siendo así porcentajes de rotura 82%, 91%, 118% y 126% respectivamente, incorporando vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 5% la resistencia a compresión de 182.7, 207.2, 262.7, 281 Kg/cm<sup>2</sup> a los 3,7,14, 28 días respectivamente siendo así porcentajes de rotura 87%, 99%, 125% y 134% respectivamente, posteriormente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 15% la resistencia a compresión es de 199.2, 211.7, 276.1, 302.3 Kg/cm<sup>2</sup> a los 3,7,14,28 días respectivamente siendo así porcentajes de rotura 95%,101%, 131% y 144% respectivamente, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 30% la resistencia a compresión de 209.1, 225.8, 289.9, 308.2 Kg/cm<sup>2</sup> a los 3,7,14,28 días respectivamente siendo así porcentajes de rotura 100%, 108%, 138% y 147% respectivamente, finalmente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 45% la resistencia a compresión es de 186.1, 201.9, 280, 290.5 Kg/cm<sup>2</sup> a los 3,7,14 y 28 días de edad

respectivamente siendo así porcentajes de rotura 89%, 96%, 134% y 138% respectivamente.

**Objetivo específico 6:** Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido.



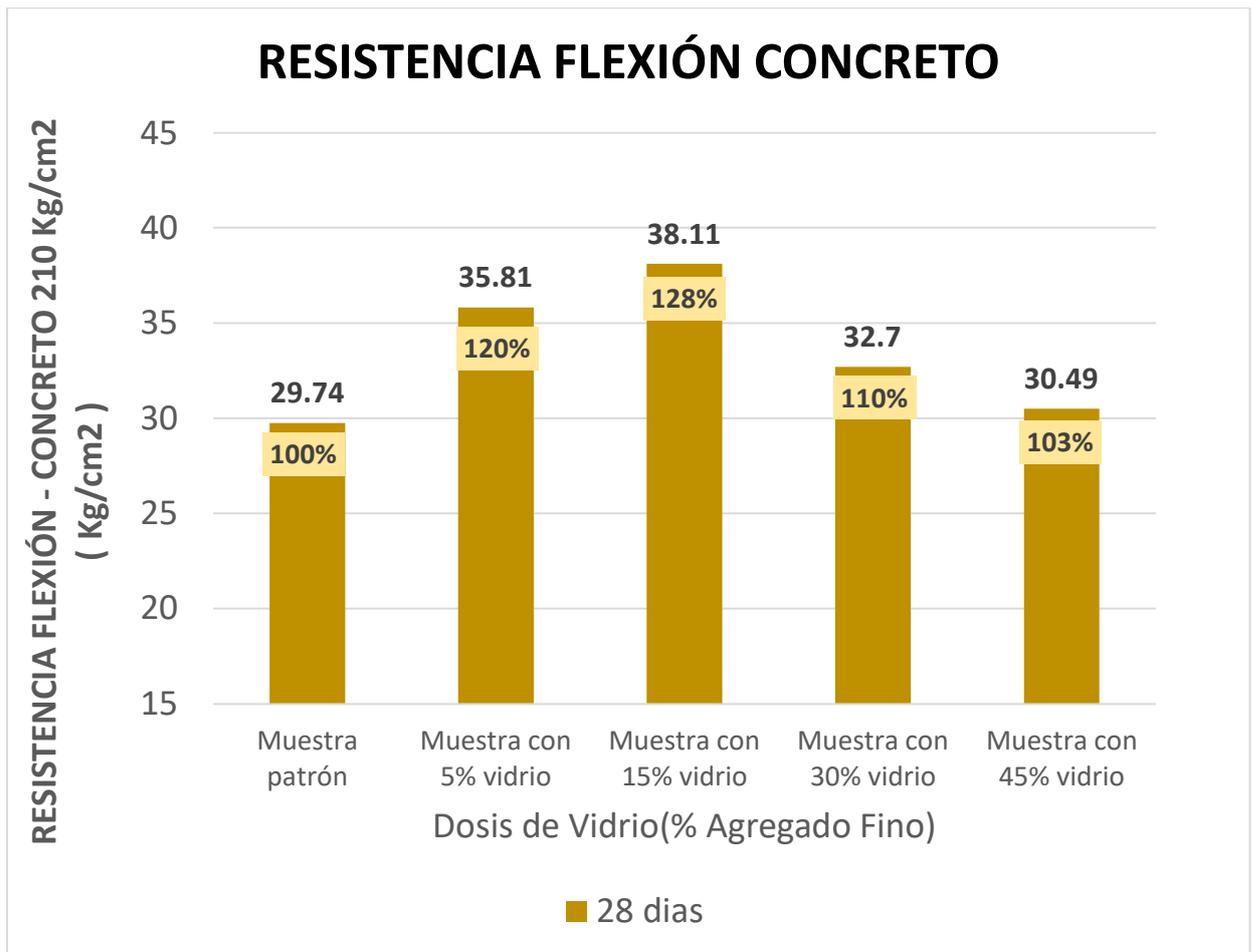
Figura 28. Preparado de viga de concreto para someter a flexión.



Figura 29. Ensayo a flexión de concreto.

**Tabla 12.** Resultado de Resistencia a flexión.

Tipo	Resistencia a flexión (Concreto 210 Kg/cm <sup>2</sup> )	
	28 días	porcentaje a los 28 días
Muestra patrón	29.74	100%
Muestra con 5% vidrio	35.81	120%
Muestra con 15% vidrio	38.11	128%
Muestra con 30% vidrio	32.7	110%
Muestra con 45% vidrio	30.49	103%



*Figura 30.* Resultados de resistencia a la flexión.

Según la tabla 12 y figura 30, se muestra que la muestra patrón tuvo una resistencia a flexión igual a 29.74 Kg/cm<sup>2</sup> siendo así un 100%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 5% la resistencia a flexión resulto 35.81 Kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 120%, posteriormente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 15% la resistencia a flexión aumento respecto a la muestra patrón a 38.11 Kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 128%, al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 30% la resistencia a flexión es igual a 32.7 Kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 110%, finalmente al incorporar vidrio a la muestra sustituyendo el agregado fino en un 45% la resistencia a flexión aumentó mínimo respecto a la muestra patrón a 30.49 Kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 103%.

## Contrastación de hipótesis

### Consistencia

#### Normalidad

Paso 1: Propuesta de hipótesis

H0: Los datos de la variable consistencia tienen normalidad

H1: Los datos de la variable consistencia NO tienen normalidad

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 5\% = 0.05$

**Tabla 13.** Pruebas de normalidad en la consistencia

Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de vidrio	,186	5	,200*	,943	5	,687
Consistencia	,258	5	,200*	,782	5	,057

Paso 3: Prueba estadística

Muestra < 50 - S.W.

Paso 4: Relación de decisión  $p\text{-valor} \leq 0.05$

No se acepta la Ho

$0.687 \leq 0.05$  no cumple

Por lo tanto, se acepta la Ho

Paso 5: conclusión

Los datos de la variable consistencia tienen normalidad.

#### Prueba de correlación de Pearson

Paso 1: Propuesta de hipótesis

H0: Las dosificaciones NO están relacionados a la consistencia

H1: Las dosificaciones están relacionados a la consistencia

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

Paso 3: Prueba estadística: "r"

**Tabla 14. Coeficiente de correlación “r” de ensayo de consistencia**

<b>Correlaciones</b>			
		Dosificacion_ de_vidrio	Consistencia
Dosificacion_de_vidrio	Correlación de Pearson	1	,949*
	Sig. (bilateral)		,014
	N	5	5
Consistencia	Correlación de Pearson	,949*	1
	Sig. (bilateral)	,014	
	N	5	5

Paso 4: Regla de decisión:  $p\text{-valor} < 0.05$  no se acepta la  $H_0$

$0.014 < 0.05$  cumple

Por ende, no se acepta la  $H_0$

Paso 5: Conclusión

Existe evidencia significativa para decir que las dosificaciones están relacionados a la consistencia de manera directa y positiva con la incorporación de botellas de vidrio reciclado ( $r=0.949$ )

## Temperatura

### Normalidad

Paso 1: Planteamiento de hipótesis

$H_0$ : los datos de la variable temperatura tienen normalidad

$H_1$ : los datos de la variable temperatura NO tienen normalidad

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 5\% = 0.05$

**Tabla 15. Pruebas de normalidad de la temperatura**

<b>Normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_de_vidrio	,186	5	,200*	,943	5	,687
Temperatura	,198	5	,200*	,957	5	,787

Paso 3: Prueba estadística

Muestra < 50 - S.W.

Paso 4: Relación de decisión  $p\text{-valor} \leq 0.05$

No se acepta la  $H_0$

$0.687 \leq 0.05$  no cumple

Por ende, se acepta la  $H_0$

Paso 5: Resultado

Los datos de la variable temperatura tienen normalidad.

### Prueba de correlación de Pearson

Paso 1: Propuesta de hipótesis

$H_0$ : Las dosificaciones NO están relacionados a la temperatura

$H_1$ : Las dosificaciones están relacionados a la temperatura

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

Paso 3: Prueba estadística: "r"

**Tabla 16.** Coeficiente de correlación "r" de ensayo de temperatura

Correlaciones			
		Dosificacion_ de vidrio	Temperatura
Dosificacion_de_vidrio	Correlación de Pearson	1	-,208
	Sig. (bilateral)		,738
	N	5	5
Temperatura	Correlación de Pearson	-,208	1
	Sig. (bilateral)	,738	
	N	5	5

Paso 4: Regla de decisión:  $p\text{-valor} < 0.05$  no se acepta la  $H_0$

$0.738 < 0.05$  no cumple

Por ende, se acepta la  $H_0$

Paso 5: Resultado

Existe evidencia significativa para decir que Las dosificaciones NO están relacionados a la temperatura de manera indirecta y negativa con la incorporación de botellas de vidrio reciclado ( $r = -0.208$ )

## Contenido de aire

### Normalidad

Paso 1: Propuesta de hipótesis

H0: Los datos de la variable contenido de aire tienen normalidad

H1: Los datos de la variable contenido de aire NO tienen normalidad

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 5\% = 0.05$

**Tabla 17.** Pruebas de normalidad de ensayo de contenido de aire.

Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de vidrio	,186	5	,200*	,943	5	,687
Cotenido de aire	,349	5	,046	,771	5	,046

Paso 3: Prueba estadística

Muestra < 50 - S.W.

Paso 4: Relación de decisión  $p\text{-valor} \leq 0.05$

No se acepta la Ho

$0.687 \leq 0.05$  no cumple

Por ende, se acepta la Ho

Paso 5: Resultado

Los datos de la variable contenido de aire tienen normalidad.

### Prueba de correlación de Pearson

Paso 1: Propuesta de hipótesis

H0: Las dosificaciones NO están relacionados al contenido de aire

H1: Las dosificaciones están relacionados al contenido de aire

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

Paso 3: Prueba estadística: "r"

**Tabla 18. Coeficiente de correlación “r” de ensayo de contenido de aire**

<b>Correlaciones</b>			
		Dosificación_de_vidrio	Cotenido_de_aire
Dosificación_de_vidrio	Correlación de Pearson	1	,951*
	Sig. (bilateral)		,013
	N	5	5
Cotenido_de_aire	Correlación de Pearson	,951*	1
	Sig. (bilateral)	,013	
	N	5	5

Paso 4: Regla de decisión:  $p\text{-valor} < 0.05$  no se acepta la  $H_0$

$0.013 < 0.05$  cumple

Por ende, no se acepta la  $H_0$

Paso 5: Resultado

Existe evidencia significativa para decir que Las dosificaciones están relacionados al contenido de aire de manera directa y positiva con la incorporación de botellas de vidrio reciclado ( $r=0.951$ )

### **Peso unitario**

#### **Normalidad**

Paso 1: Propuesta de hipótesis

$H_0$ : los datos de la variable peso unitario tienen normalidad

$H_1$ : los datos de la variable peso unitario NO tienen normalidad

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 5\% = 0.05$

**Tabla 19. Pruebas de normalidad de ensayo de peso unitario.**

<b>Normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación_de_vidrio	,186	5	,200*	,943	5	,687
Peso unitario	,210	5	,200*	,931	5	,603

Paso 3: Prueba estadística

Muestra < 50 - S.W.

Paso 4: Relación de decisión  $p\text{-valor} \leq 0.05$

No se acepta la  $H_0$

$0.687 \leq 0.05$  no cumple

Por lo tanto, se acepta la  $H_0$

Paso 5: Resultado

Los datos de la variable peso unitario tienen normalidad.

### Prueba de correlación de Pearson

Paso 1: Propuesta de hipótesis

$H_0$ : Las dosificaciones NO están relacionados al peso unitario

$H_1$ : Las dosificaciones están relacionados al peso unitario

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

Paso 3: Prueba estadística: "r"

**Tabla 20.** Coeficiente de correlación "r" de peso unitario.

Correlaciones			
		Dosificación_ de_vidrio	Peso_unitario
Dosificación_de_vidrio	Correlación de Pearson	1	-,899*
	Sig. (bilateral)		,038
	N	5	5
Peso_unitario	Correlación de Pearson	-,899*	1
	Sig. (bilateral)	,038	
	N	5	5

Paso 4: Regla de decisión:  $p\text{-valor} < 0.05$  no se acepta la  $H_0$

$0.038 < 0.05$  cumple

Por ende, no se acepta la  $H_0$

Paso 5: Resultado

Existe evidencia significativa para decir que Las dosificaciones están relacionados al peso unitario de manera negativa con la incorporación de botellas de vidrio reciclado ( $r = -0.899$ )

## Resistencia a compresión

### Normalidad

Paso 1: Propuesta de hipótesis

H0: los datos de la variable resistencia a compresión tienen normalidad

H1: los datos de la variable resistencia a compresión NO tienen normalidad

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 5\% = 0.05$

**Tabla 21.** Pruebas de normalidad de ensayo de resistencia a la compresión.

	Normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_de_vidrio	,186	5	,200*	,943	5	,687
Resistencia_a_compresió n	,173	5	,200*	,966	5	,849

Paso 3: Prueba estadística

Muestra > 50 - S.W.

Paso 4: Relación de decisión  $p\text{-valor} \leq 0.05$

No se acepta la Ho

$0.200 \leq 0.05$  no cumple

Por ende, se acepta la Ho

Paso 5: resultado

Los datos de la variable resistencia a la compresión tienen normalidad.

### Prueba de correlación de Pearson

Paso 1: Propuesta de hipótesis

H0: El incremento de F'c NO están relacionados a la incorporación de botellas de vidrio reciclado

H1: El incremento de F'c SI están relacionados a la incorporación de botellas de vidrio reciclado

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

Paso 3: Prueba estadística: "r"

**Tabla 22.** Coeficiente de correlación "r" de resistencia a compresión.

<b>Correlaciones</b>			
		Dosificacion_ de vidrio	Resistencia_a compresión
Dosificacion_de_vidrio	Correlación de Pearson	1	,599
	Sig. (bilateral)		,286
	N	5	5
Resistencia_a_compresió n	Correlación de Pearson	,599	1
	Sig. (bilateral)	,286	
	N	5	5

Paso 4: Regla de decisión:  $p\text{-valor} < 0.05$  no se acepta la  $H_0$

$0.286 < 0.05$  cumple

Por ende, se acepta la  $H_0$

Paso 5: Resultado

Existe evidencia sustancial para decir, la variable resistencia a la compresión no está directamente relacionada y positiva con la incorporación de botellas de vidrio reciclado ( $r=0,599$ )

### **Resistencia a flexión**

#### **Normalidad**

Paso 1: Propuesta de hipótesis

$H_0$ : los datos de la variable resistencia a flexión tienen normalidad

$H_1$ : los datos de la variable resistencia a flexión NO tienen normalidad

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 5\% = 0.05$

**Tabla 23.** Pruebas de normalidad de ensayo de resistencia a flexión.

<b>Normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de vidrio	,186	5	,200*	,943	5	,687
Resistencia a flexión	,183	5	,200*	,943	5	,687

Paso 3: Prueba estadística

Muestra  $< 50$  - S.W.

Paso 4: Relación de decisión  $p\text{-valor} \leq 0.05$

No se acepta la  $H_0$

$0.687 \leq 0.05$  no cumple

Por ende, se acepta la  $H_0$

Paso 5: Resultado

Los datos de la resistencia a la compresión tienen normalidad.

### Prueba de correlación de Pearson

Paso 1: Propuesta de hipótesis

$H_0$ : El incremento de  $F'c$  NO están relacionados a la incorporación de botellas de vidrio reciclado

$H_1$ : El incremento de  $F'c$  SI están relacionados a la incorporación de botellas de vidrio reciclado

Paso 2: Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

Paso 3: Prueba estadística: "r"

**Tabla 24.** Coeficiente de correlación "r" de resistencia a flexión.

Correlaciones			
		Dosificación_ de vidrio	Resistencia_a flexión
Dosificación_de_vidrio	Correlación de Pearson	1	-,229
	Sig. (bilateral)		,711
	N	5	5
Resistencia_a_flexión	Correlación de Pearson	-,229	1
	Sig. (bilateral)	,711	
	N	5	5

Paso 4: Regla de decisión:  $p\text{-valor} < 0.05$  no se acepta la  $H_0$

$0.711 < 0.05$  cumple

Por ende, se acepta la  $H_0$

Paso 5: Conclusión

Existe evidencia sustancial que sugiere que la variable resistencia a la flexión no está directa y positivamente relacionada con la incorporación de botellas de vidrio recicladas ( $r = -0.229$ )

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Los resultados de la investigación al concreto fresco, la consistencia del concreto patrón fue 3 ½, al incorporar vidrio reciclado sustituyendo al agregado fino 5% se mantuvo su asentamiento a 3 ½, posteriormente al incorporar 15%, 30% y 45% aumento su asentamiento a 3 5/8", 4" y 4" con un aumento porcentual de 4%, 14%, 14% respectivamente, por lo que discrepo con la investigación de Poma (2019) quien tuvo como resultados el concreto patrón 6" de asentamiento mientras al incorporar 2% y 3% disminuyo el asentamiento a 5.5" Y 5.75" respectivamente. En ambas investigaciones se discrepó porque a medida que se incorpora vidrio triturado sustituyendo al agregado fino su porcentaje de absorción y humedad del vidrio triturado disminuyen por ende el asentamiento incrementa. Igualmente discrepo con la investigación de Diaz y Ramos (2018) quienes tuvieron como resultado el asentamiento de mezcla convencional 6.5 cm (2 5/9") y al sustituir el agregado fino por vidrio reciclado triturado en 10% y 25% se mantuvo en 6.5cm (2 5/9") mientras al sustituir 15% disminuyo a 6cm (2 1/3"). En ambas investigaciones se discrepa por el menor porcentaje de absorción y humedad del vidrio triturado. Por otro lado, concuerdo con la investigación de Almeida y Trujillo (2017) quienes tuvieron como resultado de asentamiento de la mezcla patrón 7cm (2 ¾") y al adicionar vidrio y retirando arena en 30%; 32%, 34%, 36%, 38% y 40% su asentamiento resulto 7.5cm (3"), 8cm (3 1/7"), 8.5cm (3 1/3"), 8cm (3 1/7"), 8.5cm (3 1/3") y 8.5cm (3 1/3") respectivamente. Por lo que aumento el asentamiento ligeramente respecto a la mezcla patrón conforme se adiciona el porcentaje de vidrio triturado esto es por la menor absorción de agua del material. Igualmente concuerdo con la investigación de Columbié, et al. (2020) quienes obtuvieron resultados de asentamiento de la muestra patrón 7.4 cm (3") y sustituyendo la arena por vidrio en 25%, 50% y 100 % resultó el asentamiento 7.6 cm (3"), 7.7 cm (3") y 8.6 cm (3 2/5") respectivamente. En ambas investigaciones se concuerda en que a mayor porcentaje de vidrio sustituyendo a la arena disminuye la absorción de agua en la mezcla y así aumentando ligeramente su asentamiento del concreto respecto a la muestra patrón.

Discusión 2: Los resultados adquiridos de la investigación muestra que el concreto patrón tuvo una temperatura de 23.2 °C, al incorporar vidrio reciclado sustituyendo al agregado fino en porcentajes de 5%, 15%, 30% y 45% obteniendo resultados de temperatura 21.2 °C, 24.2 °C, 21.7 °C, 22.2 °C respectivamente. Por lo que cumple lo permitido con la norma NTE E.060 quien menciona que el concreto en estado fresco debe mantener una temperatura por encima de 10 °C y permanentemente húmedo por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación y no deberá ser mayor a 32 °C. Igualmente se concuerda con el libro de Matallana (2013) el concreto fundamentos y nuevas tecnologías quien menciona que normalmente se establece que la entrega del concreto no exceda los 32 °C. Se verifica que las temperaturas obtenidas por la presente investigación mantienen los rangos de acuerdo a la norma y libros mencionados, dependiendo también la temperatura ambiente donde se elabora el concreto.

Discusión 3: Los resultados alcanzados en la investigación el contenido de aire del concreto patrón es de 1% y al incorporar vidrio reciclado en porcentajes de 5%, 15%, 30% y 45% su contenido de aire resultó 1%, 1%, 1.1% y 1.2% respectivamente. Por lo que concuerdo con la investigación de Ochoa (2018) quien tuvo como resultado de contenido de aire del concreto patrón  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> resultó 2% y al reemplazar el agregado fino por vidrio reciclado en 10%, 20% y 30% obtuvo 2.1%, 2.4% y 2.5% de contenido de aire respectivamente. En ambas investigaciones concuerdan que el contenido de aire incrementa al incorporar mayor porcentaje de vidrio reciclado.

Discusión 4: Los resultados alcanzados en la investigación al concreto fresco, el peso unitario de la muestra patrón resultó 2366 Kg/cm<sup>3</sup> y al incorporar vidrio en porcentajes de 5%, 15%, 30% y 45% su peso unitario del concreto resultó 2352, 2349, 2342, 2339 Kg/cm<sup>3</sup> respectivamente. Por lo que concuerdo con la investigación de Ochoa (2018) quien obtuvo resultados del concreto patrón 2481 Kg/cm<sup>3</sup> y al reemplazar el agregado fino por vidrio reciclado en 10%, 20% y 30% obtuvo como resultado de peso unitario del concreto fresco 2453 Kg/cm<sup>3</sup>, 2458 Kg/cm<sup>3</sup> y 2459 Kg/cm<sup>3</sup> respectivamente. En ambas investigaciones concuerdo en que al sustituir el agregado fino por vidrio reciclado en 10% disminuyó su peso

unitario del concreto, posteriormente discrepo al incrementar el porcentaje de incorporación de vidrio reciclado el peso unitario del concreto para la investigación de Ochoa aumenta, mientras para la presente investigación el peso unitario del concreto disminuye al incrementar el porcentaje de vidrio reciclado triturado en sustitución del agregado fino.

Discusión 5: Los resultados de la presente investigación del ensayo de resistencia a compresión obtenidos en el laboratorio resultando para el concreto patrón a los 3 días resulto 172 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días resulto 190.4 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días resulto 248.4 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días resulto 265.3 Kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 126% respecto al concreto de diseño  $F'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>, e incorporando vidrio reciclado triturado sustituyendo al agregado fino en porcentaje de 5% por vidrio reciclado resultando a los 3 días 182.7 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días 207.2 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 262.7 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 281 Kg/cm<sup>2</sup>, en sustitución del agregado fino por vidrio reciclado en porcentaje de 15% resulto a los 3 días 199.2 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días 211.7 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 276.1 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 302.3 Kg/cm<sup>2</sup>, en sustitución del agregado fino por vidrio reciclado en porcentaje de 30% resulto a los 3 días 209.1 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días 225.8 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 289.9 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 308.2 Kg/cm<sup>2</sup>, en sustitución del agregado fino por vidrio reciclado en porcentaje de 45% resulto a los 3 días 186.1 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días 201.9 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 208 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 290.5 Kg/cm<sup>2</sup>. Los porcentajes a los 28 días de las dosificaciones e incorporación de vidrio reciclado en porcentaje de 5%, 15%, 30 y 45% respecto al concreto de diseño resulto 134%, 144%, 147% y 138% respectivamente. Por lo que discrepo con la investigación de Bazán y Rojas (2018) quienes obtuvieron resultado del concreto patrón a los 28 días 220.29 Kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 104.9% respecto al diseño  $F'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> e incorporando vidrio reciclado en porcentajes de 15%, 25% y 35% resultando su resistencia a compresión a los 28 días 224.18 Kg/cm<sup>2</sup>, 213.61 Kg/cm<sup>2</sup> y 204.20 Kg/cm<sup>2</sup> con porcentajes respecto al diseño de 106.75%, 101.72% y 97.24% respectivamente. En ambas investigaciones discrepo porque al adicionar 15% hay un ligero aumento de 3.89 Kg/cm<sup>2</sup> posteriormente al incorporar mayor porcentaje de vidrio la resistencia a compresión disminuye mientras que en la presente investigación aumenta la resistencia incorporando hasta 30% e inferior al porcentaje disminuye

su resistencia. En lo que concuerdo con la investigación de Poma (2019) quien tuvo como resultado resistencia a compresión de la probeta de control a los 28 días de edad 230 Kg/cm<sup>2</sup> posteriormente incorporando vidrio reciclado sustituyendo al agregado fino en porcentaje de 2% a los 28 días de edad obtuvo una resistencia a compresión de 235 Kg/cm<sup>2</sup> e incorporando vidrio reciclado sustituyendo al agregado fino en 3% a los 28 días de edad resultando una resistencia a compresión de 249 Kg/cm<sup>2</sup>. En ambas investigaciones se concuerda ya que la investigación de Poma se adiciona al concreto en porcentajes menores siendo 2% y 3%, la presente investigación se realizó a mayor porcentaje de incorporación de vidrio reciclado en sustitución del agregado fino. Igualmente concuerdo con la investigación de Ochoa (2018) quien tuvo como resultado para su concreto patrón 136.71 Kg/cm<sup>2</sup> e incorporando vidrio reciclado en porcentajes de 10%, 20% y 30% obteniendo mejores resultados en resistencia a compresión resultado 150.76 Kg/cm<sup>2</sup>, 164.01 Kg/cm<sup>2</sup> y 170.59 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En ambas investigaciones concuerdo porque al adicionar 30% resultando el aumento máximo respecto a la muestra patrón.

Discusión 6: Los resultados de la presente investigación del ensayo de resistencia a flexión obtenidos en el laboratorio resultando para el concreto patrón a los 28 días 29.74 Kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 100% e incorporando vidrio reciclado triturado sustituyendo al agregado fino en porcentajes de 5%, 15%, 30% y 45% la resistencia a compresión a los 28 días resulto 35.81 Kg/cm<sup>2</sup>, 38.11 Kg/cm<sup>2</sup>, 32.7 Kg/cm<sup>2</sup>, 30.49 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente con porcentajes con respecto al concreto patrón 120%, 138%, 110% y 103% respectivamente. Por lo que concuerdo con la investigación de Bazán y Rojas (2018) quienes tuvieron como resultado del concreto patrón la resistencia a flexión a los 28 días de 32.5 Kg/cm<sup>2</sup> e incorporando vidrio sustituyendo al agregado fino en porcentajes de 15%, 25% y 35% resultando la resistencia a flexión 35.3 Kg/cm<sup>2</sup>, 34.7 Kg/cm<sup>2</sup> y 31.1 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En ambas investigaciones concuerdo porque al adicionar 15% de vidrio se tuvo la mayor resistencia a flexión del concreto.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Según el ensayo de consistencia realizado al concreto fresco se concluye que incorporando mayor porcentaje de vidrio reciclado el asentamiento incrementa, se encuentra dentro del rango dado por el manual de ensayo de materiales menciona el concreto puede ser adecuado mayores a  $\frac{1}{2}$ " y menores a 9".

Conclusión 2: Se concluye que las temperaturas del concreto obtenidas mantienen los rangos de acuerdo a la norma, también depende de la temperatura ambiente donde se elabora el concreto sin influir la incorporación de vidrio reciclado.

Conclusión 3: De acuerdo al ensayo realizado al concreto fresco el contenido de aire disminuye al incorporar mayor vidrio sustituyendo al agregado fino en el concreto.

Conclusión 4: Se concluye que el peso unitario del concreto a medida que se incorpora vidrio reciclado triturado disminuye su peso unitario.

Conclusión 5: De acuerdo a los ensayos de laboratorio se concluye los resultados favorables con respecto al concreto patrón que resulto 265.3 Kg/cm<sup>2</sup> con 126% respecto al diseño  $F'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> finalmente al incorporar 30% de botellas de vidrio reciclado triturado resultado una resistencia a compresión máxima de 308.2 Kg/cm<sup>2</sup> con 138% respecto al diseño, incrementando en un 12% de resistencia respecto al concreto patrón.

Conclusión 6: Se determino que incorporando botellas de vidrio reciclado triturado sustituyendo al agregado fino en la mezcla de concreto a los 28 días de edad resultando el 15% el máximo de su resistencia a flexión con 38.11 Kg/cm<sup>2</sup> respecto a la muestra patrón que resulto 29.74 Kg/cm<sup>2</sup> incrementando en un 28% de su resistencia inicial.

## VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Para obtener la consistencia de concreto con incorporación de vidrio reciclado se recomienda realizar de acuerdo a los procedimientos regidos en las normas, reglamentos y contar con el equipo en óptimas condiciones para que no varíe el resultado.

Recomendación 2: Para la elaboración del concreto se recomienda tener cuidado con el ambiente controlando la temperatura mayor los 10 °C y menor a 32 °C para que el concreto sea óptimo y trabajable.

Recomendación 3: Para que el ensayo de contenido de aire en el concreto sea más preciso al ser llenado en su totalidad se recomienda enraizar bien la mezcla de concreto.

Recomendación 4: Realizar un buen compactado por capas distribuyendo las penetraciones uniformemente en toda su sección de recipiente, golpeado los lados para quitar las burbujas de aire y enraizar bien al momento de culminar y proceder a pesar.

Recomendación 5: Para obtener mejores resultados en la resistencia a compresión del concreto se recomienda emplear hasta 30% de botellas de vidrio reciclado, posteriormente se recomienda realizar investigaciones con dosificaciones inferiores a 30% de botellas de vidrio reciclado.

Recomendación 6: Para tener una mejor resistencia a flexión se recomienda usar el porcentaje de 15% incorporando botellas de vidrio reciclado. Se recomienda experimentar con porcentajes mayores a 5% y menores a 15% incorporando botellas de vidrio reciclado.

## REFERENCIAS

1. PEÑAFIEL CARRILLO, Daniela Alejandra. *Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino*. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil. 2016.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23038/1/Tesis%20%201011%20-%20Pe%c3%b1afiel%20Carrillo%20Daniela%20Alejandra.pdf>
2. GARCÍA RUIZ, Manuel Adriano. *INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN COMPARACION DEL CONCRETO CONVENCIONAL*, TARAPOTO-2020. 2021.  
<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1208/GARC%c3%8dA%20RUIZ%20MANUEL%20ADRIANO%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. BAZÁN ALCÁNTARA, Lusbeth; ROJAS CASIQUE, Reynaldo. *Comportamiento mecánico del concreto  $f' c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado*, distrito de Moyobamba, San Martín–2018. 2018.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31624>
4. POMA ARIZA, Julio Alberto. *Análisis y diseño para la elaboración de concreto  $f' c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando vidrio reciclado molido como agregado fino según la Norma ACI 211*. Lima 2019. 2020.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23469>
5. OCHOA TAPIA, Luis Miguel. *Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos*. 2018.  
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4571/Ochoa%20Tapia.pdf?sequence=1>
6. DÍAZ FERNÁNDEZ, Juan David, et al. *Evaluación del comportamiento mecánico de mezclas de concreto empleando diferentes proporciones de vidrio reciclado y triturado como sustituto de la arena*. 2018.

[https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5625/digital\\_37576.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5625/digital_37576.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

7. ALMEIDA BELTRÁN Johana Belén y TRUJILLO VIVAS Carolina Rebeca. “Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones” Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. 2017.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9820>
8. COLUMBIÉ-LAMORÚ, Lianis de los Ángeles, et al. *Evaluación del uso de vidrio reciclado en la producción de hormigones cubanos*. Minería y Geología, 2020, vol. 36, no 2, p. 218-233.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1993-80122020000200218](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122020000200218)  
DOI: 10.7764/RIC.00007.21
9. PÉREZ ROJAS, Jazmin Andrea Y VERA LÓPEZ, Enrique. *COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE MADE WITH ELECTRIC ARC FURNACE SLAG AND RECYCLED GROUND GLASS AS REPLACEMENT OF COARSE AND FINE AGGREGATE*. 2021.  
[https://www.researchgate.net/profile/Yasmin-Perez-2/publication/355917471\\_COMPRESSIVE\\_STRENGTH\\_OF\\_CONCRETE\\_MADE\\_WITH\\_ELECTRIC\\_ARC\\_FURNACE\\_SLAG\\_AND\\_RECYCLED\\_GROUND\\_GLASS\\_AS\\_REPLACEMENT\\_OF\\_COARSE\\_AND\\_FINE\\_AGGREGATE/links/61846123a767a03c14f6c303/COMPRESSIVE-STRENGTH-OF-CONCRETE-MADE-WITH-ELECTRIC-ARC-FURNACE-SLAG-AND-RECYCLED-GROUND-GLASS-AS-REPLACEMENT-OF-COARSE-AND-FINE-AGGREGATE.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Yasmin-Perez-2/publication/355917471_COMPRESSIVE_STRENGTH_OF_CONCRETE_MADE_WITH_ELECTRIC_ARC_FURNACE_SLAG_AND_RECYCLED_GROUND_GLASS_AS_REPLACEMENT_OF_COARSE_AND_FINE_AGGREGATE/links/61846123a767a03c14f6c303/COMPRESSIVE-STRENGTH-OF-CONCRETE-MADE-WITH-ELECTRIC-ARC-FURNACE-SLAG-AND-RECYCLED-GROUND-GLASS-AS-REPLACEMENT-OF-COARSE-AND-FINE-AGGREGATE.pdf)  
DOI: 10.7764
10. FRÓMETA-SALAS, Zenaida Paulette, et al. *Empleo del vidrio reciclado triturado en sustitución parcial del árido fino para elaborar hormigón con fines de sostenibilidad*. Ciencia en su PC, 2020, vol. 1, no 4, p. 64-81.  
<https://www.redalyc.org/journal/1813/181366194006/html/>
11. TITTARELLI, Francesca; GIOSUÈ, Chiara; MOBILI, Alessandra. *Recycled glass as aggregate for architectural mortars*. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 2018, vol. 12, no 1, p. 1-11.

- <https://link.springer.com/article/10.1186/s40069-018-0290-3>
12. SHARMA, Rachit. *Compressive Strength of Concrete Using Construction Demolition Waste, Glass Waste, Superplasticizer and Fiber*. Jordan Journal of Civil Engineering, 2017, vol. 11, no 3.  
[https://www.researchgate.net/profile/Rachit-Sharma-13/publication/318055837\\_Compressive\\_strength\\_of\\_concrete\\_using\\_construction\\_demolition\\_waste\\_glass\\_waste\\_superplasticizer\\_and\\_fiber/links/610618050c2bfa282a12c30b/Compressive-strength-of-concrete-using-construction-demolition-waste-glass-waste-superplasticizer-and-fiber.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rachit-Sharma-13/publication/318055837_Compressive_strength_of_concrete_using_construction_demolition_waste_glass_waste_superplasticizer_and_fiber/links/610618050c2bfa282a12c30b/Compressive-strength-of-concrete-using-construction-demolition-waste-glass-waste-superplasticizer-and-fiber.pdf)
  13. GUO, Pengwei, et al. *New perspectives on recycling waste glass in manufacturing concrete for sustainable civil infrastructure*. Construction and Building Materials, 2020, vol. 257, p. 119579.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820315841>
  14. ROMERO, Saray, et al. *Envases de Vidrio*. Semilla científica: Revista de investigación formativa, 2021, p. 129-139.  
[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=ROMERO%2C+Saray%2C+et+al.+Envases+de+Vidrio.+Semilla+cient%3ADfca%3A+Revista+de+investigaci%3Bn+formativa%2C+2021%2C+p.+129-139.&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=ROMERO%2C+Saray%2C+et+al.+Envases+de+Vidrio.+Semilla+cient%3ADfca%3A+Revista+de+investigaci%3Bn+formativa%2C+2021%2C+p.+129-139.&btnG=)
  15. RODRÍGUEZ, R. Montallana. *El concreto: fundamentos y nuevas tecnologías*. Journal of Chemical Information and Modeling, 2013, vol. 53, no 9.  
<https://fundacioncompartir.org/noticias/concreto-fundamentos-nuevas-tecnologias>
  16. MTC, M. d. *MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima.: MTC, 2014.  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
  17. IMCYC. *Propiedades del concreto*. Mexico: IMCYC, 2004.  
<https://es.scribd.com/document/410975402/imcyc-2004-Propiedades-del-concreto-pdf>
  18. RODRÍGUEZ, R. Montallana. *El concreto: fundamentos y nuevas tecnologías*. Journal of Chemical Information and Modeling, 2013, vol. 53, no 9.  
<https://fundacioncompartir.org/noticias/concreto-fundamentos-nuevas-tecnologias>

19. INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.034: *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima: INACAL, 2015.  
<https://es.scribd.com/document/417389764/Ntp-339-034-Metodo-de-Ensayo-Normalizado-Para-La-Determinacion-de-La-Resistencia-a-La-Compresion-Del-Concreto-en-Muestras-Cilindricas>
20. RIVERA, G. *Resistencia del concreto*. Universidad del Cauca, Colombia: 1992.  
<https://www.libreriaingeniero.com/2021/02/concreto-simple-ing-gerardo-rivera.html>
21. NAVARRO, Jose Maria Fernandez. *El vidrio*. Editorial CSIC-CSIC Press, 2003.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4GsNCPQRaTwC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Jos%C3%A9+Mar%C3%ADa+Fern%C3%A1ndez+Navarro&ots=JTOLVnlf6&sig=0Qdl WCjr2LcehHCIIp8o-4Y818#v=onepage&q=Jos%C3%A9%20Mar%C3%ADa%20Fern%C3%A1ndez%20Navarro&f=false>
22. COMMITTEE, A. S. T. M. C09. ASTM C33-03, *Standard Specification for Concrete Aggregates*. ASTM International, 2003.  
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C33-03-SP.htm>
23. FAJARDO, Luis Aquino; TAMAYO, Patricio. *Diseño y construcción de una Trituradora de Vidrio*. Revista Ciencia Unemi, vol. 4. 2011.  
<https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663867010.pdf>
24. INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 400.012: *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. 3° Edición Lima: INACAL, 2018.  
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-de-tacna/tecnologia-del-concreto/ntp400-norma-tecnica-peruana-granulometria-de-los-agregados/4659039>
25. ABANTO CASTILLO, Flavio. *Tecnología del concreto*. Editorial San Marcos. Lima–Perú, 2009.  
<https://www.udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>

26. INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 400.037: *Especificaciones normalizadas para agregados de concreto*. 3° Edición Lima: INACAL, 2014.  
<https://es.slideshare.net/hersacs/ntp-400-037-2014especificacionesagregados>
27. INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 400.037: *Especificaciones normalizadas para agregados de concreto*. 3° Edición Lima: INACAL, 2014.  
<https://es.slideshare.net/hersacs/ntp-400-037-2014especificacionesagregados>
28. TORRE, Ana. *Curso básico de tecnología del concreto*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú, 2004.  
[https://www.academia.edu/9191423/CURSO\\_BASICO\\_DE\\_TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO\\_PARA\\_INGENIEROS\\_CIVILES](https://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES)
29. DE GUZMÁN, Diego Sánchez. *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana, 2001.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EWq-QPJhsRAC&oi=fnd&pg=PA5&dq=sanchez+de+guzman+&ots=gZGYGlo\\_Im&sig=ACmJZXIz1ZPDrf8Ba4yRqOaN44E#v=onepage&q=sanchez%20de%20guzman&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EWq-QPJhsRAC&oi=fnd&pg=PA5&dq=sanchez+de+guzman+&ots=gZGYGlo_Im&sig=ACmJZXIz1ZPDrf8Ba4yRqOaN44E#v=onepage&q=sanchez%20de%20guzman&f=false)
30. MORA, Samuel. *Pavimentos de concreto hidráulico*. F1C-UNI ASOCEM, 2006.  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44205933/3\\_Pavimento\\_Concreto\\_In\\_g\\_Mora-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1646150565&Signature=BeCl0RHulD559F0TpQVkrThluTR8ogSqeZ710li30oLYaMMzRjItPWE9mNCgXIKxW-0FtAZ-gCmhfZLle70Vh3j2JXeCOZCUuegyxx8g1jk7j6V3yXL3-Wkz mhE0BENXm3prJ-jQZT0rkYbBwMjvwd47tSR7ovapX1fv1PpbKB0yELts3ImXOI8nVI4mJYqzeQ~9lnnuUiDZN8flsgCd4Gu8hQ59~Px9CBO4nmgTaPQXtR44KZcflh91N7c7XYxMhAoxf6ZuTIUq82hq5yX94v0hbAgnStA2~v5dAvC2f-PFyl5H6ETnQc6mtEtimQRFG5NScb5MOK5FEwSoft0vWA\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44205933/3_Pavimento_Concreto_In_g_Mora-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1646150565&Signature=BeCl0RHulD559F0TpQVkrThluTR8ogSqeZ710li30oLYaMMzRjItPWE9mNCgXIKxW-0FtAZ-gCmhfZLle70Vh3j2JXeCOZCUuegyxx8g1jk7j6V3yXL3-Wkz mhE0BENXm3prJ-jQZT0rkYbBwMjvwd47tSR7ovapX1fv1PpbKB0yELts3ImXOI8nVI4mJYqzeQ~9lnnuUiDZN8flsgCd4Gu8hQ59~Px9CBO4nmgTaPQXtR44KZcflh91N7c7XYxMhAoxf6ZuTIUq82hq5yX94v0hbAgnStA2~v5dAvC2f-PFyl5H6ETnQc6mtEtimQRFG5NScb5MOK5FEwSoft0vWA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

31. ABANTO CASTILLO, Flavio. *Tecnología del concreto*. Editorial San Marcos. Lima–Perú, 2009.  
<https://www.udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>
32. TORRE, Ana. *Curso básico de tecnología del concreto*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú, 2004.  
[https://www.academia.edu/9191423/CURSO\\_BASICO\\_DE\\_TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO\\_PARA\\_INGENIEROS\\_CIVILES](https://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES)
33. TEMPERATURE, Concrete. ASTM C 1064; one test hourly when air temperature is 40 deg F (4.4 deg C) and below and when 80 deg F (27 deg C) and above, and one test for each composite sample. 5. Compression Test Specimens: ASTM C, vol. 31.  
<https://pdfcoffee.com/astm-c-1064-pdf-free.html>
34. ORTIZ LOZANO, José Angel, et al. Influencia de la temperatura ambiental en las propiedades del concreto hidráulico. 2007.  
[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/2500/aguado\\_ingenieria\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/2500/aguado_ingenieria_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
ISSN: 1665-529X
35. INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.080: *Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión*. 2° Edición Lima: INACAL, 2011.  
[https://tuxdoc.com/downloadFile/ertyerty\\_pdf](https://tuxdoc.com/downloadFile/ertyerty_pdf)
36. ABANTO CASTILLO, Flavio. *Tecnología del concreto*. Editorial San Marcos. Lima–Perú, 2009.  
<https://www.udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>
37. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM C 138/C 138M: Método de ensayo normalizado para determinar la densidad (peso unitario), volumen producido y contenido de aire del hormigón por el método gravimétrico.  
<https://pdfcoffee.com/astm-c-138-01adoc-pdf-free.html>
38. INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.046: *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire*

(método gravimétrico) del hormigón (concreto). 2° Edición Lima: INACAL, 2008.

<https://www.coursehero.com/file/41992814/NTP-339046pdf/>

39. TORRE, Ana. *Curso básico de tecnología del concreto*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú, 2004.  
[https://www.academia.edu/9191423/CURSO\\_BASICO\\_DE\\_TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO\\_PARA\\_INGENIEROS\\_CIVILES](https://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES)
40. ABANTO CASTILLO, Flavio. *Tecnología del concreto*. Editorial San Marcos. Lima–Perú, 2009.  
<https://www.udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>
41. TORRE, Ana. *Curso básico de tecnología del concreto*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú, 2004.  
[https://www.academia.edu/9191423/CURSO\\_BASICO\\_DE\\_TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO\\_PARA\\_INGENIEROS\\_CIVILES](https://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES)
42. National Ready Mixed Concrete Association. *El concreto en la práctica ¿qué, porque y cómo?* NRMCA, 2019.  
[https://issuu.com/arquipolis/docs/el\\_concreto\\_en\\_la\\_practica\\_-\\_nrmca](https://issuu.com/arquipolis/docs/el_concreto_en_la_practica_-_nrmca)
43. MOGUEL, Ernesto A. Rodríguez. *Metodología de la Investigación*. Univ. J. Autónoma de Tabasco, 2005.  
<https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=r4yrEW9Jhe0C&oi=fnd&pg=PA3&dq=libros+de+metodologia&ots=8Cb04PHek3&sig=FVjkauZBqKLq6UuVcqcfyMIQgfk#v=onepage&q=libros%20de%20metodologia&f=false>
44. HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; TORRES, Christian Paulina Mendoza. *Metodología de la investigación*. México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018.  
<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>  
ISBN: 978-1-4562-2396-0
45. HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; TORRES, Christian Paulina Mendoza. *Metodología de la investigación*. México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018.

<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

46. FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar; HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la Investigación*. Editorial McGraw Hill, 2014.  
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
47. HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. (5. ta ed.). 2010.  
<https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
48. ABREU, Jose Luis. *Constructos, Variables, Dimensiones, Indicadores & Congruencia (Constructs, Variables, Dimensions, Indicators & Consistency)*. Daena: International Journal of Good Conscience, 2012, vol. 7, no 3, p. 123-130.  
[http://www.spentamexico.org/v7-n3/7\(3\)123-130.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n3/7(3)123-130.pdf)
49. PANIAGUA MACHICAO, Felix Mirardo; CONDORI-OJEDA, Porfirio. *Investigación científica en educación*. 2018.  
<https://www.aacademica.org/cporfirio/5.pdf?view>  
ISBN N° 978-612-00-3244-2
50. PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5. ta edición, Colombia, 2018.  
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>  
ISBN. 978-958-762-876-0
51. HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; TORRES, Christian Paulina Mendoza. *Metodología de la investigación*. México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018.

<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

52. PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5. ta Edición, Colombia, 2018.

<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

ISBN. 978-958-762-876-0

53. HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; TORRES, Christian Paulina Mendoza. *Metodología de la investigación*. México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018.

<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

54. PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5° Edicion, Colombia, 2018.

<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

ISBN. 978-958-762-876-0

55. PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5° Edicion, Colombia, 2018.

<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

ISBN. 978-958-762-876-0

56. PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5° Edicion, Colombia, 2018.

<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

ISBN. 978-958-762-876-0

57. PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5° Edición, Colombia, 2018.  
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>  
ISBN. 978-958-762-876-0
58. PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5° Edición, Colombia, 2018.  
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>  
ISBN. 978-958-762-876-0

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Incorporación de botellas de vidrio reciclado en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022.					
Autor: FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable independiente botellas de vidrio reciclado	Definen al vidrio que es un material amorfo (que es poco ordenado en su estructura interna), inorgánicos, de fusión que han sido enfriados a una condición rígida sin cristalizarse, resistente al desgaste, la corrosión, y la compresión (Fajardo y Tomayo, 2011, p. 75)	El vidrio es un material reutilizable y en este caso lo usaremos con le fin de mejorar las propiedades del concreto mediante la incorporacion de vidrio en sustitucion del del agregado fino del concreto	Porcentaje	0%, 5%, 15%, 30%, 45%	Razón
			Granulometria	Agregado fino 9.5 mm - 0.15 mm	Razón
Variable dependiente propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	El concreto es un material de uso común, o convencional y se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo (Torre, 2004, p. 74)	El concreto es el material mas usado en la pavimentacion de las calles de la ciudad de ayacucho, con el proyecto de investigacion se busca mejorar las propiedades del concreto para pavimentos rigidos y comprobados en laboratorio de concreto con pruebas de slamp. compresion y flexion.	Consistencia	Ensayo de cono de abrams	Razón
			Temperatura	Ensayo para determinar la temperatura $^{\circ}\text{C}$	Intervalo
			Contenido de aire	Ensayo para determinar el contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión	Razón
			Peso unitario	Peso unitario	Razón
			Propiedades mecanicas	Resistencia a la compresion	Razón
Resistencia a la flexión	Razón				

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Incorporación de botellas de vidrio reciclado en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022.								
Autor: FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES								
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología	
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable independiente botellas de vidrio reciclado</b>					
¿De que manera la Incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?	Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022	Las botellas vidrio reciclado influye en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022		Porcentaje	0%, 5%, 15%, 30%, 45%	Balanza		
			Granulometria	Agregado fino 9.5 mm - 0.15 mm	Tamiz			
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>Variable dependiente propiedades del concreto <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	Propiedades físicas				
¿De que manera la Incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en la consistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?	Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la consistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022	Las botellas vidrio reciclado influye en la consistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022			Consistencia	Ensayo de cono de abrams NTP 339.035		Tipo de investigación Aplicada
¿De que manera la Incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en la temperatura del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?	Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la temperatura del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022	Las botellas vidrio reciclado influye en la temperatura del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022			Temperatura	Ensayo para determinar la temperatura $^{\circ}\text{C}$ NTP 339.184 ASTM C 1064		Enfoque de investigación Cuantitativo
¿De que manera la Incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en el contenido de aire del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?	Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en el contenido de aire del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022	Las botellas vidrio reciclado influye en el contenido de aire del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022			Contenido de aire	Ensayo para determinar el contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión NTP 339.080 ASTM C231		El diseño de la investigación Experimental
¿De que manera la Incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en el contenido de aire del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?	Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en el Peso unitario del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022	Las botellas vidrio reciclado influye en el contenido de aire del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022			Peso unitario	Peso unitario, rendimiento y contenido de aire NTP 339.046		El nivel de la investigación: Correlacional
¿De que manera la Incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?	Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022	Las botellas vidrio reciclado influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022			Resistencia a la compresion	Resistencia a la compresion NTP 339.034 ASTM C39 MTC/14	Población: 72 probetas cilíndricas y 18 vigas	
¿De que manera la Incorporación de botellas de vidrio reciclado influye en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022?	Demostrar la influencia de la incorporación de botellas de vidrio reciclado en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022	Las botellas vidrio reciclado influye en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho – 2022			Resistencia a la flexión	Resistencia a la flexión NTP 339.078 ASTM C78 MTC/14	Muestra: 60 probetas cilíndricas y 15 vigas	
				Propiedades mecánicas		Muestreo: no probabilístico		

Anexo 3. Validez de instrumentos de recolección de datos

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
OBRA:							
SITUACIÓN:		PROGRESIVA					
PERFORACIÓN:		N° LABORATORIO					
	Design del Tamiz US	A	A	B %	% Mas Grueso	% Mas Fino	
		Peso Retenido gr.	Peso Retenido gr. REAL	Pasanle			
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4					
		3					
	GRAVA	GRUESA	2 1/2				
			2				
			1 1/2				
			1				
		FINA	3/4				
			1/2				
			3/8				
			1/4				
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q' P.T.M.	ARENA	GRUESA	N° 4				
			N° 8				
			N° 10				
		MEDIA	N° 16				
			N° 20				
			N° 30				
	FINA	N° 40					
		N° 50					
		N° 60					
		N° 80					
		N° 100					
		N° 200					
		P N° 200					

<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA (P.T.M.)</b> <input style="width: 80%;" type="text"/> gr.	<b>Observacion:</b> <input style="width: 95%;" type="text"/> <input style="width: 95%;" type="text"/>
--	---

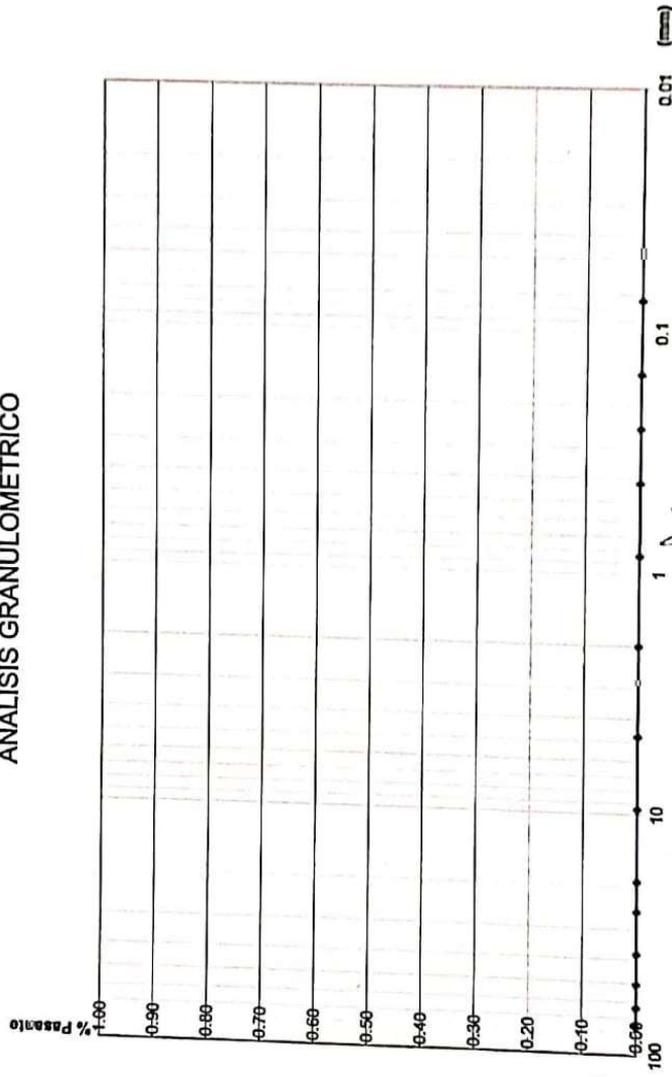
<b>VÍA SECA</b> <input style="width: 80%;" type="text"/>	<b>VÍA HÚMEDA</b> <input style="width: 80%;" type="text"/>
<b>CARACTERÍSTICAS DE MUESTRA ENSAYADA</b>	

  
**Rodolfo E. Soto Alvarado**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 68235

  
**Juan G. Quispe Galindo**  
 REG. CIP. N° 87139

  
**Ing. Edgar Lazo Avendaño**  
 REG. CIP. 105351

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



  
**Laboratorio Especializado**  
SERVICIOS S.A.S.  
REG. CIP. 62235

  
**Laboratorio Especializado**  
SERVICIOS S.A.S.  
REG. CIP. N° 87129

  
**Laboratorio Especializado**  
SERVICIOS S.A.S.  
REG. CIP. 18341



**CÁLCULOS DE RESISTENCIA ESPECÍFICA DEL CONCRETO (f'c)**

TIPO DE CEMENTO:		CÁLCULOS DE RESISTENCIA ESPECÍFICA DEL CONCRETO (f'c)										TIPO DE FALLA							
EDAD DEL CONCRETO (Días):		Diam. Sup.		Diam. Inf.		D.Pr om		Altu ra		Pes o		Peso Aire Sec o		Carga Máxima		Área		f'c	
N.º	F. Ptu eba	D	F	D	F	D	F	D	F	Hú me do	Álre	Sec o	Álre	g/cm3	Kg	cm2	Kg/cm2		
1		1	2	1	2	1	2	1	2										
2																			
3																			
4																			
5																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
															Densidad =		f'c =		

**ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Numero Muestra	Húmedo	Peso Húmedo	Seco	Peso Seco	% Humedad
7					
8					
9					
					% W =

  
**Rodolfo F. Soto Marado**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 08235

  
**Juan O. Quispe Calindio**  
 REG. CIP. N° 07139

  
**Ing. Edgar Lazo Alvarado**  
 REG. CIP. 15531

Anexo 4. Panel fotográfico



Foto 01. Acopio de botellas de vidrio de colores.



Foto 02. Agregado grueso



Foto 03. Cantera Cachi - Occoroy



Foto 04. Granulometría del agregado grueso



Foto 05. Granulometría del agregado fino con incorporación de vidrio reciclado



Foto 06. Contenido de humedad de agregado fino y grueso



Foto 07. Gravedad específica del agregado grueso

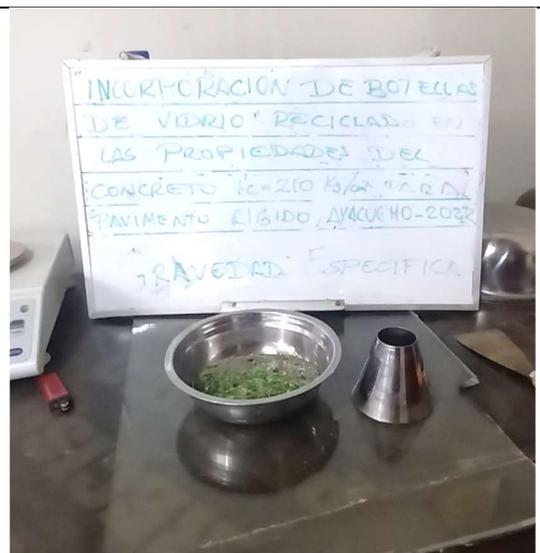


Foto 08. Gravedad específica del agregado fino

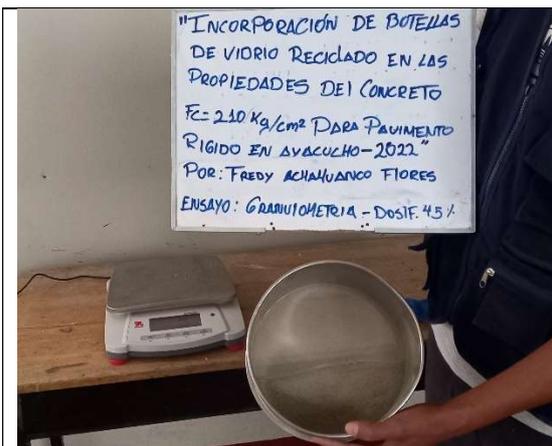


Foto 09. Granulometría del agregado fino con incorporación de vidrio reciclado.



Foto 10. Peso unitario del agregado fino.

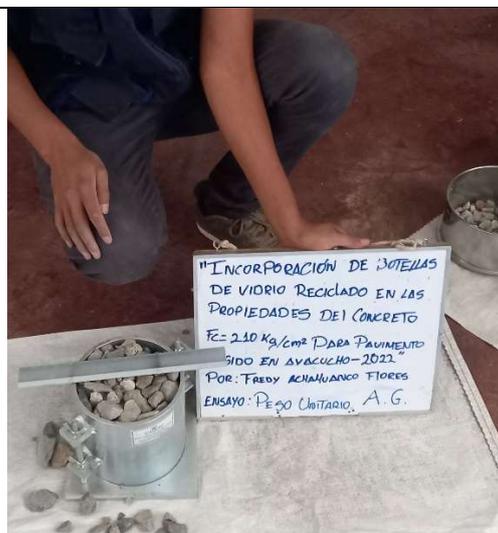


Foto 11. Peso unitario del agregado grueso.



Foto 12. Incorporando vidrio a la mezcla de concreto



Foto 13. Vidrio reciclado triturado



Foto 14. Equipo para la elaboración del concreto



Foto 15. Consistencia del concreto



Foto 16. Equipo para realizar ensayo de contenido de aire

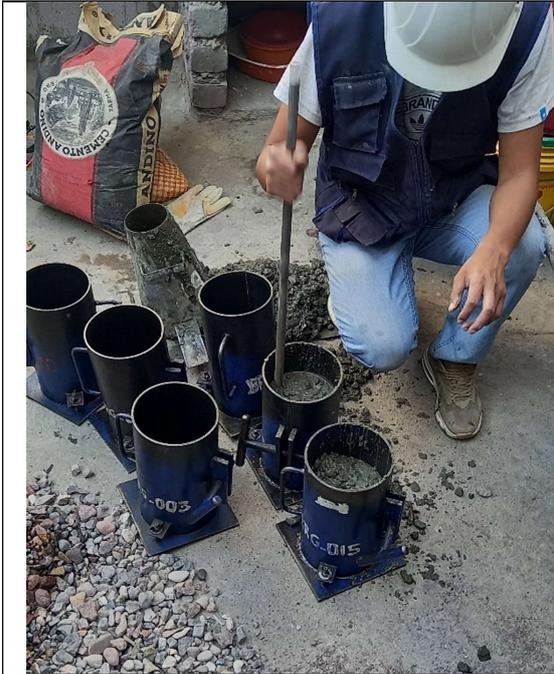


Foto 17. Elaboración de testigos de concreto



Foto 18. Elaboración de vigas de concreto



Foto 19. Molde para elaborar viga de concreto



Foto 20. Toma de dimensiones del testigo



Foto 21. Testigos de concreto



Foto 22. Testigos de concreto con incorporación de vidrio reciclado



Foto 23. Maquina de ensayo a compresión.



Foto 24. Rotura de concreto a compresión



Foto 25. Resistencia a compresión



Foto 26. Resistencia a compresión



Foto 27. Vigas de concreto



Foto 28. Curado de testigos y vigas de concreto



Foto 29. Resistencia a flexión



Foto 30. Resistencia a flexión



Foto 31. Viga de concreto

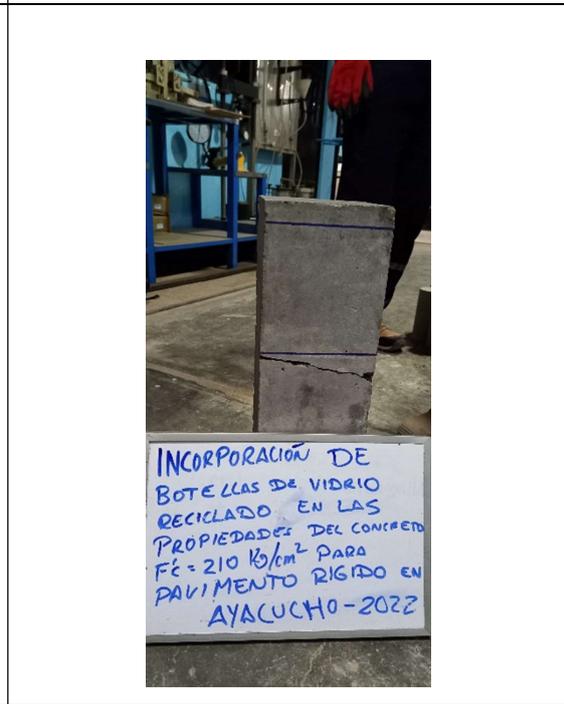


Foto 32. Viga de concreto.

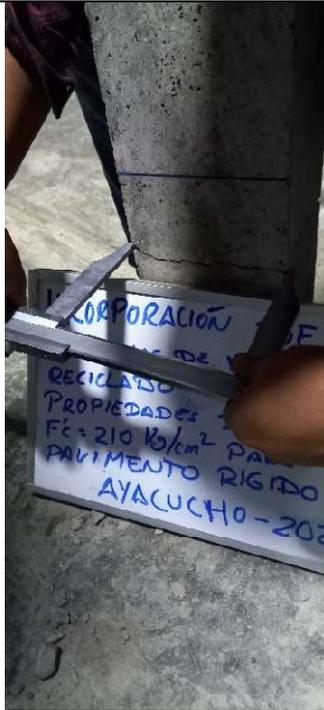


Foto 33. Testigos de concreto



Foto 34. Testigos de concreto con incorporación de vidrio reciclado



Foto 35. Máquina de ensayo a compresión.



Foto 36. Rotura de concreto



**DISEÑO DE MEZCLAS DE  
CONCRETO CON REEMPLAZOS  
DE AGREGADO FINO**

**INF. N° 001-2022/CS-CON-22-O-002**

**PROYECTO**

"INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO  
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  
F´C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN  
AYACUCHO – 2022

**SOLICITANTE**

FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

**Fecha**

ABRIL DEL 2022

KENNI HUAMANI GAMARRA  
ING. CIVIL  
N° 12903  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ANEXO 1**  
**- ENSAYOS DE**  
**LABORATORIO**  
**- DISEÑO ANALITICO**  
**- MEZCLAS DE PRUEBA**



KENNY ALANIANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
N.º 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ANEXO 1.1**  
**ARENA ZARANDEADA**  
**(100%) – VIDRIO**  
**TRITURADO (0%)**



FRANCIS CAMARA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**CASAGRANDE**  
TECNOLOGIA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 204)

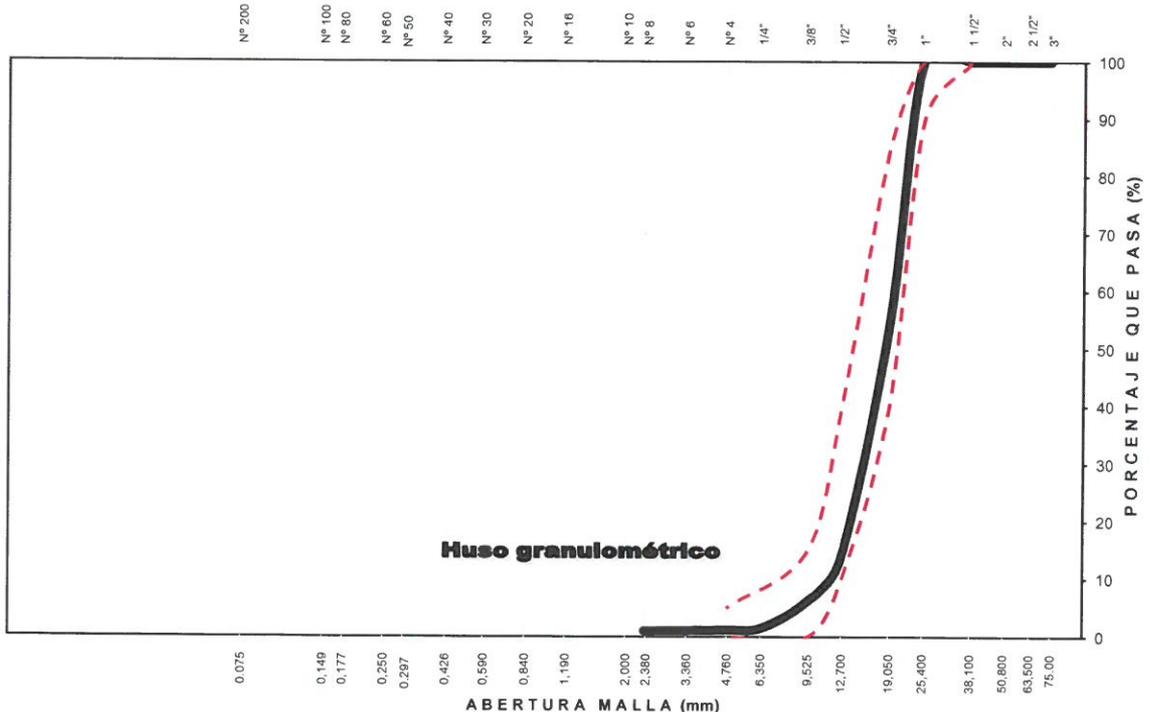
Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002  
Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
Cantera : CACHI - OCCOROY  
Material : PIEDRA CHANCADA

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : AYACUCHO  
Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 56 (1" a 3/8")	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
							<b>PESOS (gr)</b>	
							Peso seco inicial	4417.9
							Peso seco lavado	4382.7
							Pérdida por lavado	35.2
							<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
							% Grava	98.8
							% Arena	0.4
							<b>% de Finos</b>	<b>0.8</b>
							D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> =	11.1625
							D <sub>30(mm)</sub> =	15.2938
							D <sub>60(mm)</sub> =	19.9095
							Cu =	1.78
							Cc =	1.05
							D <sub>15(mm)</sub> =	12.9153
							D <sub>50(mm)</sub> =	18.4650
							D <sub>85(mm)</sub> =	23.3411
							Clasificación SUCS	<b>GP</b>
							<b>GRAVA MAL GRADUADA</b>	
							Módulo de Fineza	7.35
							Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr)	6.30
<b>TOTAL</b>		<b>4417.9</b>	<b>100.0</b>					
Tamaño Máximo (Pulg) = 1		Tamaño Máximo Nominal (Pulg) = 3/4						

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY HUAMANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA DE TECNOLOGIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (MTC E 204)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

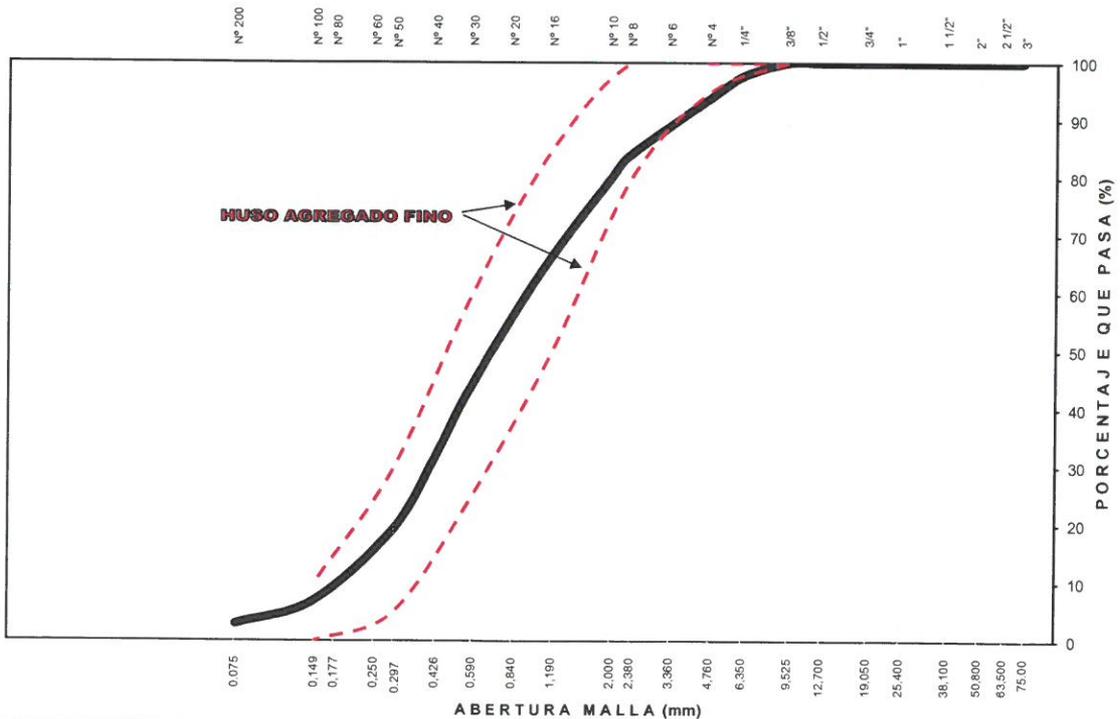
Trazabilidad : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002  
Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
Cantera : CACHI - VIDRIO TRITURADO  
Material : ARENA (100%) - VIDRIO (0%)

Región/Provii : AYACUCHO / HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : AYACUCHO  
Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b>	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00			
2"	50.800	-	-	-	100.00		Peso seco inicial 1384.1	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		Peso seco lavado 1343.5	
1"	25.400	-	-	-	100.00		Pérdida por lavado 40.6	
3/4"	19.000	-	-	-	100.00		<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
1/2"	12.700	-	-	-	100.00		% Grava 6.2	
3/8"	9.500	-	-	-	100.00	100	% Arena 90.9	
1/4"	6.350	32.50	2.35	2.35	97.65		% de Finos <b>2.9</b>	
N° 4	4.760	53.40	3.86	6.21	93.79	95 - 100	D <sub>10</sub> = D <sub>60(mm)</sub> = 0.1860	
N° 8	2.360	135.40	9.78	15.99	84.01	80 - 100	D <sub>30</sub> = 0.4093	
N° 10	2.000	56.40	4.07	20.06	79.94		D <sub>60(mm)</sub> = 0.9934	
N° 16	1.100	218.00	15.75	35.81	64.19	50 - 85	Cu = 5.34	
N° 30	0.590	277.10	20.02	55.83	44.17	25 - 60	Cc = 0.91	
N° 40	0.425	175.30	12.67	68.50	31.50		D <sub>15(mm)</sub> = 0.2459	
N° 50	0.297	169.30	12.23	80.73	19.27	5 - 30	D <sub>50(mm)</sub> = 0.7386	
N° 100	0.149	171.10	12.36	93.09	6.91	0 - 10	D <sub>85(mm)</sub> = 2.6026	
N° 200	0.075	55.00	3.97	97.07	2.93		Clasificación SUCS <b>SP</b>	
Lavado		40.60	2.93	100.00	0.00		<b>ARENA MAL GRADUADA</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>1,384.10</b>	<b>100.00</b>					

Módulo de Fineza = 2.88      Superficie específica (cm<sup>2</sup>/gr) = 59.5

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/B LOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> <small>GEOTECNIA Y CONCRETO</small>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E 215), ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

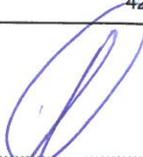
Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	2,157.64	2,466.00
Peso Seco de la muestra (gr)	2,150.24	2,457.10
Peso del agua en la muestra (gr)	7.40	8.90
Contenido de Humedad ( % )	0.34	0.36
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>0.35</b>
% de absorción		<b>1.01</b>
Absorción Efectiva ( % )		0.66
Humedad Superficial ( % )		-
IDENTIFICACIÓN	Agregado Fino	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	617.06	845.32
Peso Seco de la muestra (gr)	595.76	818.32
Peso del agua en la muestra (gr)	21.30	27.00
Contenido de Humedad ( % )	3.58	3.30
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>3.44</b>
% de absorción		<b>2.86</b>
Absorción Efectiva ( % )		-
Humedad Superficial ( % )		0.58

Nota: La humedad del agregado corresponde al momento del ensayo, esta humedad puede variar en obra por lo que se recomienda hacer las correcciones por humedad de agregados a las dosificaciones del concreto.

<b>PORCENTAJE DE VACIOS</b>		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,397	1,695
Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,539	1,858
Gravedad Especifica de Masa	2.68	2.70
Peso de los Solidos (gr)	2,677	2,697
Porcentaje de Vacíos ( %) Agregado suelto	47.8	37.2
Porcentaje de Vacíos ( %) Agregado varillado	42.5	31.1

  
**KENDY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## GRAVEDAD ESPECIFICA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

AGREGADO GRUESO (MTC E 206)			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca (gr)	2,016.02	2,009.99	
Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	2,035.84	2,030.92	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	1,262.48	1,259.67	
Peso Especifico de masa	2.61	2.61	2.61
Peso Especifico de masa SSS	2.63	2.63	2.63
Peso Especifico aparente	2.68	2.68	2.68
% de Absorción	0.98	1.04	1.01

AGREGADO FINO (MTC E 205)			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso al aire de la muestra seca (gr)	486.09	486.12	
Peso del Picnómetro aforado lleno de agua (gr)	643.73	669.80	
Peso del Picnómetro con la muestra y agua (gr)	950.02	976.01	
Peso de la muestra en SSS (gr)	500.00	500.00	
Temperatura del agua en el ensayo	21.00	21.00	
Corrección por temperatura (K)	0.9980	0.9980	
Peso Especifico de masa	2.50	2.50	2.50
Peso Especifico de masa SSS	2.58	2.57	2.58
Peso Especifico aparente	2.70	2.70	2.70
% de Absorción	2.86	2.86	2.86

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	55.28
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	44.72
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Bulk)</b>	<b>2.56</b>
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Aparente)</b>	<b>2.69</b>

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CASAGRANDE  
GEOTECNIA Y CONCRETO**PESO UNITARIO DE LOS  
AGREGADOS  
(NTP 400.017, MTC E 203)**

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>AGREGADO FINO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,487.0	7,480.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,774.0	4,767.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,697	1,694
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,695</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,946.0	7,938.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	5,233.0	5,225.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,860	1,857
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,858</b>	
<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	20,480.0	20,498.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	13,173.0	13,191.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,396	1,398
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,397</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	21,832.0	21,820.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	14,525.0	14,513.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,540	1,538
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,539</b>	



KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GLOBAL

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : INDICADA

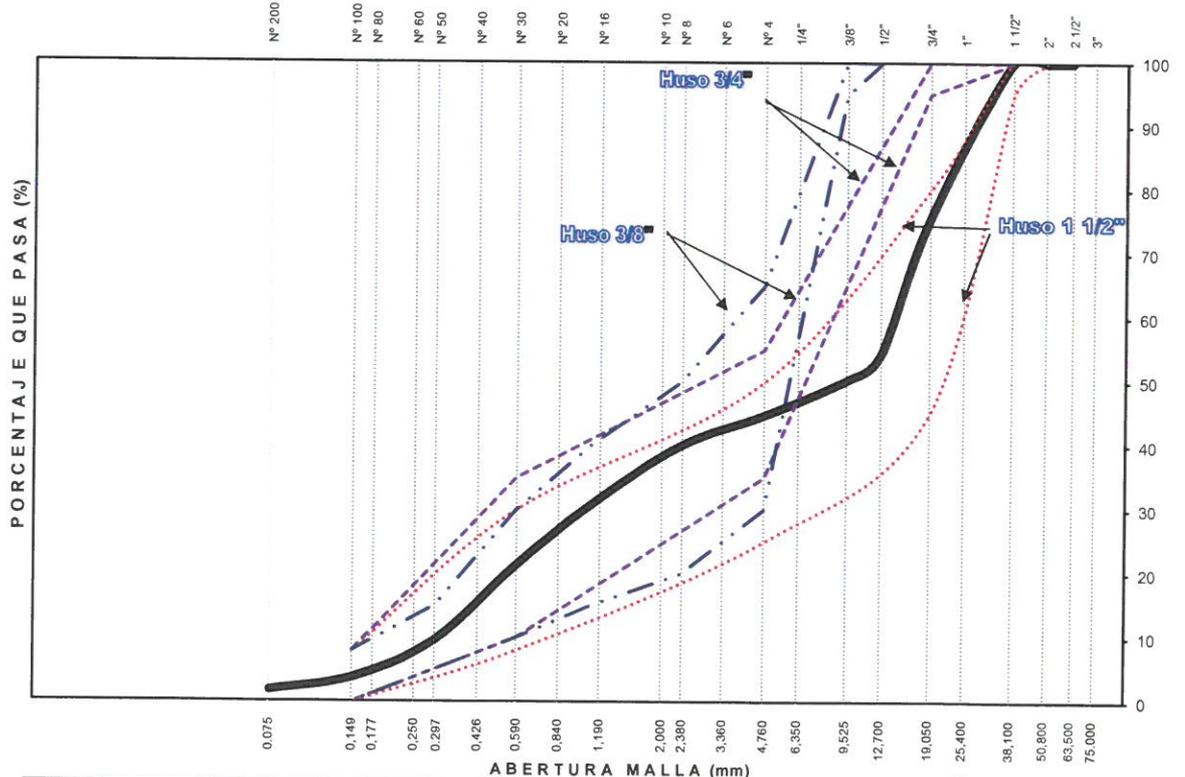
Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A. GRUESO)	% PASA (A. FINO)	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 3/4	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
3"	75.000	100.00	100.00	0.0	100.00		<b>RESULTADOS</b> % Grava 55.3 % Arena 42.9 % de Finos 1.8 D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> = 0.3073 D <sub>30(mm)</sub> = 1.0625 U <sub>60(mm)</sub> = 14.4261 Cu = 46.9 Cc = 0.3 D <sub>15(mm)</sub> = 0.4184 D <sub>50(mm)</sub> = 9.3110 D <sub>85(mm)</sub> = 21.5152 Clasificación SUCS <b>GP</b> GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA Tamaño Maximo 1" Tamaño Maximo Nominal 3/4" Módulo de Fineza 5.25		
2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.0	100.00				
2"	50.800	100.00	100.00	0.0	100.00	-			
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.0	100.00	100			
1"	25.400	100.00	100.00	0.0	100.00	-			
3/4"	19.000	53.37	100.00	24.7	75.29	95			
1/2"	12.700	13.64	100.00	45.8	54.23	-			
3/8"	9.500	6.06	100.00	49.8	50.21	-			
1/4"	6.350	1.46	97.65	53.3	46.67	-			
N° 4	4.760	1.19	93.79	55.3	44.72	35			
N° 8	2.360	1.03	84.01	60.0	40.03	-			
N° 10	2.000	1.02	79.94	61.9	38.11	-			
N° 16	1.100	0.99	64.19	69.3	30.69	-			
N° 30	0.590	0.95	44.17	78.7	21.26	10			
N° 40	0.425	0.93	31.50	84.7	15.30	-			
N° 50	0.297	0.91	19.27	90.5	9.54	-			
N° 100	0.149	0.85	6.91	96.3	3.70	8			
N° 200	0.075	0.80	2.93	98.2	1.80	-			
% según analisis del Agregado Global		% del A.G. =		53.0	% del A.F. =				47.0

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GLOBAL



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY JUAN CANARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Nº 130833  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

**DISEÑO ANALÍTICO DE  
MEZCLA DE CONCRETO  
(CONSISTENCIA PLÁSTICA  
ASENTAMIENTO de 3" a 4")**

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  $f'c = 210$  KG/CM<sup>2</sup> PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

**DATOS DE LOS AGREGADOS**

CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - OCCOROY	: CACHI - VIDRIO TRITURADO
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA (100%) - VIDRIO (0%)
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUSS (kg/m <sup>3</sup> )	1397	1695
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1539	1858
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.68	2.70
PESO ESPECIFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.35	3.44
MODULO DE FINEZA	7.35	2.88
TAMAÑO MAXIMO	1 "	--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1402	1754

**DATOS DEL CEMENTO**

MARCA : ANDINO

TIPO : PORTLAND TIPO I

PESO ESPECIFICO 3.12

**RESISTENCIA PROMEDIO  $f'cr$**

RESISTENCIA DE DISEÑO  $f_c$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 210  $f'cr = 294$  kg/cm<sup>2</sup>

**ASENTAMIENTO**

MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

**CONTENIDO DE AIRE**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4 " CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "		
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =	205 lt/m <sup>3</sup>

  
 KENNY HUAMANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





## DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO – 2022"  
 Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002  
 Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO  
 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : ABRIL DEL 2022

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	833.3	932.7	205.0	-	-	2338.1

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.00	2.27	2.54	23.7	-	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	862.0	936.0	206.3	-	-	2371.4

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.49	0.67	205.0	206.3	-	-

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.0	2.0	2.7	23.9	-	-

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO (DOSIFICACIÓN EN PESO)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Cantera AG : CACHI - OCCOROY

Cantera AF : CACHI - VIDRIO TRITURADO

Cemento : ANDINO : PORTLAND TIPO I

FECHA DE PRUEBA: 11/04/2022

: PIEDRA CHANCADA

: ARENA (100%) - VIDRIO (0%)

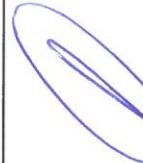
Aditivos: ADITIVO 1

ADITIVO 2

### ENSAYOS EN TANDAS DEL CONCRETO

Nombre	(W/C)/f <sub>c</sub>	CEMENTO (gr)	A.F. (gr)	A.G. (gr)	AGUA (gr)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	P.U. Teórico (kg/m <sup>3</sup> )	Temperatura concreto (°C)	Slump (")	Peso Unitario Concreto Fresco (kg/m <sup>3</sup> )	% Aire total	N° testigos / N° vigas
MEZCLA PRUEBA 01	210	8722	20479	22237	4902	0.0	0.0	2371.4	23.2	3 1/4    3 3/4	2366.0	1.0	12 testigos / 3 vigas

NOTA:

  
 "KENNY GAMARRA" GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Nº 150033/L  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ANEXO 1.2**  
**ARENA ZARANDEADA**  
**(95%) – VIDRIO**  
**TRITURADO (5%)**



KENNY HUMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C. Nº 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 204)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY

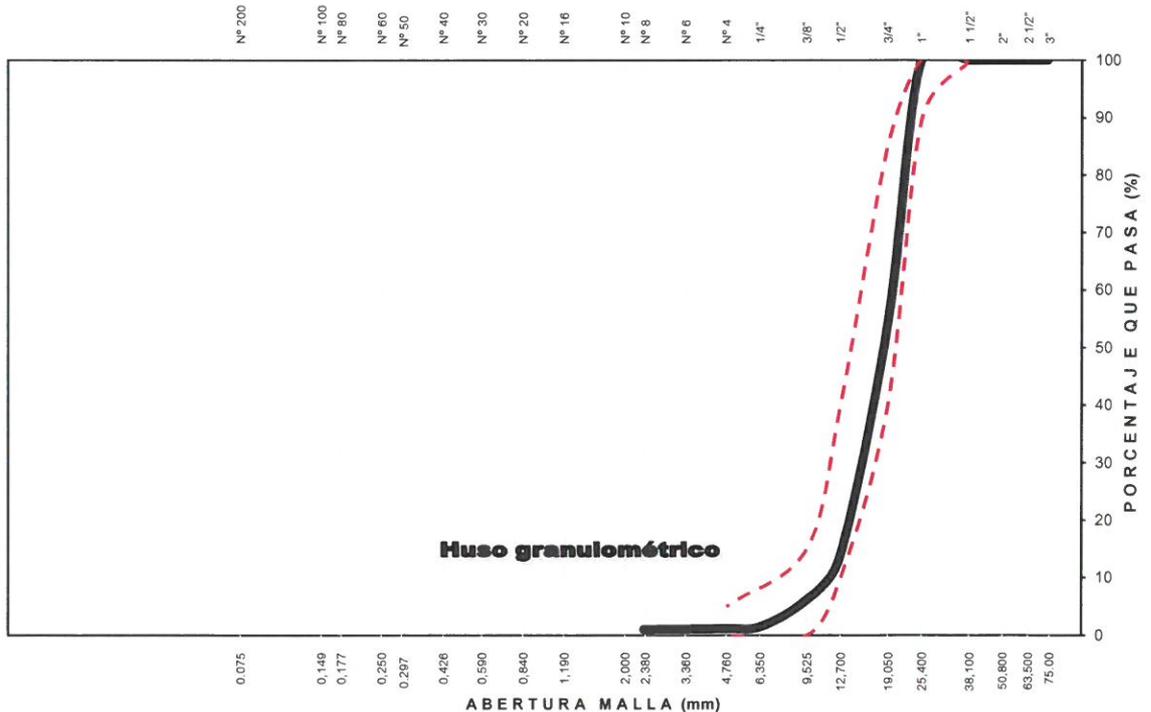
Lugar : AYACUCHO

Material : PIEDRA CHANCADA

Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 56 (1" a 3/8")	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
							PESOS (gr)	
3"	75.000	-	-	-	100.00			
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00			
2"	50.800	-	-	-	100.00			
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	100 - 100		
1"	25.400	-	-	-	100.00	90 - 100		
3/4"	19.000	2,059.90	46.63	46.63	53.37	40 - 85		
1/2"	12.700	1,755.30	39.73	86.36	13.64	10 - 40		
3/8"	9.500	334.90	7.58	93.94	6.06	0 - 15		
1/4"	6.350	203.50	4.61	98.54	1.46			
N° 4	4.760	11.60	0.26	98.81	1.19	0 - 5		
N° 8	2.360	7.20	0.16	98.97	1.03			
N° 10	2.000	0.60	0.01	98.98	1.02			
N° 16	1.100	1.10	0.02	99.01	0.99			
N° 30	0.590	1.90	0.04	99.05	0.95			
N° 40	0.425	1.00	0.02	99.07	0.93			
N° 50	0.297	0.90	0.02	99.09	0.91			
N° 100	0.149	2.40	0.05	99.15	0.85			
N° 200	0.075	2.40	0.05	99.20	0.80			
Lavado		35.20	0.80	100.00	-			
<b>TOTAL</b>		<b>4417.9</b>	<b>100.0</b>					
<b>Tamaño Máximo (Pulg) = 1</b>		<b>Tamaño Máximo Nominal (Pulg) = 3/4</b>						
							<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
							% Grava	
							98.8	
							% Arena	
							0.4	
							<b>% de Finos</b>	
							<b>0.8</b>	
							D <sub>10</sub> = D <sub>60(mm)</sub> =	
							11.1625	
							D <sub>30(mm)</sub> =	
							15.2938	
							D <sub>60(mm)</sub> =	
							19.9095	
							Cu =	
							1.78	
							Cc =	
							1.05	
							D <sub>15(mm)</sub> =	
							12.9153	
							D <sub>50(mm)</sub> =	
							18.4650	
							D <sub>85(mm)</sub> =	
							23.3411	
							Clasificación SUCS	
							GP	
							<b>GRAVA MAL GRADUADA</b>	
							Módulo de Fineza	
							7.35	
							Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr)	
							6.30	

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 120233  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (MTC E 204)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002  
Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
Cantera : CACHI - VIDRIO TRITURADO  
Material : ARENA (95%) - VIDRIO (5%)

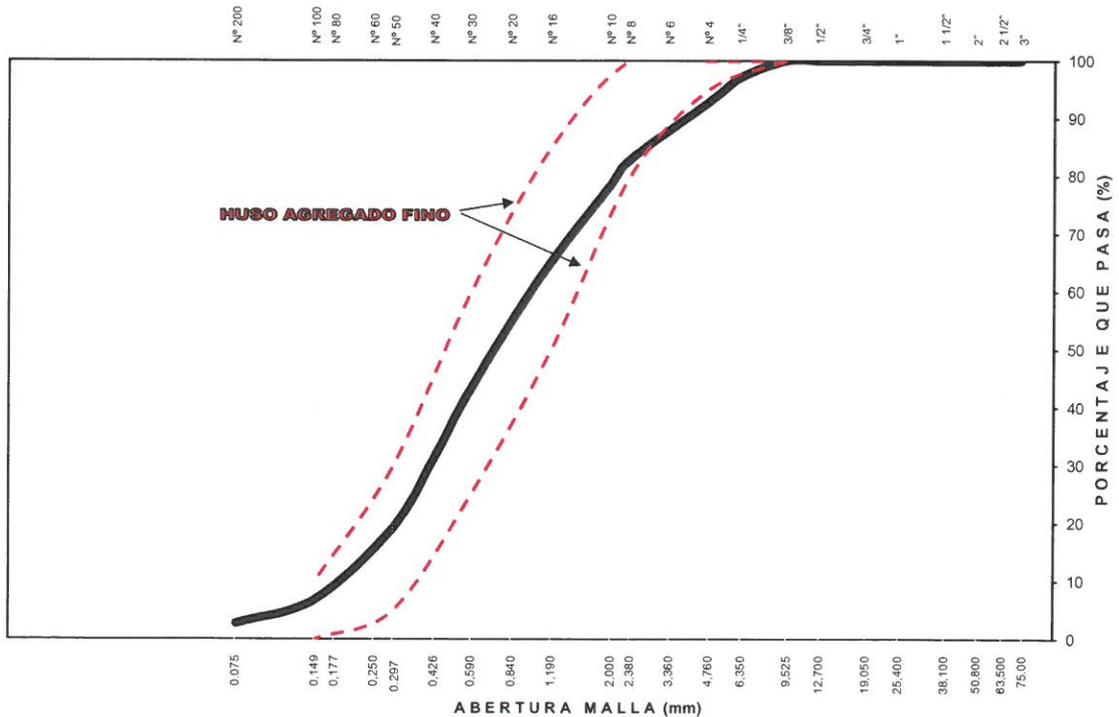
Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : AYACUCHO  
Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b>	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00			
2"	50.800	-	-	-	100.00		Peso seco inicial 1381.4	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		Peso seco lavado 1343.5	
1"	25.400	-	-	-	100.00		Pérdida por lavado 37.9	
3/4"	19.000	-	-	-	100.00		<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
1/2"	12.700	-	-	-	100.00		% Grava 7.3	
3/8"	9.500	-	-	-	100.00	100	% Arena 90.0	
1/4"	6.350	39.60	2.87	2.87	97.13		% de Finos <b>2.7</b>	
N° 4	4.760	60.60	4.39	7.25	92.75	95 - 100	D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> = 0.1881	
N° 8	2.360	138.30	10.01	17.27	82.73	80 - 100	D <sub>30</sub> = 0.4148	
N° 10	2.000	60.30	4.37	21.63	78.37		D <sub>60(mm)</sub> = 1.0248	
N° 16	1.100	213.50	15.46	37.09	62.91	50 - 85	C <sub>u</sub> = 5.45	
N° 30	0.590	273.20	19.78	56.86	43.14	25 - 60	C <sub>c</sub> = 0.89	
N° 40	0.425	168.50	12.20	69.06	30.94		D <sub>15(mm)</sub> = 0.2479	
N° 50	0.297	163.40	11.83	80.89	19.11	5 - 30	D <sub>50(mm)</sub> = 0.7670	
N° 100	0.149	171.10	12.39	93.27	6.73	0 - 10	D <sub>85(mm)</sub> = 2.9030	
N° 200	0.075	55.00	3.98	97.26	2.74		Clasificación SUCS <b>SP</b>	
Lavado		37.90	2.74	100.00	0.00			
<b>TOTAL</b>		<b>1,381.40</b>	<b>100.00</b>				<b>ARENA MAL GRADUADA</b>	

Módulo de Fineza = 2.93

Superficie específica (cm<sup>2</sup>/gr) = 57.9

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ LOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

**KENNY HUMAMANI CAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 10633  
 ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> <small>GEOTECNIA Y CONCRETO</small>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E 215), ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	2,157.64	2,466.00
Peso Seco de la muestra (gr)	2,150.24	2,457.10
Peso del agua en la muestra (gr)	7.40	8.90
Contenido de Humedad ( % )	0.34	0.36
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>0.35</b>
% de absorción		<b>1.01</b>
Absorción Efectiva ( % )		0.66
Humedad Superficial ( % )		-
IDENTIFICACIÓN	Agregado Fino	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	632.08	865.04
Peso Seco de la muestra (gr)	611.85	838.90
Peso del agua en la muestra (gr)	20.23	26.14
Contenido de Humedad ( % )	3.31	3.12
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>3.21</b>
% de absorción		<b>2.71</b>
Absorción Efectiva ( % )		-
Humedad Superficial ( % )		0.50

Nota: La humedad del agregado corresponde al momento del ensayo, esta humedad puede variar en obra por lo que se recomienda hacer las correcciones por humedad de agregados a las dosificaciones del concreto.

<b>PORCENTAJE DE VACIOS</b>		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,397	1,635
Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,539	1,848
Gravedad Especifica de Masa	2.68	2.70
Peso de los Solidos (gr)	2,677	2,699
Porcentaje de Vacíos ( % ) Agregado suelto	47.8	39.4
Porcentaje de Vacíos ( % ) Agregado varillado	42.5	31.5

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## GRAVEDAD ESPECIFICA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

AGREGADO GRUESO (MTC E 206)			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca (gr)	2,016.02	2,009.99	
Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	2,035.84	2,030.92	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	1,262.48	1,259.67	
Peso Especifico de masa	2.61	2.61	2.61
Peso Especifico de masa SSS	2.63	2.63	2.63
Peso Especifico aparente	2.68	2.68	2.68
% de Absorción	0.98	1.04	1.01

AGREGADO FINO (MTC E 205)			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso al aire de la muestra seca (gr)	486.81	486.84	
Peso del Picnómetro aforado lleno de agua (gr)	656.60	683.20	
Peso del Picnómetro con la muestra y agua (gr)	964.02	989.53	
Peso de la muestra en SSS (gr)	500.05	500.02	
Temperatura del agua en el ensayo	23.00	22.00	
Corrección por temperatura (K)	0.9976	0.9978	
Peso Especifico de masa	2.52	2.51	2.51
Peso Especifico de masa SSS	2.59	2.58	2.58
Peso Especifico aparente	2.71	2.69	2.70
% de Absorción	2.72	2.71	2.71

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	55.78
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	44.22
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Bulk)</b>	<b>2.57</b>
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Aparente)</b>	<b>2.69</b>

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

## PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017, MTC E 203)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002      Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES      Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>AGREGADO FINO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,316.0	7,310.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,603.0	4,597.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,636	1,634
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,635</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,917.0	7,907.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	5,204.0	5,194.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,849	1,846
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,848</b>	
<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	20,480.0	20,498.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	13,173.0	13,191.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,396	1,398
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,397</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	21,832.0	21,820.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	14,525.0	14,513.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,540	1,538
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,539</b>	



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GLOBAL

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : INDICADA

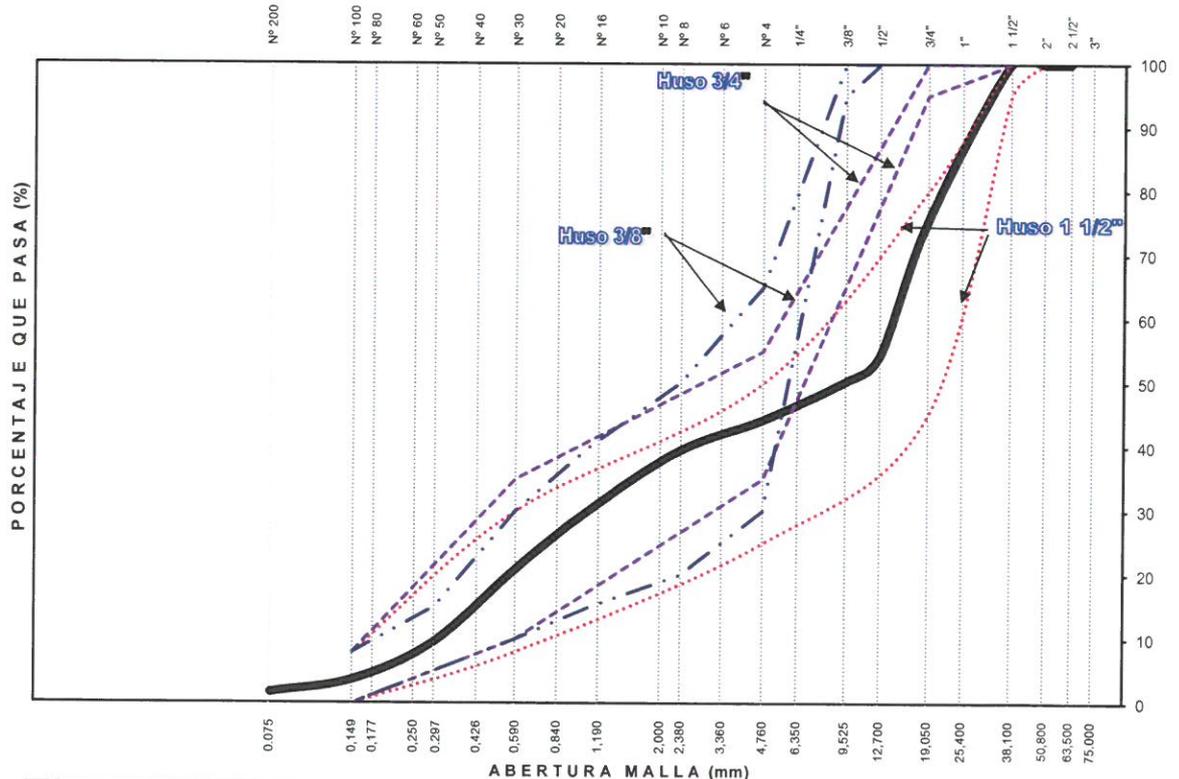
Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A. GRUESO)	% PASA (A. FINO)	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 3/4		DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	RESULTADOS	
	2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% Grava	55.8
	2"	50.800	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% Arena	42.5
	1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.0	100.00	100	100	% de Finos	1.7
	1"	25.400	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> =	0.3094
	3/4"	19.000	53.37	100.00	24.7	75.29	95	100	D <sub>30(mm)</sub> =	1.0948
	1/2"	12.700	13.64	100.00	45.8	54.23	-	-	U <sub>60(mm)</sub> =	14.4261
	3/8"	9.500	6.06	100.00	49.8	50.21	-	-	Cu =	46.6
	1/4"	6.350	1.46	97.13	53.6	46.42	-	-	Cc =	0.3
	N° 4	4.760	1.19	92.75	55.8	44.22	35	55	D <sub>15(mm)</sub> =	0.4243
	N° 8	2.360	1.03	82.73	60.6	39.43	-	-	D <sub>50(mm)</sub> =	9.3232
	N° 10	2.000	1.02	78.37	62.6	37.37	-	-	D <sub>85(mm)</sub> =	21.5152
	N° 16	1.100	0.99	62.91	69.9	30.10	-	-	Clasificación SUCS	
	N° 30	0.590	0.95	43.14	79.2	20.78	10	35	<b>GP</b>	
	N° 40	0.425	0.93	30.94	85.0	15.03	-	-	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA	
	N° 50	0.297	0.91	19.11	90.5	9.46	-	-	Tamaño Maximo	1"
	N° 100	0.149	0.85	6.73	96.4	3.61	-	-	Tamaño Maximo Nominal	3/4"
	N° 200	0.075	0.80	2.74	98.3	1.71	-	-	Módulo de Fineza	5.27
			% según analisis del Agregado Global		% del A.G. =	53.0	% del A.F. =		47.0	

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GLOBAL



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY ROSA MANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 R.P. N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"  
 Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002      Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES      Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ABRIL DEL 2022

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - OCCOROY	: CACHI - VIDRIO TRITURADO
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA (95%) - VIDRIO (5%)
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m3)	1397	1635
PUCS (kg/m3)	1539	1848
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.68	2.70
PESO ESPECIFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.71
HUMEDAD (%)	0.35	3.21
MODULO DE FINEZA	7.35	2.93
TAMAÑO MAXIMO	1 "	--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	--
PUSH (kg/m3)	1402	1687

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f'cr	
RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm2) =	210      f'cr =      294 kg/cm2

ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	CONTENIDO DE AIRE :	2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "		
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =	205      lt/m3

KENNY HUAMANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Nº 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO – 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	833.9	932.7	205.0	-	-	2338.7

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.00	2.27	2.54	23.7	-	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	860.7	936.0	207.0	-	-	2370.7

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.51	0.67	205.0	207.0	-	-

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.0	2.1	2.7	24.0	-	-

  
 KENNY GUAMANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO (DOSIFICACIÓN EN PESO)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"  
 Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002  
 Cantera AG : CACHI - OCCOROY  
 Cantera AF : CACHI - VIDRIO TRITURADO  
 Cemento : ANDINO : PORTLAND TIPO I  
 Aditivos: ADITIVO 1  
 ADITIVO 2  
 Fecha de Prueba: 11/04/2022  
 : PIEDRA CHANCADA  
 : ARENA (95%) - VIDRIO (5%)

### ENSAYOS EN TANDAS DEL CONCRETO

Nombre	(W/C)/f'c	CEMENTO (gr)	A.F. (gr)	A.G. (gr)	AGUA (gr)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	P.U. Teórico (kg/m3)	Temperatura concreto (°C)	Slump (")	Peso Unitario Concreto Fresco (kg/m3)	% Aire total	N° testigos / N° vigas
MEZCLA PRUEBA 02	210	8722	20448	22237	4918	0.0	0.0	2370.7	21.2	3 3/8    3 5/8	2352.0	1.0	12 testigos / 3 vigas

NOTA:

  
**KENY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ANEXO 1.3**  
**ARENA ZARANDEADA**  
**(85%) – VIDRIO**  
**TRITURADO (15%)**



KEUNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
N.º 130035  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 204)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO REICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY

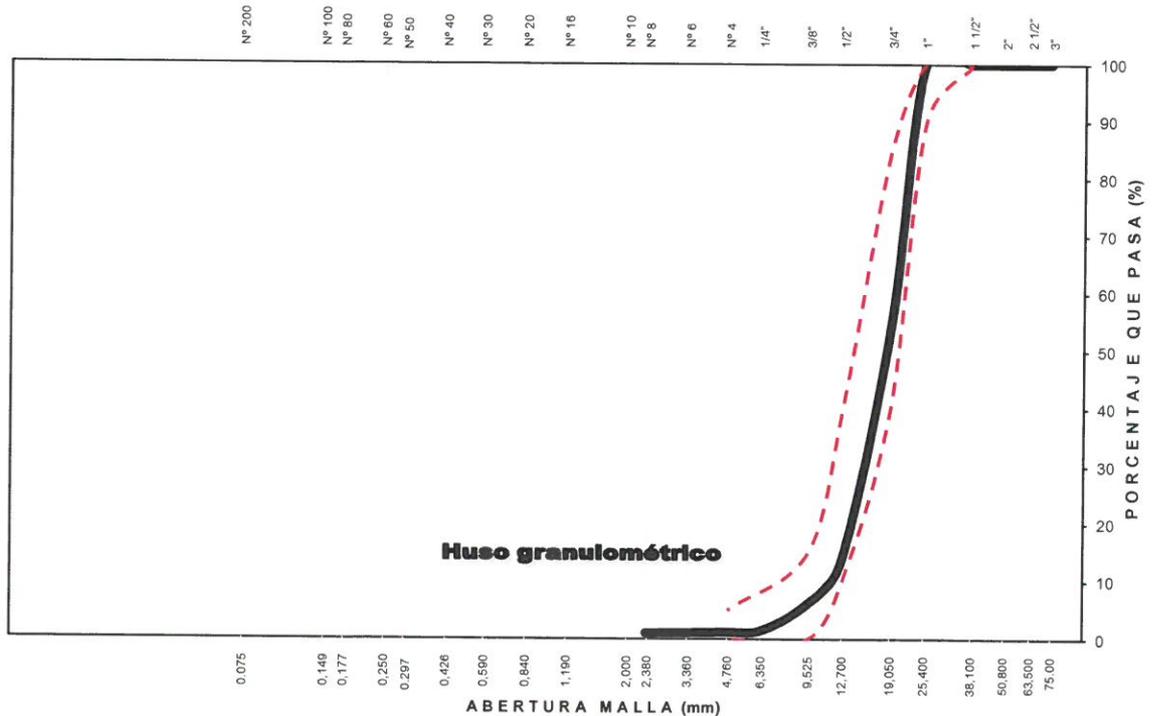
Lugar : AYACUCHO

Material : PIEDRA CHANCADA

Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 56 (1" a 3/8")	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b>		
	2 1/2"	63.500	-	-	100.00				Peso seco inicial
	2"	50.800	-	-	100.00		Peso seco lavado	4382.7	
	1 1/2"	38.100	-	-	100.00	100 - 100	Pérdida por lavado	35.2	
	1"	25.400	-	-	100.00	90 - 100	<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>		
	3/4"	19.000	2,059.90	46.63	46.63	53.37	40 - 85	% Grava	98.8
	1/2"	12.700	1,755.30	39.73	86.36	13.64	10 - 40	% Arena	0.4
	3/8"	9.500	334.90	7.58	93.94	6.06	0 - 15	<b>% de Finos</b>	<b>0.8</b>
	1/4"	6.350	203.50	4.61	98.54	1.46		D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> =	11.1625
	N° 4	4.760	11.60	0.26	98.81	1.19	0 - 5	D <sub>30(mm)</sub> =	15.2938
	N° 8	2.360	7.20	0.16	98.97	1.03		D <sub>60(mm)</sub> =	19.9095
	N° 10	2.000	0.60	0.01	98.98	1.02		Cu =	1.78
	N° 16	1.100	1.10	0.02	99.01	0.99		Cc =	1.05
	N° 30	0.590	1.90	0.04	99.05	0.95		D <sub>15(mm)</sub> =	12.9153
	N° 40	0.425	1.00	0.02	99.07	0.93		D <sub>50(mm)</sub> =	18.4650
	N° 50	0.297	0.90	0.02	99.09	0.91		D <sub>85(mm)</sub> =	23.3411
	N° 100	0.149	2.40	0.05	99.15	0.85		Clasificación SUCS	GP
	N° 200	0.075	2.40	0.05	99.20	0.80		<b>GRAVA MAL GRADUADA</b>	
	Lavado		35.20	0.80	100.00	-		Módulo de Fineza	7.35
	<b>TOTAL</b>		<b>4417.9</b>	<b>100.0</b>				Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr)	6.30
<b>Tamaño Máximo (Pulg) = 1</b>		<b>Tamaño Máximo Nominal (Pulg) = 3/4</b>							

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/BLOQUE															
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA																
0.075	0.149	0.177	0.250	0.297	0.426	0.590	0.840	1.190	2.000	2.380	3.380	4.760	6.350	9.525	12.700	19.050	25.400	38.100	50.800	63.500	75.000

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.R. 130033  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
DE TECNOLOGIA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (MTC E 204)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002  
Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
Cantera : CACHI - VIDRIO TRITURADO  
Material : ARENA (85%) - VIDRIO (15%)

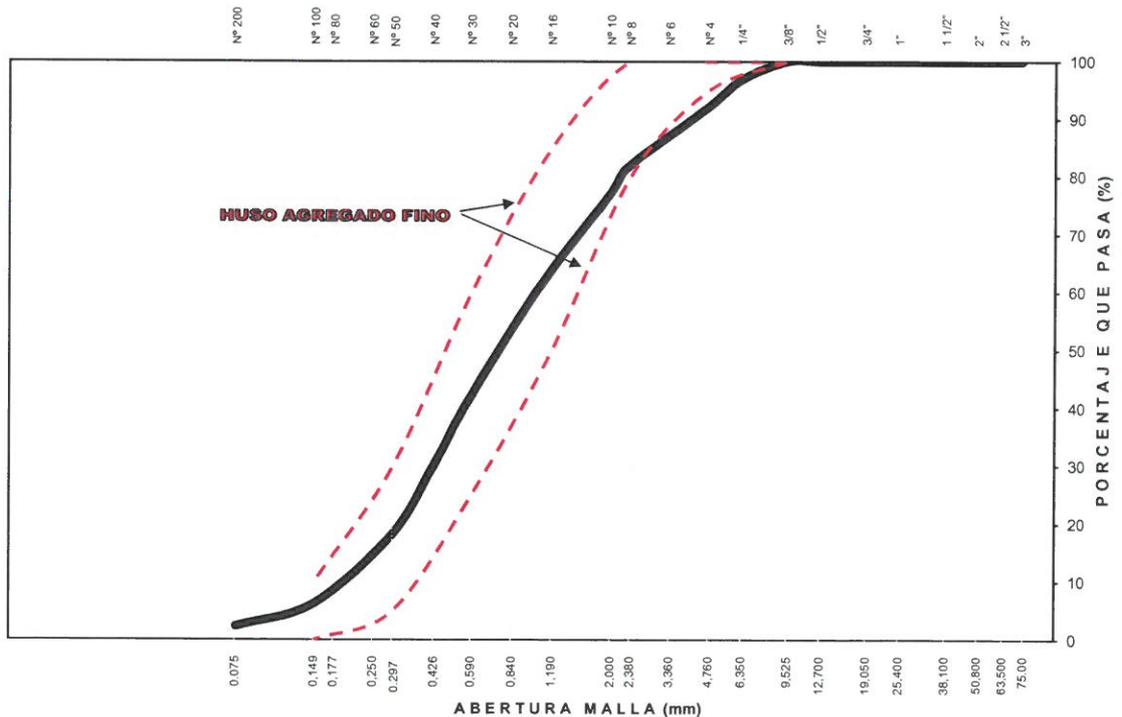
Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : AYACUCHO  
Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b>	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00			
2"	50.800	-	-	-	100.00		Peso seco inicial 1376.0	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		Peso seco lavado 1343.5	
1"	25.400	-	-	-	100.00		Pérdida por lavado 32.5	
3/4"	19.000	-	-	-	100.00		<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
1/2"	12.700	-	-	-	100.00		% Grava 7.9	
3/8"	9.500	-	-	-	100.00	100	% Arena 89.7	
1/4"	6.350	43.50	3.16	3.16	96.84		<b>% de Finos 2.4</b>	
N° 4	4.760	65.10	4.73	7.89	92.11	95 - 100	D <sub>10</sub> = D <sub>60(mm)</sub> = 0.1962	
N° 8	2.360	140.20	10.19	18.08	81.92	80 - 100	D <sub>30</sub> = 0.4256	
N° 10	2.000	66.80	4.85	22.94	77.06		D <sub>60(mm)</sub> = 1.0567	
N° 16	1.100	211.90	15.40	38.34	61.66	50 - 85	Cu = 5.39	
N° 30	0.590	270.00	19.62	57.96	42.04	25 - 60	Cc = 0.87	
N° 40	0.425	166.30	12.09	70.04	29.96		D <sub>15(mm)</sub> = 0.2581	
N° 50	0.297	162.50	11.81	81.85	18.15	5 - 30	D <sub>50(mm)</sub> = 0.7968	
N° 100	0.149	164.60	11.96	93.82	6.18	0 - 10	D <sub>85(mm)</sub> = 3.0858	
N° 200	0.075	52.60	3.82	97.64	2.36		Clasificación SUCS SP	
Lavado		32.50	2.36	100.00	0.00		<b>ARENA MAL GRADUADA</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>1,376.00</b>	<b>100.00</b>					

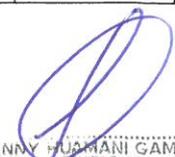
Módulo de Fineza = 2.98

Superficie específica (cm<sup>2</sup>/gr) = 55.1

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/B LOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

  
 KENNY HUAMANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> <small>GEOTECNIA Y CONCRETO</small>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E 215), ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	2,157.64	2,466.00
Peso Seco de la muestra (gr)	2,150.24	2,457.10
Peso del agua en la muestra (gr)	7.40	8.90
Contenido de Humedad ( % )	0.34	0.36
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>0.35</b>
% de absorción		<b>1.01</b>
Absorción Efectiva ( % )		0.66
Humedad Superficial ( % )		-
IDENTIFICACIÓN	Agregado Fino	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	647.39	885.15
Peso Seco de la muestra (gr)	627.01	858.49
Peso del agua en la muestra (gr)	20.38	26.66
Contenido de Humedad ( % )	3.25	3.11
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>3.18</b>
% de absorción		<b>2.56</b>
Absorción Efectiva ( % )		-
Humedad Superficial ( % )		0.62

Nota: La humedad del agregado corresponde al momento del ensayo, esta humedad puede variar en obra por lo que se recomienda hacer las correcciones por humedad de agregados a las dosificaciones del concreto.

<b>PORCENTAJE DE VACIOS</b>		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,397	1,577
Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,539	1,792
Gravedad Especifica de Masa	2.68	2.69
Peso de los Solidos (gr)	2,677	2,685
Porcentaje de Vacíos (%) Agregado suelto	47.8	41.3
Porcentaje de Vacíos (%) Agregado varillado	42.5	33.3

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
 Nº 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>AGREGADO GRUESO (MTC E 206)</b>			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca (gr)	2,016.02	2,009.99	
Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	2,035.84	2,030.92	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	1,262.48	1,259.67	
Peso Especifico de masa	2.61	2.61	<b>2.61</b>
Peso Especifico de masa SSS	2.63	2.63	<b>2.63</b>
Peso Especifico aparente	2.68	2.68	<b>2.68</b>
% de Absorción	0.98	1.04	<b>1.01</b>
<b>AGREGADO FINO (MTC E 205)</b>			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso al aire de la muestra seca (gr)	487.55	487.58	
Peso del Picnómetro aforado lleno de agua (gr)	669.74	696.86	
Peso del Picnómetro con la muestra y agua (gr)	976.30	1,003.32	
Peso de la muestra en SSS (gr)	500.05	500.02	
Temperatura del agua en el ensayo	25.00	24.00	
Corrección por temperatura (K)	0.9971	0.9973	
Peso Especifico de masa	2.51	2.51	<b>2.51</b>
Peso Especifico de masa SSS	2.58	2.58	<b>2.58</b>
Peso Especifico aparente	2.69	2.68	<b>2.69</b>
% de Absorción	2.56	2.55	<b>2.56</b>

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	56.08
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	43.92
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Bulk)</b>	<b>2.56</b>
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Aparente)</b>	<b>2.68</b>

  
 KENNY SUABANI GAMARRA  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
 N° 130933  
 AREA: GEOTECNIA Y CONCRETO

## PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017, MTC E 203)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO – 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002      Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES      Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO      Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>AGREGADO FINO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,148.0	7,151.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,435.0	4,438.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,576	1,577
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,577</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,765.0	7,748.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	5,052.0	5,035.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,795	1,789
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,792</b>	
<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	20,480.0	20,498.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	13,173.0	13,191.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,396	1,398
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,397</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	21,832.0	21,820.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	14,525.0	14,513.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,540	1,538
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,539</b>	



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GLOBAL

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : INDICADA

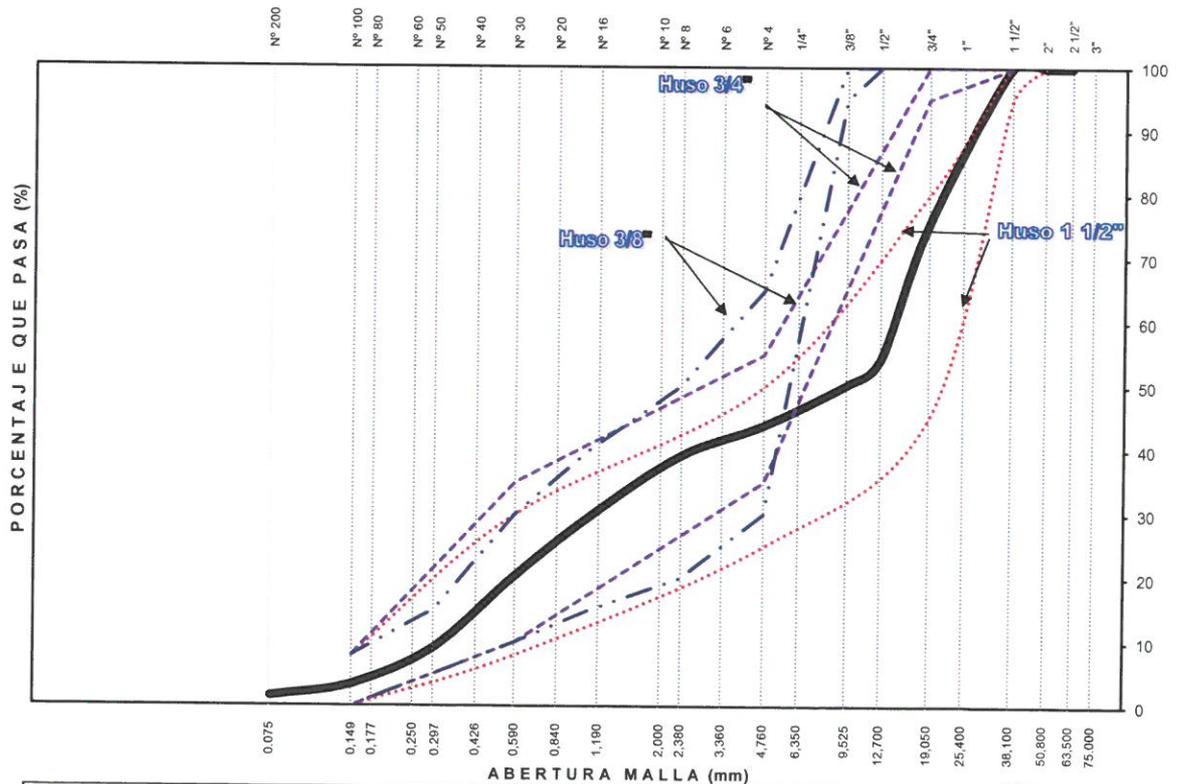
Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A. GRUESO)	% PASA (A. FINO)	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 3/4	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
							<b>RESULTADOS</b>	
3"	75.000	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% Grava 56.1
2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% Arena 42.4
2"	50.800	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% de Finos 1.5
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.0	100.00	100	100	D <sub>10</sub> = D <sub>60(mm)</sub> = 0.3198
1"	25.400	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	D <sub>30(mm)</sub> = 1.1611
3/4"	19.000	53.37	100.00	24.7	75.29	95	100	D <sub>60(mm)</sub> = 14.4261
1/2"	12.700	13.64	100.00	45.8	54.23	-	-	Cu = 45.1
3/8"	9.500	6.06	100.00	49.8	50.21	-	-	Cc = 0.3
1/4"	6.350	1.46	96.84	53.7	46.29	-	-	D <sub>15(mm)</sub> = 0.4375
N° 4	4.760	1.19	92.11	56.1	43.92	35	55	D <sub>50(mm)</sub> = 9.3294
N° 8	2.360	1.03	81.92	61.0	39.05	-	-	D <sub>85(mm)</sub> = 21.5152
N° 10	2.000	1.02	77.06	63.2	36.76	-	-	Clasificación SUCS <b>GP</b>
N° 16	1.100	0.99	61.66	70.5	29.51	-	-	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
N° 30	0.590	0.95	42.04	79.7	20.26	10	35	Tamaño Máximo 1"
N° 40	0.425	0.93	29.96	85.4	14.57	-	-	Tamaño Máximo Nominal 3/4"
N° 50	0.297	0.91	18.15	91.0	9.01	-	-	Módulo de Fineza 5.29
N° 100	0.149	0.85	6.18	96.6	3.36	-	-	
N° 200	0.075	0.80	2.36	98.5	1.53	-	-	
% según analisis del Agregado Global				% del A.G. =	53.0	% del A.F. =	47.0	

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GLOBAL



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> <small>GEOTECNIA Y CONCRETO</small>	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE          MEZCLA DE CONCRETO          (CONSISTENCIA PLÁSTICA          ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código	: INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002	Región/Provincia:	AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante	: FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES	Distrito	: AYACUCHO
Cantera	: CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO	Lugar	: AYACUCHO
Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO	Fecha	: ABRIL DEL 2022

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - OCCOROY	: CACHI - VIDRIO TRITURADO
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA (85%) - VIDRIO (15%)
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m3)	1397	1577
PUCS (kg/m3)	1539	1792
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.68	2.69
PESO ESPECIFICO	2.68	2.69
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.56
HUMEDAD (%)	0.35	3.18
MODULO DE FINEZA	7.35	2.98
TAMAÑO MAXIMO	1 "	-.-
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	-.-
PUSH (kg/m3)	1402	1627

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

RESISTENCIA PROMEDIO f'cr	
RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm2) =	210
f'cr =	294 kg/cm2

ASENTAMIENTO	
MEZCLA SECA	0"-2"
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4" ASENTAMIENTO 3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"

CONTENIDO DE AIRE	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 " CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "
ASENTAMIENTO	3"-4" VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 lt/m3

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 150033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> GEOTECNIA Y CONCRETO	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE          MEZCLA DE CONCRETO          (CONSISTENCIA PLÁSTICA          ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002  
 Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>ADITIVO</b>
----------------

ADITIVO 01 : ADITIVO 1		MARCA : -,-	
DENSIDAD (gr/cm3):	1	DOSIS (% del peso de cemento):	0.000
ADITIVO 02 : ADITIVO 2		MARCA : -,-	
DENSIDAD (gr/cm3):	1	DOSIS (% del peso de cemento):	0.000

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)	W/C	AGUA (lt/m3)	CEMENTO (kg/m3)	VOLUMEN ABS. CEM. (m3)	VOL. ABS. ADITIVO 1 (m3)	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m3)
210	294	0.56	205	367.1	0.1177	-	-

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm2)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m3)	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)
210	0.657	0.346	0.311	0.328	0.329	0.348	0.309

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.602  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.98  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm2)	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
210	8.64	5.16	50.0	50.0	210	47.3	52.7

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. =	53.0 %
% del A.F. =	47.0 %

  
 KLENNY MARICARMEN GONZALEZ  
 GEOTECNIA Y CONCRETO  
 AMBA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> GEOTECNIA Y CONCRETO	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE          MEZCLA DE CONCRETO          (CONSISTENCIA PLÁSTICA          ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"  
 Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002  
 Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : ABRIL DEL 2022

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	829.7	932.7	205.0	-	-	2334.4

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.00	2.26	2.54	23.7	-	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	856.0	936.0	206.0	-	-	2365.1

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.53	0.67	205.0	206.0	-	-

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.0	2.2	2.7	23.8	-	-

  
 KENNY HUAMANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 120493  
 ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO (DOSIFICACIÓN EN PESO)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"  
 Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002  
 Cantera AG : CACHI - OCCOROY  
 Cantera AF : CACHI - VIDRIO TRITURADO  
 Cemento : ANDINO : PORTLAND TIPO I

FECHA DE PRUEBA: 11/04/2022

: PIEDRA CHANCADA  
 : ARENA (85%) - VIDRIO (15%)  
 Aditivos: ADITIVO 1  
 ADITIVO 2

### ENSAYOS EN TANDAS DEL CONCRETO

Nombre	(W/C)/f'c	CEMENTO (gr)	A.F. (gr)	A.G. (gr)	AGUA (gr)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	P.U. Teórico (kg/m3)	Temperatura concreto (°C)	Slump (")	Peso Unitario Concreto Fresco (kg/m3)	% Aire total	N° testigos / N° vigas
MEZCLA PRUEBA 03	210	8722	20337	22237	4894	0.0	0.0	2365.1	24.2	3 3/4    3 1/2	2349.0	1.0	12 testigos / 3 vigas

NOTA:

"KENNY HIRAMANI GAMIARRA"  
 INGENIERO CIVIL EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ANEXO 1.4**  
**ARENA ZARANDEADA**  
**(70%) – VIDRIO**  
**TRITURADO (30%)**



.....  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
RUC N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 204)

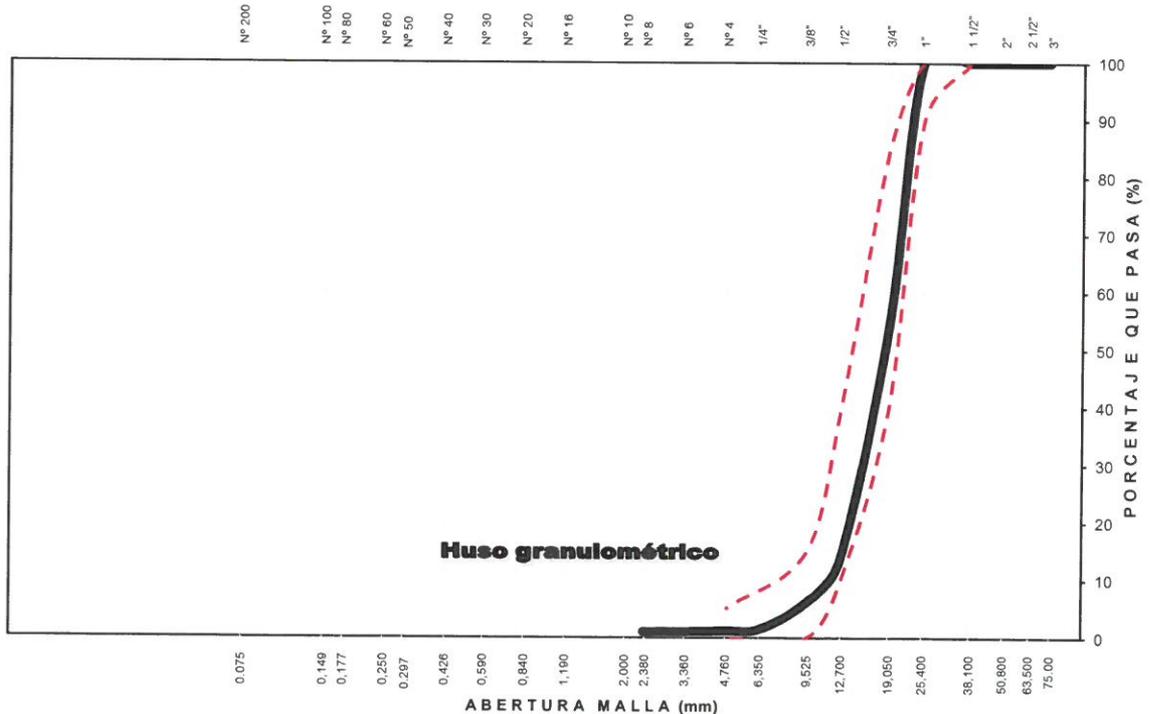
Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO REICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002  
Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
Cantera : CACHI - OCCOROY  
Material : PIEDRA CHANCADA

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : AYACUCHO  
Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 56 (1" a 3/8")	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
							<b>PESOS (gr)</b>	
							Peso seco inicial	4417.9
							Peso seco lavado	4382.7
							Pérdida por lavado	35.2
							<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
							% Grava	98.8
							% Arena	0.4
							<b>% de Finos</b>	
							D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> =	11.1625
							D <sub>30(mm)</sub> =	15.2938
							D <sub>60(mm)</sub> =	19.9095
							Cu =	1.78
							Cc =	1.05
							D <sub>15(mm)</sub> =	12.9153
							D <sub>50(mm)</sub> =	18.4650
							D <sub>85(mm)</sub> =	23.3411
							Clasificación SUCS	GP
							<b>GRAVA MAL GRADUADA</b>	
							Módulo de Fineza	7.35
							Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr)	6.30
<b>TOTAL</b>		<b>4417.9</b>	<b>100.0</b>					
		Tamaño Máximo (Pulg) = 1		Tamaño Máximo Nominal (Pulg) = 3/4				

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/BLOQUE															
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA																
0.075	0.149	0.177	0.250	0.297	0.426	0.590	0.840	1.190	2.000	2.380	3.380	4.760	6.350	9.525	12.700	19.050	25.400	38.100	50.800	63.500	75.000

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 190033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (MTC E 204)

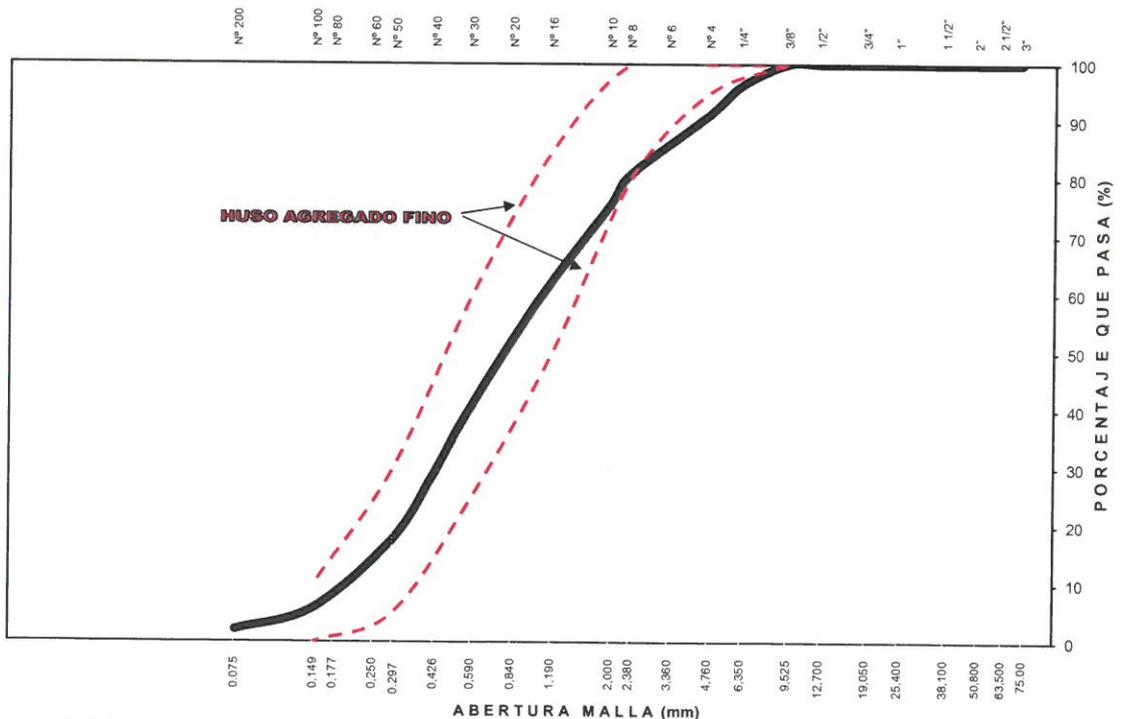
Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002  
Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
Cantera : CACHI - VIDRIO TRITURADO  
Material : ARENA (70%) - VIDRIO (30%)

Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : AYACUCHO  
Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b>		
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00				
2"	50.800	-	-	-	100.00		Peso seco inicial	1371.9	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		Peso seco lavado	1343.5	
1"	25.400	-	-	-	100.00		Pérdida por lavado	28.4	
3/4"	19.000	-	-	-	100.00		<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>		
1/2"	12.700	-	-	-	100.00		% Grava	8.8	
3/8"	9.500	-	-	-	100.00		% Arena	89.1	
1/4"	6.350	50.00	3.64	3.64	96.36	100	<b>% de Finos</b>	<b>2.1</b>	
N° 4	4.760	71.20	5.19	8.83	91.17	95 - 100	D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> =	0.2022	
N° 8	2.360	143.10	10.43	19.27	80.73	80 - 100	D <sub>30</sub> =	0.4406	
N° 10	2.000	70.70	5.15	24.42	75.58		D <sub>60</sub> (mm) =	1.0987	
N° 16	1.100	213.10	15.53	39.95	60.05	50 - 85	C <sub>u</sub> =	5.43	
N° 30	0.590	265.10	19.32	59.28	40.72	25 - 60	C <sub>c</sub> =	0.87	
N° 40	0.425	162.50	11.84	71.12	28.88		D <sub>15</sub> (mm) =	0.2649	
N° 50	0.297	155.30	11.32	82.44	17.56	5 - 30	D <sub>50</sub> (mm) =	0.8348	
N° 100	0.149	161.90	11.80	94.24	5.76	0 - 10	D <sub>85</sub> (mm) =	3.3414	
N° 200	0.075	50.60	3.69	97.93	2.07		Clasificación SUCS	SP	
Lavado		28.40	2.07	100.00	0.00				
<b>TOTAL</b>		<b>1,371.90</b>	<b>100.00</b>				<b>ARENA MAL GRADUADA</b>		
		Módulo de Fineza = 3.04		Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr) = 52.5					

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/B LOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY HILDA LUJAN GAMARRA  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> <small>GEOTECNIA Y CONCRETO</small>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E 215), ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	2,157.64	2,466.00
Peso Seco de la muestra (gr)	2,150.24	2,457.10
Peso del agua en la muestra (gr)	7.40	8.90
Contenido de Humedad ( % )	0.34	0.36
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>0.35</b>
% de absorción		<b>1.01</b>
Absorción Efectiva ( % )		0.66
Humedad Superficial ( % )		-
IDENTIFICACIÓN	Agregado Fino	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	663.01	905.67
Peso Seco de la muestra (gr)	644.23	879.58
Peso del agua en la muestra (gr)	18.79	26.10
Contenido de Humedad ( % )	2.92	2.97
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>2.94</b>
% de absorción		<b>2.19</b>
Absorción Efectiva ( % )		-
Humedad Superficial ( % )		0.75

Nota: La humedad del agregado corresponde al momento del ensayo, esta humedad puede variar en obra por lo que se recomienda hacer las correcciones por humedad de agregados a las dosificaciones del concreto.

<b>PORCENTAJE DE VACIOS</b>		
IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,397	1,572
Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,539	1,779
Gravedad Especifica de Masa	2.68	2.69
Peso de los Solidos (gr)	2,677	2,688
Porcentaje de Vacíos ( % ) Agregado suelto	47.8	41.5
Porcentaje de Vacíos ( % ) Agregado varillado	42.5	33.8

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002  
 Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>AGREGADO GRUESO (MTC E 206)</b>			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca (gr)	2,016.02	2,009.99	
Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	2,035.84	2,030.92	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	1,262.48	1,259.67	
Peso Especifico de masa	2.61	2.61	<b>2.61</b>
Peso Especifico de masa SSS	2.63	2.63	<b>2.63</b>
Peso Especifico aparente	2.68	2.68	<b>2.68</b>
% de Absorción	0.98	1.04	<b>1.01</b>
<b>AGREGADO FINO (MTC E 205)</b>			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso al aire de la muestra seca (gr)	489.30	489.33	
Peso del Picnómetro aforado lleno de agua (gr)	688.13	715.80	
Peso del Picnómetro con la muestra y agua (gr)	995.83	1,023.39	
Peso de la muestra en SSS (gr)	500.01	500.08	
Temperatura del agua en el ensayo	21.00	21.00	
Corrección por temperatura (K)	0.9980	0.9980	
Peso Especifico de masa	2.54	2.54	<b>2.54</b>
Peso Especifico de masa SSS	2.59	2.59	<b>2.59</b>
Peso Especifico aparente	2.69	2.69	<b>2.69</b>
% de Absorción	2.19	2.20	<b>2.19</b>

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	56.52
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	43.48
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Bulk)</b>	<b>2.58</b>
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Aparente)</b>	<b>2.68</b>

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 GP N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CASAGRANDE  
GEOTECNIA Y CONCRETO**PESO UNITARIO DE LOS  
AGREGADOS  
(NTP 400.017, MTC E 203)**

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002 Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>AGREGADO FINO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
<b>Nº DE ENSAYO</b>	<b>Ensayo Nº 01</b>	<b>Ensayo Nº 02</b>
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,138.0	7,138.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,425.0	4,425.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,572	1,572
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,572</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
<b>Nº DE ENSAYO</b>	<b>Ensayo Nº 01</b>	<b>Ensayo Nº 02</b>
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,733.0	7,708.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	5,020.0	4,995.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,784	1,775
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,779</b>	
<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
<b>Nº DE ENSAYO</b>	<b>Ensayo Nº 01</b>	<b>Ensayo Nº 02</b>
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	20,480.0	20,498.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	13,173.0	13,191.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,396	1,398
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,397</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
<b>Nº DE ENSAYO</b>	<b>Ensayo Nº 01</b>	<b>Ensayo Nº 02</b>
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	21,832.0	21,820.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	14,525.0	14,513.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,540	1,538
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,539</b>	

  
**KENNY HUAMANI CAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 130015  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GLOBAL

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : INDICADA

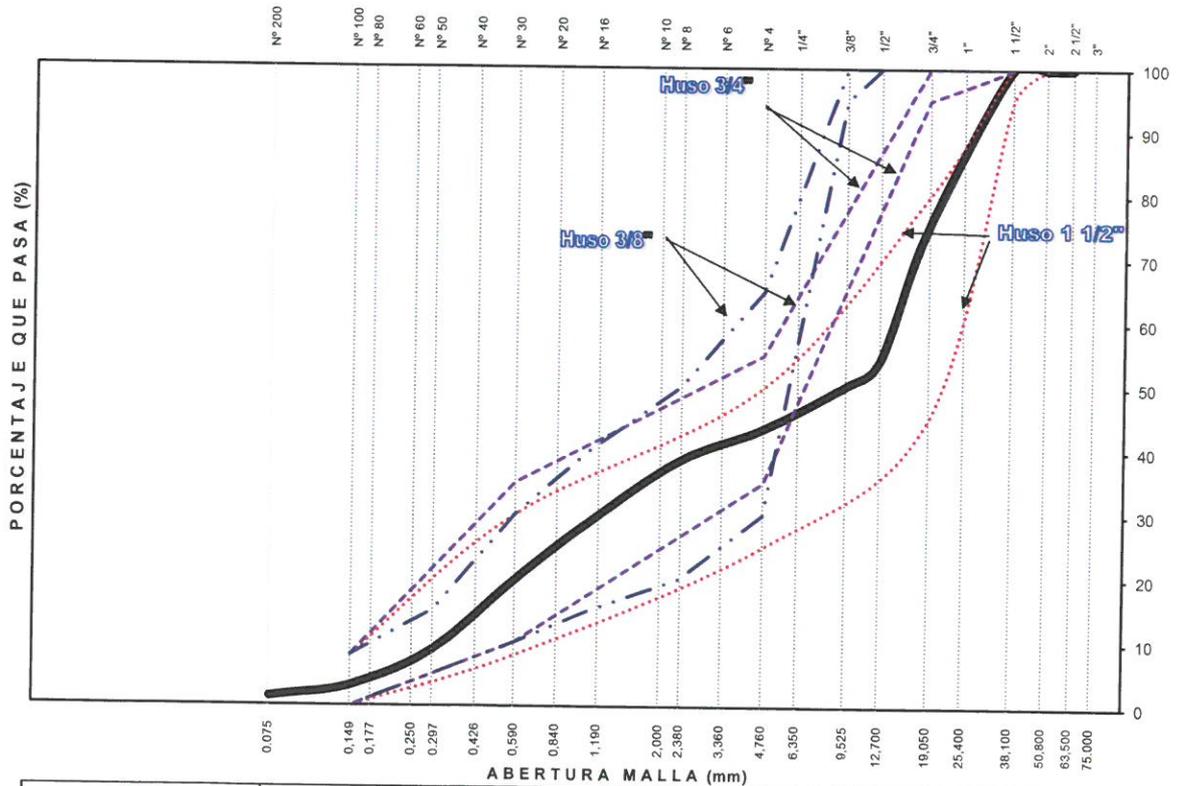
Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A. GRUESO)	% PASA (A. FINO)	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 3/4		DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	RESULTADOS		
	2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% Grava	56.5	
	2"	50.800	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% Arena	42.1	
	1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.0	100.00	100	100	% de Finos	1.4	
	1"	25.400	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> =	0.3274	
	3/4"	19.000	53.37	100.00	24.7	75.29	95	100	D <sub>30(mm)</sub> =	1.2541	
	1/2"	12.700	13.64	100.00	45.8	54.23	-	-	U <sub>50(mm)</sub> =	14.4261	
	3/8"	9.500	6.06	100.00	49.8	50.21	-	-	Cu =	44.1	
	1/4"	6.350	1.46	96.36	53.9	46.06	-	-	Cc =	0.3	
	N° 4	4.760	1.19	91.17	56.5	43.48	35	55	D <sub>15(mm)</sub> =	0.4527	
	N° 8	2.360	1.03	80.73	61.5	38.49	-	-	D <sub>50(mm)</sub> =	9.3387	
	N° 10	2.000	1.02	75.58	63.9	36.06	-	-	D <sub>85(mm)</sub> =	21.5152	
	N° 16	1.100	0.99	60.05	71.3	28.75	-	-	Clasificación SUCS		
	N° 30	0.590	0.95	40.72	80.4	19.64	10	35	<b>GP</b>		
	N° 40	0.425	0.93	28.88	85.9	14.06	-	-	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA		
	N° 50	0.297	0.91	17.56	91.3	8.73	-	-	Tamaño Maximo	1"	
	N° 100	0.149	0.85	5.76	96.8	3.16	-	-	Tamaño Maximo Nominal	3/4"	
	N° 200	0.075	0.80	2.07	98.6	1.40	-	-	Módulo de Fineza	5.32	
	% según analisis del Agregado Global		% del A.G. =		53.0	% del A.F. =		47.0			

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GLOBAL



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

**KENNY HUAYACHI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**DISEÑO ANALÍTICO DE  
MEZCLA DE CONCRETO  
(CONSISTENCIA PLÁSTICA  
ASENTAMIENTO de 3" a 4")**

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

**DATOS DE LOS AGREGADOS**

CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - OCCOROY	: CACHI - VIDRIO TRITURADO
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA (70%) - VIDRIO (30%)
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m3)	1397	1572
PUCS (kg/m3)	1539	1779
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.68	2.69
PESO ESPECIFICO	2.68	2.69
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.19
HUMEDAD (%)	0.35	2.94
MODULO DE FINEZA	7.35	3.04
TAMAÑO MAXIMO	1 "	-.-
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	-.-
PUSH (kg/m3)	1402	1619

**DATOS DEL CEMENTO**

MARCA : ANDINO

TIPO : PORTLAND TIPO I

PESO ESPECIFICO 3.12

**RESISTENCIA PROMEDIO f'cr**

RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm2) = 210 f'cr = 294 kg/cm2

**ASENTAMIENTO**

MEZCLA SECA 0"-2"  
MEZCLA PLÁSTICA 3"-4" ASENTAMIENTO 3"-4" MEZCLA PLÁSTICA  
MEZCLA FLUIDA 6"-7"

**CONTENIDO DE AIRE**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4 " CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4 "  
ASENTAMIENTO 3"-4" VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 lt/m3

  
 KENNY HUAMANI CAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 120033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> GEOTECNIA Y CONCRETO	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE          MEZCLA DE CONCRETO          (CONSISTENCIA PLÁSTICA          ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002  
 Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : ABRIL DEL 2022

ADITIVO			
ADITIVO 01 : ADITIVO 1		MARCA : -.-	
DENSIDAD (gr/cm3):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000
ADITIVO 02 : ADITIVO 2		MARCA : -.-	
DENSIDAD (gr/cm3):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)	W/C	AGUA (lt/m3)	CEMENTO (kg/m3)	VOLUMEN ABS. CEM. (m3)	VOL. ABS. ADITIVO 1 (m3)	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m3)
210	294	0.56	205	367.1	0.1177	-	-

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm2)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m3)	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)
210	0.657	0.343	0.315	0.324	0.334	0.348	0.309

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.596  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 3.04  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm2)	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
210	8.64	5.16	50.7	49.3	210	47.9	52.1

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. =	53.0 %
% del A.F. =	47.0 %

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 61724 INGE-03  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> GEOTECNIA Y CONCRETO	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE          MEZCLA DE CONCRETO          (CONSISTENCIA PLÁSTICA          ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	830.5	932.7	205.0	-	-	2335.2

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.00	2.26	2.54	23.7	-	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	854.9	936.0	204.9	-	-	2362.9

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.53	0.67	205.0	204.9	-	-

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.0	2.2	2.7	23.7	-	-

  
**KENNY HUMBERTO CAMARÁ**  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

## MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO (DOSIFICACIÓN EN PESO)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 002-2021/CS-CON-22-O-002

Cantera AG : CACHI - OCCOROY

Cantera AF : CACHI - VIDRIO TRITURADO

Cemento : ANDINO : PORTLAND TIPO I

FECHA DE PRUEBA: 11/04/2022

: PIEDRA CHANCADA

: ARENA (70%) - VIDRIO (30%)

Aditivos: ADITIVO 1

ADITIVO 2

### ENSAYOS EN TANDAS DEL CONCRETO

Nombre	(W/C)/f'c	CEMENTO (gr)	A.F. (gr)	A.G. (gr)	AGUA (gr)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	P.U. Teórico (kg/m3)	Temperatura concreto (°C)	Slump (")	Peso Unitario Concreto Fresco (kg/m3)	% Aire total	N° testigos / N° vigas
MEZCLA PRUEBA 04	210	8722	20310	22237	4869	0.0	0.0	2362.9	21.7	4	2342.0	1.1	12 testigos / 3 vigas

NOTA:



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ANEXO 1.5**  
**ARENA ZARANDEADA**  
**(55%) – VIDRIO**  
**TRITURADO (45%)**

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
ING. CIVIL  
C.I. 130933  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**CASAGRANDE**  
INGENIERÍA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 204)

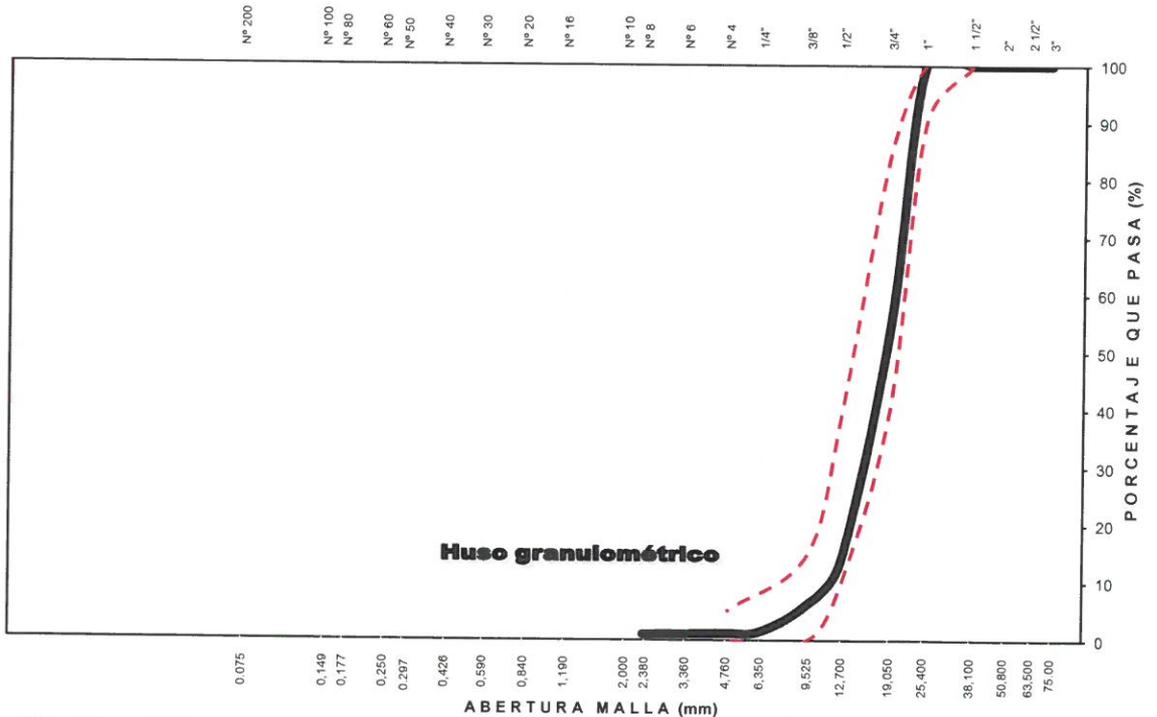
Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002  
Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
Cantera : CACHI - OCCOROY  
Material : PIEDRA CHANCADA

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : AYACUCHO  
Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 56 (1" a 3/8")	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b>		
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		Peso seco inicial	4417.9	
2"	50.800	-	-	-	100.00		Peso seco lavado	4382.7	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	100 - 100	Pérdida por lavado	35.2	
1"	25.400	-	-	-	100.00	90 - 100	<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>		
3/4"	19.000	2,059.90	46.63	46.63	53.37	40 - 85	% Grava	98.8	
1/2"	12.700	1,755.30	39.73	86.36	13.64	10 - 40	% Arena	0.4	
3/8"	9.500	334.90	7.58	93.94	6.06	0 - 15	<b>% de Finos</b>	<b>0.8</b>	
1/4"	6.350	203.50	4.61	98.54	1.46		D <sub>10</sub> = D <sub>a(mm)</sub> =	11.1625	
N° 4	4.760	11.60	0.26	98.81	1.19	0 - 5	D <sub>30(mm)</sub> =	15.2938	
N° 8	2.360	7.20	0.16	98.97	1.03		D <sub>60(mm)</sub> =	19.9095	
N° 10	2.000	0.60	0.01	98.98	1.02		Cu =	1.78	
N° 16	1.100	1.10	0.02	99.01	0.99		Cc =	1.05	
N° 30	0.590	1.90	0.04	99.05	0.95		D <sub>15(mm)</sub> =	12.9153	
N° 40	0.425	1.00	0.02	99.07	0.93		D <sub>50(mm)</sub> =	18.4650	
N° 50	0.297	0.90	0.02	99.09	0.91		D <sub>85(mm)</sub> =	23.3411	
N° 100	0.149	2.40	0.05	99.15	0.85		Clasificación SUCS	GP	
N° 200	0.075	2.40	0.05	99.20	0.80		<b>GRAVA MAL GRADUADA</b>		
Lavado		35.20	0.80	100.00	-		Módulo de Fineza	7.35	
<b>TOTAL</b>		<b>4417.9</b>	<b>100.0</b>				Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr)	6.30	
<b>Tamaño Máximo (Pulg) = 1</b>		<b>Tamaño Máximo Nominal (Pulg) = 3/4</b>							

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

  
**KENNY HUAMARI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 110533  
 AREA DE INGENIERIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
INGENIERÍA Y CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (MTC E 204)

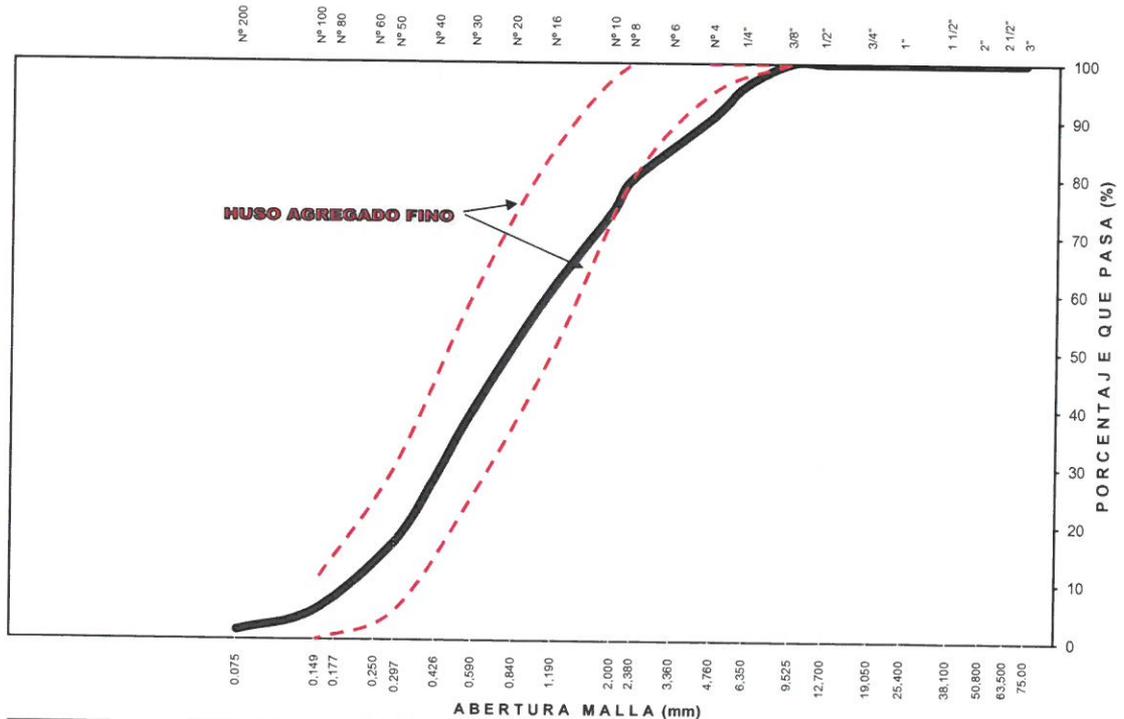
Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002  
 Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 Cantera : CACHI - VIDRIO TRITURADO  
 Material : ARENA (55%) - VIDRIO (45%)

Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b> Peso seco inicial 1365.2 Peso seco lavado 1343.5 Pérdida por lavado 21.7 <hr/> <b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b> % Grava 9.5 % Arena 88.9 <b>% de Finos 1.6</b> D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> = 0.2114 D <sub>30</sub> = 0.4542 D <sub>60</sub> (mm) = 1.1738 C <sub>u</sub> = 5.55 C <sub>c</sub> = 0.83 D <sub>15</sub> (mm) = 0.2747 D <sub>50</sub> (mm) = 0.8676 D <sub>85</sub> (mm) = 3.5350 <hr/> Clasificación SUCS SW <hr/> <b>ARENA BIEN GRADUADA</b>	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00			
2"	50.800	-	-	-	100.00			
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00			
1"	25.400	-	-	-	100.00			
3/4"	19.000	-	-	-	100.00			
1/2"	12.700	-	-	-	100.00			
3/8"	9.500	-	-	-	100.00			
1/4"	6.350	53.50	3.92	3.92	96.08	100		
N° 4	4.760	76.40	5.60	9.52	90.48	95 - 100		
N° 8	2.360	146.70	10.75	20.26	79.74	80 - 100		
N° 10	2.000	75.60	5.54	25.80	74.20			
N° 16	1.100	211.20	15.47	41.27	58.73	50 - 85		
N° 30	0.590	261.60	19.16	60.43	39.57	25 - 60		
N° 40	0.425	158.70	11.62	72.06	27.94			
N° 50	0.297	152.60	11.18	83.23	16.77	5 - 30		
N° 100	0.149	159.80	11.71	94.94	5.06	0 - 10		
N° 200	0.075	47.40	3.47	98.41	1.59			
Lavado		21.70	1.59	100.00	0.00			
<b>TOTAL</b>		<b>1,365.20</b>	<b>100.00</b>					
<b>Módulo de Fineza = 3.10</b>				<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/gr) = 49.3</b>				

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ LOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 13003  
 AREA DE INGENIERIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(MTC E 215), ABSORCIÓN  
EFECTIVA Y HUMEDAD  
SUPERFICIAL**

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

**HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL**

IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	2,157.64	2,466.00
Peso Seco de la muestra (gr)	2,150.24	2,457.10
Peso del agua en la muestra (gr)	7.40	8.90
Contenido de Humedad ( % )	0.34	0.36
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>0.35</b>
% de absorción		<b>1.01</b>
Absorción Efectiva ( % )		0.66
Humedad Superficial ( % )		-
IDENTIFICACIÓN	Agregado Fino	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	678.95	926.60
Peso Seco de la muestra (gr)	659.79	900.88
Peso del agua en la muestra (gr)	19.16	25.72
Contenido de Humedad ( % )	2.90	2.85
<b>Contenido de Humedad ( % )</b>		<b>2.88</b>
% de absorción		<b>1.83</b>
Absorción Efectiva ( % )		-
Humedad Superficial ( % )		1.05

Nota: La humedad del agregado corresponde al momento del ensayo, esta humedad puede variar en obra por lo que se recomienda hacer las correcciones por humedad de agregados a las dosificaciones del concreto.

**PORCENTAJE DE VACIOS**

IDENTIFICACIÓN	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,397	1,572
Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,539	1,779
Gravedad Especifica de Masa	2.68	2.67
Peso de los Solidos (gr)	2,677	2,673
Porcentaje de Vacíos ( % ) Agregado suelto	47.8	41.2
Porcentaje de Vacíos ( % ) Agregado varillado	42.5	33.4

KENNY HUAMANI GARRA  
INGENIERO DE CIVIL  
2011-12-0001  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## GRAVEDAD ESPECIFICA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

AGREGADO GRUESO (MTC E 206)			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca (gr)	2,016.02	2,009.99	
Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	2,035.84	2,030.92	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	1,262.48	1,259.67	
Peso Especifico de masa	2.61	2.61	2.61
Peso Especifico de masa SSS	2.63	2.63	2.63
Peso Especifico aparente	2.68	2.68	2.68
% de Absorción	0.98	1.04	1.01

AGREGADO FINO (MTC E 205)			
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso al aire de la muestra seca (gr)	491.08	491.12	
Peso del Picnómetro aforado lleno de agua (gr)	701.89	730.11	
Peso del Picnómetro con la muestra y agua (gr)	1,009.74	1,037.85	
Peso de la muestra en SSS (gr)	500.10	500.05	
Temperatura del agua en el ensayo	23.00	23.00	
Corrección por temperatura (K)	0.9976	0.9976	
Peso Especifico de masa	2.55	2.55	2.55
Peso Especifico de masa SSS	2.60	2.59	2.59
Peso Especifico aparente	2.67	2.67	2.67
% de Absorción	1.84	1.82	1.83

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	56.84
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	43.16
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Bulk)</b>	<b>2.58</b>
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Aparente)</b>	<b>2.68</b>

KENNY HUAMANGA GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP 130033  
AREA: GEOTECNIA Y CONCRETO

## PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017, MTC E 203)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"  
 Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002      Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES      Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ABRIL DEL 2022

<b>AGREGADO FINO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,138.0	7,138.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,425.0	4,425.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,572	1,572
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,572</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,733.0	7,708.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	5,020.0	4,995.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,784	1,775
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,779</b>	
<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	20,480.0	20,498.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	13,173.0	13,191.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,396	1,398
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,397</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	21,832.0	21,820.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	14,525.0	14,513.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,540	1,538
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,539</b>	



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GLOBAL

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : INDICADA

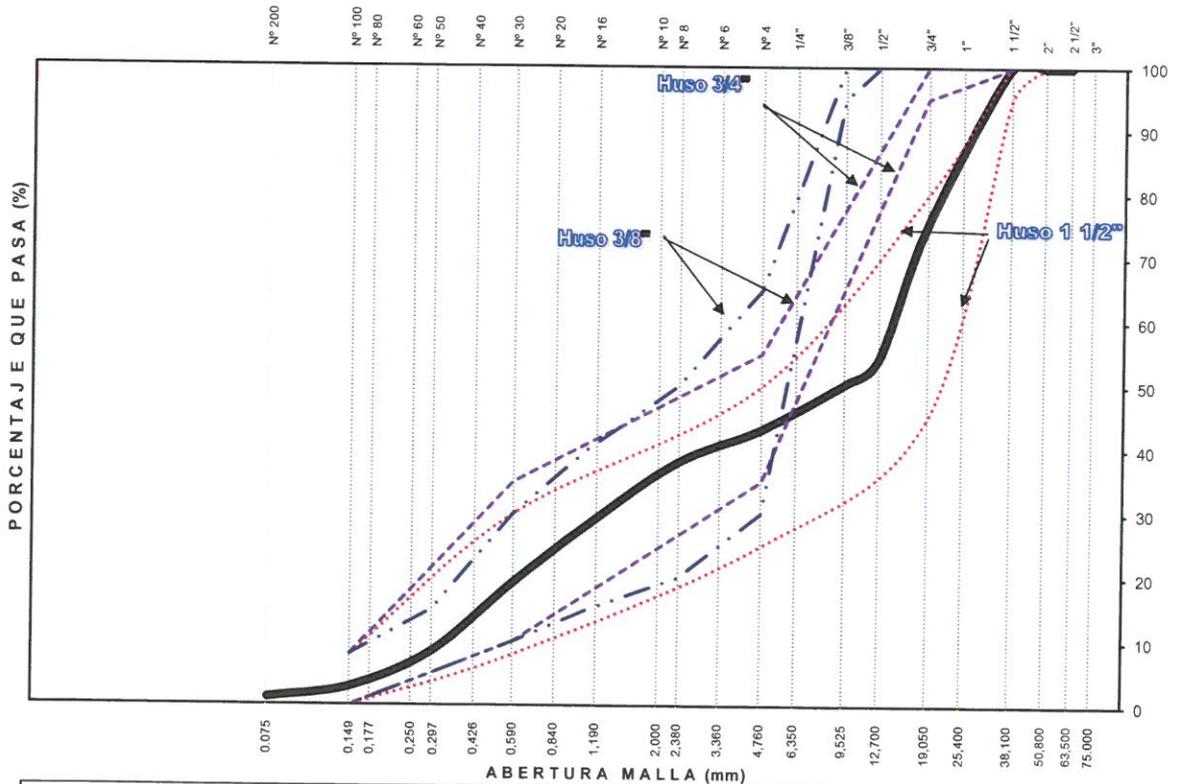
Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A. GRUESO)	% PASA (A. FINO)	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 3/4		DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
3"	75.000	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	RESULTADOS	
2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-		
2"	50.800	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% Arena	42.0
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.0	100.00	100	100	% de Finos	1.2
1"	25.400	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> =	0.3369
3/4"	19.000	53.37	100.00	24.7	75.29	95	100	D <sub>30(mm)</sub> =	1.3311
1/2"	12.700	13.64	100.00	45.8	54.23	-	-	U <sub>60(mm)</sub> =	14.4261
3/8"	9.500	6.06	100.00	49.8	50.21	-	-	Cu =	42.8
1/4"	6.350	1.46	96.08	54.1	45.93	-	-	Cc =	0.4
N° 4	4.760	1.19	90.48	56.8	43.16	35	55	D <sub>15(mm)</sub> =	0.4664
N° 8	2.360	1.03	79.74	62.0	38.02	-	-	D <sub>50(mm)</sub> =	9.3436
N° 10	2.000	1.02	74.20	64.6	35.41	-	-	D <sub>85(mm)</sub> =	21.5152
N° 16	1.100	0.99	58.73	71.9	28.13	-	-	Clasificación SUCS	
N° 30	0.590	0.95	39.57	80.9	19.10	10	35	<b>GP</b>	
N° 40	0.425	0.93	27.94	86.4	13.62	-	-	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA	
N° 50	0.297	0.91	16.77	91.6	8.36	-	-	Tamaño Máximo	1"
N° 100	0.149	0.85	5.06	97.2	2.83	-	8	Tamaño Máximo Nominal	3/4"
N° 200	0.075	0.80	1.59	98.8	1.17	-	-	Módulo de Fineza	5.35
% según analisis del Agregado Global		% del A.G. =		53.0	% del A.F. =		47.0		

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GLOBAL



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY HUAMANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

**DISEÑO ANALÍTICO DE  
MEZCLA DE CONCRETO  
(CONSISTENCIA PLÁSTICA  
ASENTAMIENTO de 3" a 4")**

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002      Región/Provinci: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES      Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO      Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ABRIL DEL 2022

**DATOS DE LOS AGREGADOS**

CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - OCCOROY	: CACHI - VIDRIO TRITURADO
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA (55%) - VIDRIO (45%)
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m3)	1397	1572
PUCS (kg/m3)	1539	1779
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.68	2.67
PESO ESPECIFICO	2.68	2.67
ABSORCIÓN (%)	1.01	1.83
HUMEDAD (%)	0.35	2.88
MODULO DE FINEZA	7.35	3.10
TAMAÑO MAXIMO	1 "	--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	--
PUSH (kg/m3)	1402	1618

**DATOS DEL CEMENTO**

MARCA : ANDINO

TIPO : PORTLAND TIPO I

PESO ESPECIFICO 3.12

**RESISTENCIA PROMEDIO f'cr**

RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm2) = 210      f'cr = 294 kg/cm2

**ASENTAMIENTO**

MEZCLA SECA 0"-2"

MEZCLA PLÁSTICA 3"-4"      ASENTAMIENTO      3"-4" MEZCLA PLÁSTICA

MEZCLA FLUIDA 6"-7"

**CONTENIDO DE AIRE**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4 "      CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4 "

ASENTAMIENTO 3"-4"      VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 lt/m3

  
 KENNY YASMANI CAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
GEOTECNIA Y CONCRETO

**DISEÑO ANALÍTICO DE  
MEZCLA DE CONCRETO  
(CONSISTENCIA PLÁSTICA  
ASENTAMIENTO de 3" a 4")**

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

**ADITIVO**

ADITIVO 01 : ADITIVO 1

MARCA : -

DENSIDAD (gr/cm3): 1

DOSIS (% del peso de cemento) : 0.000

ADITIVO 02 : ADITIVO 2

MARCA : -

DENSIDAD (gr/cm3): 1

DOSIS (% del peso de cemento) : 0.000

**RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS**

f'c (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)	W/C	AGUA (lt/m3)	CEMENTO (kg/m3)	VOLUMEN ABS. CEM. (m3)	VOL. ABS. ADITIVO 1 (m3)	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m3)
210	294	0.56	205	367.1	0.1177	-	-

**SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS**

w/c o f'c (kg/cm2)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m3)	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)
210	0.657	0.339	0.318	0.319	0.338	0.348	0.309

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO=

0.590

MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO

3.10

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO

3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm2)	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
210	8.64	5.16	51.4	48.6	210	48.4	51.6

**METODO DEL AGREGADO GLOBAL**

% del A.G. =	53.0 %
% del A.F. =	47.0 %

  
 KENNY HUAMANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Nº 140333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO de 3" a 4")</b>	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO – 2022"

Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002

Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - OCCOROY: CACHI - VIDRIO TRITURADO

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ABRIL DEL 2022

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	825.7	932.7	205.0	-	-	2330.5

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.00	2.25	2.54	23.7	-	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	849.5	936.0	202.5	-	-	2355.0

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.53	0.67	205.0	202.5	-	-

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	ADITIVO 1 (gr)/bls	ADITIVO 2 (gr)/bls
210	Resistencia	1.0	2.1	2.7	23.4	-	-

  
 "KENNY HUAMANI CAMARRA"  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.P. N° 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO (DOSIFICACIÓN EN PESO)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"  
 Código : INFORME N° 001-2022/CS-CON-22-O-002  
 Cantera AG : CACHI - OCCOROY  
 Cantera AF : CACHI - VIDRIO TRITURADO  
 Cemento : ANDINO : PORTLAND TIPO I

FECHA DE PRUEBA: 11/04/2022

: PIEDRA CHANCADA  
 : ARENA (55%) - VIDRIO (45%)  
 Aditivos: ADITIVO 1  
 ADITIVO 2

### ENSAYOS EN TANDAS DEL CONCRETO

Nombre	(W/C)/f <sub>c</sub>	CEMENTO (gr)	A.F. (gr)	A.G. (gr)	AGUA (gr)	ADITIVO 1 (gr)	ADITIVO 2 (gr)	P.U. Teórico (kg/m <sup>3</sup> )	Temperatura concreto (°C)	Slump (")	Peso Unitario Concreto Fresco (kg/m <sup>3</sup> )	% Aire total	N° testigos / N° vigas
MEZCLA PRUEBA 05	210	8722	20183	22237	4810	0.0	0.0	2355.0	22.2	3 3/4    4 1/4	2339.0	1.2	12 testigos / 3 vigas

NOTA:

  
 KENNY GAMAIRRA  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN SIMPLE DEL  
CONCRETO  
(NTP 339.034 / MTC E 704)**

**INF. N° 002-2022/CS-CON-22-O-002**

**PROYECTO**

"INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO  
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  
F´C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN  
AYACUCHO – 2022"

**SOLICITANTE**

FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

**Fecha**

MAYO DEL 2022

  
KENNY HUAMAN GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.E. N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

# **ANEXO 1**

# **ENSAYOS DE**

# **LABORATORIO**



KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Página 1 de 10

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO – 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f <sub>c</sub> (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
1	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	151.75	305.40	13,075	2.37	310.80	175.35	210.00	83	
2	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	150.85	301.95	12,792	2.37	292.03	166.73	210.00	79	82
3	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	150.90	300.80	12,722	2.36	304.84	173.93	210.00	83	
4	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	152.25	301.80	12,970	2.36	341.91	191.64	210.00	91	
5	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	152.25	301.80	13,025	2.37	333.15	186.73	210.4	89	91
6	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	152.25	301.80	12,967	2.36	344.30	192.98	210.00	92	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

KENNY HUAMANI GARRA  
INGENIERO CIVIL  
ÁREA DE INGENIERIA Y CONCRETO



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
 SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f <sub>c</sub> (Kg/cm2)	RESISTENCIA DEL ENSAYO f <sub>c</sub> (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
7	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	152.25	301.95	13,095	2.38	454.65	254.83	210.00	210.00	121	
8	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	151.27	304.21	12,944	2.37	441.75	250.83	248.4	210.00	119	118
9	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	151.15	302.30	12,902	2.38	421.22	239.54	210.00	210.00	114	
10	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	151.35	302.15	12,935	2.38	479.38	271.89	210.00	210.00	129	
11	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	152.65	302.30	13,129	2.37	478.86	266.99	265.3	210.00	127	126
12	A-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	149.35	301.60	12,487	2.36	441.39	257.10	210.00	210.00	122	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

  
 KENNY HUAYANI GAMIARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALIDAD EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Página 3 de 10

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO – 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO f' <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. DEL TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
13	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	150.30	303.20	12,679	2.36	318.12	182.96	210.00	87	
14	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	149.10	302.25	12,406	2.35	316.92	185.21	210.00	88	87
15	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	154.41	300.56	13,253	2.35	330.16	179.92	210.00	86	
16	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	153.85	303.70	13,383	2.37	385.85	211.79	210.00	101	
17	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	154.46	308.13	13,616	2.36	389.95	212.37	207.2	101	99
18	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	150.60	309.00	13,013	2.36	344.63	197.42	210.00	94	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
ÁREA DE GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Página 4 de 10

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DEL ENSAYO fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm2)	% RESIST. DEL TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
19	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	152.50	306.70	13,180	2.35	484.72	270.79	210.00	210.00	129	
20	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	150.50	302.20	12,720	2.37	459.51	263.57	262.7	210.00	126	125
21	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	153.20	306.30	13,261	2.35	458.46	253.78	210.00	210.00	121	
22	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	151.15	304.15	12,888	2.36	494.18	281.03	210.00	210.00	134	
23	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	152.75	305.15	13,200	2.36	508.42	283.10	281.7	210.00	135	134
24	A-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	150.80	302.85	12,713	2.35	491.52	280.82	210.00	210.00	134	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

KENNY HUSAMANI GAMAHERA  
ING. CIVIL  
N° 130033  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Página 5 de 10

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DEL ENSAYO fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (Kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
25	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	151.75	307.90	13,150	2.36	350.43	197.71		210.00	94	
26	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	150.70	305.45	12,812	2.35	357.46	204.49	199.2	210.00	97	95
27	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	151.30	305.60	12,964	2.36	344.29	195.40		210.00	93	
28	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	152.65	304.50	13,088	2.35	387.50	216.05		210.00	103	
29	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	150.90	304.65	12,882	2.36	376.64	214.90	211.7	210.00	102	101
30	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	151.60	304.70	12,960	2.36	361.00	204.08		210.00	97	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
N° 150031  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
 SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f'c (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE ENSAYO f'c (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
31	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	150.50	303.50	12,682	2.35	483.09	277.10	210.00	210.00	132	
32	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	152.30	300.95	12,969	2.37	508.29	284.70	276.1	210.00	136	131
33	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	150.00	304.10	12,625	2.35	461.45	266.46	210.00	210.00	127	
34	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	153.25	306.30	13,269	2.35	556.28	307.73	210.00	210.00	147	
35	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	151.55	306.55	13,103	2.37	524.56	296.73	302.3	210.00	141	144
36	A-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	152.05	303.15	12,965	2.36	538.23	302.47	210.00	210.00	144	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

Kenny HUAYRANI CAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
 SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tm/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPÉCIMEN f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
37	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	151.05	304.60	12,710	2.33	380.80	216.84	210.00	103	
38	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	149.15	301.95	12,390	2.35	362.03	211.44	210.00	101	100
39	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	150.40	300.20	12,470	2.34	346.61	199.08	210.00	95	
40	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	149.10	300.35	12,280	2.34	392.40	229.33	210.00	109	
41	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	151.45	300.45	12,640	2.34	383.12	217.01	225.8	103	108
42	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	149.90	299.60	12,480	2.36	399.75	231.13	210.00	110	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

  
 KENNY HUAMANTI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 C. O. N.º 130.033/L  
 AREA INGENIERIA Y CONCRETO



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Página 8 de 10

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f <sub>c</sub> (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm2)	% RESIST. DEL ENSAYO
43	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	149.90	300.35	12,430	2.35	485.26	280.58	210.00	134
44	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	150.15	299.40	12,460	2.35	501.51	289.01	210.00	138
45	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	149.50	302.90	12,520	2.35	516.22	300.08	210.00	143
46	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	151.65	300.60	12,707	2.34	558.72	315.64	210.00	150
47	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	150.30	300.50	12,540	2.35	529.59	304.58	210.00	145
48	A-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	150.35	300.55	12,513	2.35	529.35	304.24	210.00	145

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

KENNY HUAMANI CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
N° 10330  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASACGRANDE  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Página 9 de 10

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO – 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DEL ENSAYO fc (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
49	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	150.45	304.00	12,714	2.35	328.12	188.34	186.1	210.00	90	
50	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	150.60	302.95	12,606	2.34	316.92	181.54	186.1	210.00	86	89
51	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	14/04/2022	3	151.25	302.65	12,678	2.33	331.58	188.31		210.00	90	
52	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	150.30	300.75	12,499	2.34	346.66	199.37		210.00	95	
53	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	150.25	307.85	12,765	2.34	342.11	196.89	201.9	210.00	94	96
54	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	18/04/2022	7	150.45	308.70	12,853	2.34	364.63	209.29		210.00	100	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

ING. KENNY HUAMANGA CAMARRA  
ING. FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
ING. COP. N° 150-033  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CS-CON-22-O-002  
 SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DEL ENSAYO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. DEL TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
55	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	151.55	304.15	12,896	2.35	484.72	274.20	210.00	210.00	131	
56	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	151.50	301.60	12,679	2.33	494.14	279.71	280.4	210.00	133	134
57	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	25/04/2022	14	151.35	304.20	12,822	2.34	506.48	287.26	210.00	210.00	137	
58	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	153.60	305.40	13,209	2.33	528.69	291.14	210.00	210.00	139	
59	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	150.96	309.20	12,909	2.33	513.51	292.78	290.5	210.00	139	138
60	A-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	151.95	302.71	12,831	2.34	511.20	287.66	210.00	210.00	137	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

  
 FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL  
CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE  
APOYADAS CON CARGAS A LOS  
TERCIOS DEL TRAMO**

**(NTP 339.078 / MTC E 709)**

**INF. N° 003-2022/CS-CON-22-O-002**

**PROYECTO**

"INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO  
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  
F´C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN  
AYACUCHO – 2022"

**SOLICITANTE**

FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

**Fecha**

MAYO DEL 2022

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

# **ANEXO 1**

# **ENSAYOS DE**

# **LABORATORIO**

KENNY HUGO FARI GAMARRA  
ING. CIVIL  
C.P. N. 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)**

Página: Pagina 1 de 3

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 003-2022/CS-CON-22-O-002  
SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm2)	RESISTENCIA DEL ENSAYO (Kg/cm2)
1	F-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	531.53	155.16	155.16	30,137	2.36	23.17	2.98	30.40	29.74
2	F-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	533.57	153.15	153.15	29,576	2.38	20.20	2.75	28.05	
3	F-1 CON 0% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	532.56	152.15	152.15	29,406	2.37	22.36	3.02	30.78	35.81
4	F-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	533.57	155.16	155.16	29,307	2.36	25.33	3.50	35.64	
5	F-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	534.07	155.16	155.16	29,191	2.35	24.58	3.40	34.63	37.17
6	F-2 CON 5% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	534.57	156.16	156.16	29,589	2.36	26.52	3.64	37.17	

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

KENNETH RAMIRO CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
N° 130.333  
INGENIERIA Y CONCRETO



**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)**

Página: Pagina 2 de 3

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 003-2022/CS-CON-22-O-002  
SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm2)	RESISTENCIA DEL ENSAYO (Kg/cm2)
7	F-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	531.56	156.16	156.16	30,337	2.36	28.62	3.66	37.32	
8	F-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	530.53	155.50	155.50	30,342	2.37	29.00	3.72	37.97	38.11
9	F-3 CON 15% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	533.03	154.00	154.00	29,637	2.35	28.81	3.83	39.04	
10	F-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	532.50	152.00	152.00	28,803	2.34	22.86	3.14	31.97	
11	F-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	533.00	154.00	154.00	29,293	2.35	24.53	3.32	33.90	32.70
12	F-4 CON 30% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	533.50	155.50	155.50	29,736	2.36	23.52	3.16	32.22	

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

KENNY HUAMANI CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE  
INGENIERÍA Y CONCRETO

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)

Página: Pagina 3 de 3

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 003-2022/CS-CON-22-O-002  
SOLICITA : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES  
MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
FECHA : MAYO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO  
PROVINCIA : HUAMANGA  
DISTRITO : AYACUCHO  
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tr/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DEL ENSAYO (Kg/cm <sup>2</sup> )
13	F-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	531.00	155.00	155.00	29,296	2.33	22.93	3.05	31.14	
14	F-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	530.50	155.00	155.00	29,640	2.34	22.70	2.96	30.20	30.49
15	F-5 CON 45% VIDRIO COMO AGREGADO FINO	11/04/2022	9/05/2022	28	532.00	154.00	154.00	29,645	2.33	22.71	2.95	30.12	

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados en el laboratorio.

KENNETH HUAMANI CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
INGENIERÍA DE CONCRETO  
ÁREA DE INGENIERÍA Y CONCRETO

Anexo 6. Certificado de calibración del equipo

---



**ANEXO 2**  
**CERTIFICADOS DE**  
**CALIBRACION**

KENY JULIUS GANIGRA  
INGENIERO CIVIL  
MBA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



CASAGRANDE  
GEOTECNIA Y CONCRETO

## CERTIFICADOS DE CALIBRACION - 2022

ENSAYOS REALIZADOS	EQUIPOS EMPLEADOS
1. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO POR TAMIZADO	BALANZA 8200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
2. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
3. HUMEDAD NATURAL EN AGREGADOS	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
4. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
5. COMPRESION SIMPLE	BALANZA 30 000 gr.
	PIE DE REY 30 mm
	MAQUINA COMPRESION 1000 KN
6. FLEXION CON CARGAS A LOS 2 TERCIOS	BALANZA 100 kg.
	PIE DE REY 30 mm
	MAQUINA COMPRESION 1000 KN

  
Kenny Huamani Gamarra  
INGENIERO CIVIL  
N° 40333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION**  
**BALANZAS**



RENNY HUAMANÍ CAMARÁ  
INGENIERO CIVIL  
CÓDIGO 130033  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



## Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

**M-22933-003 R0**

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PAJ4102
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	B640110613
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	BLZ - 004
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	4100 g
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**

*Number of pages of the certificate and documents attached*

04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

### Firmas que Autorizan el Certificado

*Signatures Authorizing the Certificate*

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Francisco Durán Romero**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R 7.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PRX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



### DATOS TÉCNICOS

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	B640110613
<b>Identificación Interna</b>	BLZ - 004
<b>Resolución</b>	0,01 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 4100 g
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas cilíndricas
<b>Clase de exactitud</b>	F1
<b>Certificado No.</b>	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios

**Documento de Referencia** Guía SIM MWG7/gc-01/N.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4.5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**  
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k <sup>1</sup> , p=95,45%
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,014	2,12
100,000	99,99	99,99	- 0,010	- 0,010	0,014	2,11
500,000	500,00	500,01	0,000	0,010	0,015	2,08
1 000,000	1 000,00	1 000,01	0,000	0,010	0,019	2,03
1 500,000	1 499,99	1 499,99	- 0,010	- 0,010	0,023	2,02
1 999,997	2 000,00	2 000,01	0,003	0,013	0,029	2,01
2 499,997	2 500,00	2 500,01	0,003	0,013	0,034	2,01
2 999,997	3 000,01	3 000,01	0,013	0,013	0,040	2,01
3 499,997	3 500,00	3 500,00	0,003	0,003	0,046	2,01
4 099,994	4 100,01	4 100,01	0,016	0,016	0,054	2,01

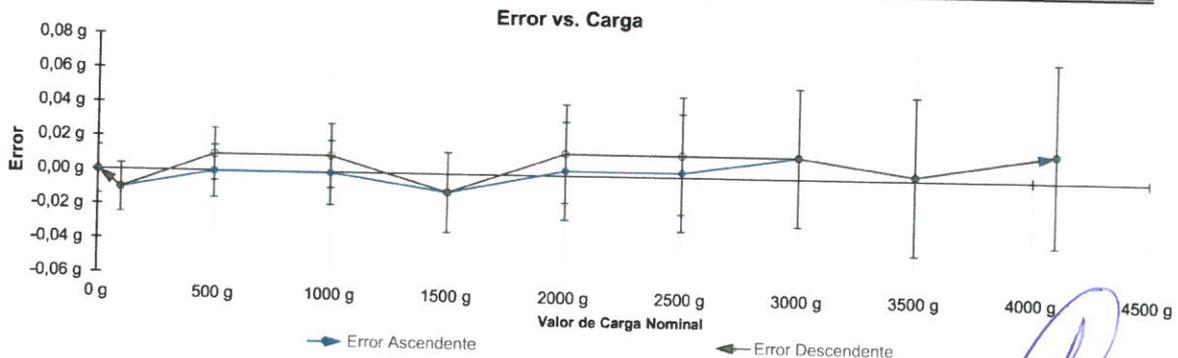


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
LM-PC-24-F-01 R7.0

KENNY GUAMANI GAMARRA  
ING. ENFERERO CIVIL  
C.R. N° 120933  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Posición	Valor Nominal de la Carga	Diferencia Respecto al Centro
	2800 g	
Indicación del Instrumento	g	g
1	2 800,0	-----
2	2 800,0	0,0
3	2 800,0	0,0
4	2 799,9	- 0,1
5	2 799,9	- 0,1
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0,1</b>

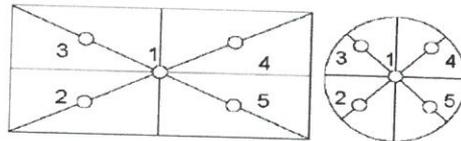


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	4100 g	8200 g
Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	4 100,0	8 200,1
2	4 099,9	8 200,0
3	4 100,0	8 200,1
4	4 100,0	8 200,1
5	4 099,9	8 200,0
6	4 100,0	8 200,0
7	4 100,0	8 200,1
8	4 099,9	8 200,0
9	4 100,0	8 200,0
10	4 100,0	8 200,1
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,048 g</b>	<b>0,053 g</b>

## CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima: 21,5 °C  
 Humedad Máxima: 47 % HR  
 Presión Barométrica Máxima: 1000,1 hPa

Temperatura Mínima: 20,1 °C  
 Humedad Mínima: 45 % HR  
 Presión Barométrica Mínima: 1000,1 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 317423364C | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

KENNY HUAMANÍ GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 137 190533  
 AREA GEOTECNIA / CONCRETO



## INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 7,63 E-07 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 4,44 E-05 + 2,46 E-09 R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

## TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



## OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-003**



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

**M-22933-001 R0**

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	AXB201/E	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	B644227517	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	BLZ - 006	
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	8200 g	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.  
*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan el Certificado**  
*Signatures Authorizing the Certificate*

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Francisco Durán Romero**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R 7.0

KENNY HUATANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CUIP 120033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | Fbx. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



### DATOS TÉCNICOS

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	B644227517
<b>Identificación Interna</b>	BLZ - 006
<b>Resolución</b>	0,1 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 8200 g
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas cilíndricas
<b>Clase de exactitud</b>	F1
<b>Certificado No.</b>	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios

**Documento de Referencia** Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**

Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k <sup>1</sup> , p=95,45%
1,00	1,0	1,0	0,00	0,00	0,14	2,12
500,00	500,0	500,0	0,00	0,00	0,14	2,11
1 000,00	1 000,0	1 000,0	0,00	0,00	0,14	2,11
2 000,00	2 000,0	2 000,0	0,00	0,00	0,15	2,10
3 000,00	3 000,0	3 000,0	0,00	0,00	0,15	2,08
3 999,99	4 000,0	4 000,0	0,01	0,01	0,16	2,06
5 000,00	5 000,0	5 000,0	0,00	0,00	0,17	2,05
6 000,00	6 000,0	6 000,0	0,00	0,00	0,19	2,03
7 000,00	7 000,0	7 000,0	0,00	0,00	0,20	2,03
8 200,00	8 200,1	8 200,0	0,10	0,00	0,22	2,02

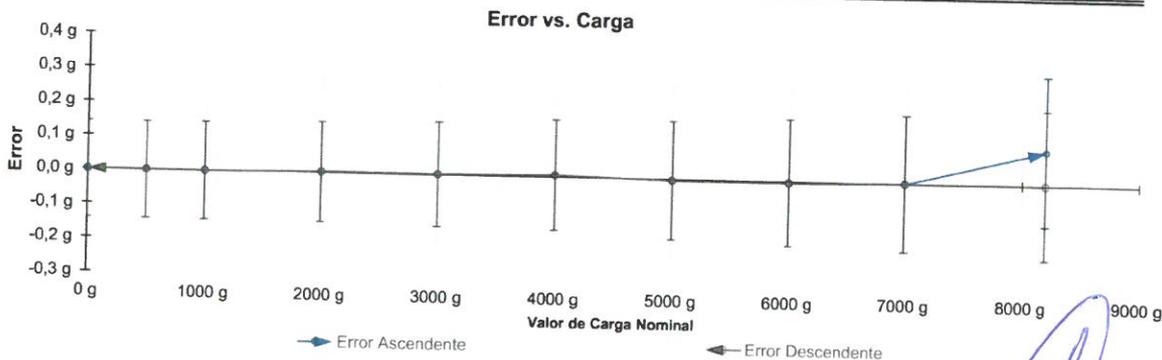


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
LM-PC-24-F-01 R7.0

KENNY HUMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.C. 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 TFBX 57 (1) 745 4555 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

**Tabla 2.**

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 1400 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
---	g	g
1	1399,99	---
2	1399,99	0,00
3	1400,02	0,03
4	1400,00	0,01
5	1399,99	0,00
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0,03</b>

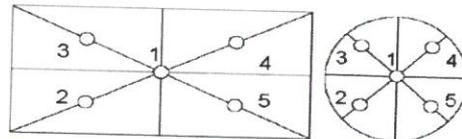


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

**Tabla 3.**

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	2050 g	4100 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	2050,00	4100,01
2	2049,99	4100,01
3	2049,99	4100,00
4	2050,00	4100,00
5	2050,00	4100,01
6	2050,00	4100,00
7	2050,00	4100,00
8	2050,00	4100,01
9	2049,99	4100,00
10	2050,00	4100,01
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,004 8 g</b>	<b>0,005 3 g</b>

## CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima: 18,0 °C  
 Humedad Máxima: 50 % HR  
 Presión Barométrica Máxima: 1000,2 hPa

Temperatura Mínima: 17,0 °C  
 Humedad Mínima: 49 % HR  
 Presión Barométrica Mínima: 1000,0 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | Pbx. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

KENNY HUAMANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 2,98 E-06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 4,44 E-03 + 1,35 E-09 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

## TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



## OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-001**

Kenny Juanani Gamarra  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

**M-22933-005 RO**

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	R31P30	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	83374290343	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	BLZ - 008	
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	30000 g	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinoa 570	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

### Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Francisco Durán Romero**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R 7.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | Pbx: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

KENNY HUAMANI GANARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP No: 130933  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



### DATOS TÉCNICOS

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	83374290343
<b>Identificación Interna</b>	BLZ - 008
<b>Resolución</b>	1 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 30000 g
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas cilíndricas
<b>Clase de exactitud</b>	F1 y F1
<b>Certificado No.</b>	M-4689 Unión Metrológica / M-20632-001 PINZUAR / M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios
<b>Documento de Referencia</b>	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**  
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k <sup>1</sup> , p=95,45%
1,00	1	1	0,00	0,00	0,82	2,01
500,00	500	500	0,00	0,00	0,82	2,01
1 000,00	1 000	1 000	0,00	0,00	0,82	2,01
2 000,00	2 000	2 000	0,00	0,00	0,82	2,01
5 000,02	5 000	5 000	- 0,02	- 0,02	0,82	2,01
10 000,01	10 000	10 000	- 0,01	- 0,01	0,82	2,01
15 000,03	15 000	15 000	- 0,03	- 0,03	0,82	2,01
20 000,02	20 000	20 000	- 0,02	- 0,02	0,82	2,01
25 000,04	25 000	25 000	- 0,04	- 0,04	0,82	2,01
30 000,04	30 000	30 000	- 0,04	- 0,04	0,82	2,01

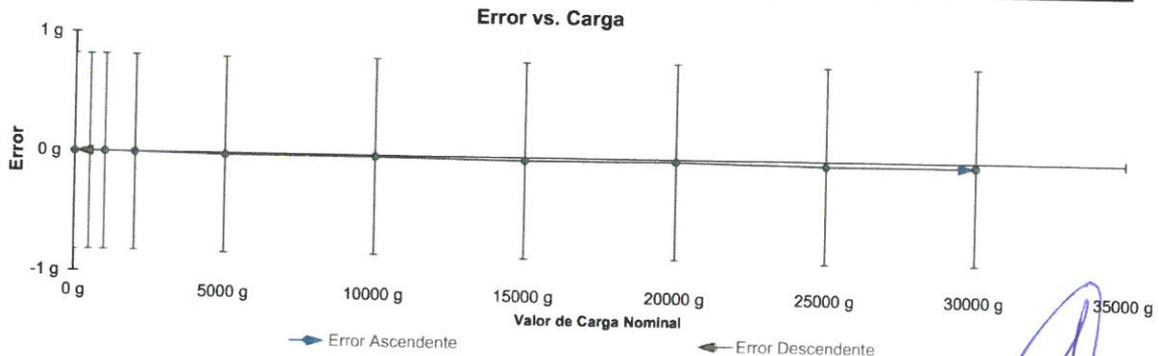


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
LM-PC-24-F-01 R7.0

KENNY HUAMANÍ GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.C. 130935  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

**Tabla 2.**

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
	g	g
1	10 000	—
2	10 000	0
3	10 000	0
4	10 000	0
5	10 000	0
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0</b>

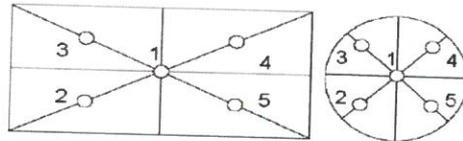


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

**Tabla 3.**

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	15000 g	30000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	15 000	30 000
2	15 000	30 000
3	15 000	30 000
4	15 000	30 000
5	15 000	30 000
6	15 000	30 000
7	15 000	30 000
8	15 000	30 000
9	15 000	30 000
10	15 000	30 000
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,00 g</b>	<b>0,00 g</b>

## CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima: 20,5 °C  
 Humedad Máxima: 47 % HR  
 Presión Barométrica Máxima: 1000,1 hPa

Temperatura Mínima: 20,1 °C  
 Humedad Mínima: 46 % HR  
 Presión Barométrica Mínima: 1000,0 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 | 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

KENNY HUMANA GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 160033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = -1,37 E-06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 E-01 + 6,58 E-12 R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

## TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



## OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-005**



LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 075-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-27

1. SOLICITANTE : CASAGRANDE CONSULTORIA  
Y CONSTRUCCION SAC

DIRECCIÓN : Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga -  
Ayacucho

2. INSTRUMENTO DE  
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : T24PE

NÚMERO DE SERIE : B000117JPV

ALCANCE DE  
INDICACIÓN : 100 kg

DIVISIÓN DE ESCALA  
/ RESOLUCIÓN : 0.01 kg

DIVISIÓN DE  
VERIFICACIÓN ( e ) : 0.01 kg

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2022-03-14

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. MASA DE G&L LABORATORIO S.A.C  
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS - LIMA

Gilmer Antonio Huaman Poguima  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	23.0 °C	23.2 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>DM - INACAL</b> <b>TOTAL WEIGHT</b>	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020
		CM - 2104 - 2020
		CM - 2105 - 2020
		CM - 2106 - 2020

**7. OBSERVACIONES**

Para 100 kg. la balanza indicó 92.81 kg. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

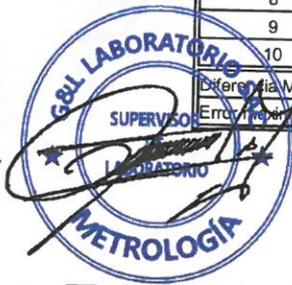
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	23.0			23.0		
	Carga L1= 50.00 kg			Carga L2= 100.00 kg		
	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)
1	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
2	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
3	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001
4	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
5	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001
6	50.00	0.005	0.000	100.00	0.004	0.001
7	50.00	0.008	-0.003	100.00	0.004	0.001
8	50.00	0.005	0.000	100.00	0.005	0.000
9	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.005	0.000
10	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.004	0.001
	Diferencia Máxima		0.003			0.001
	Error Máximo permitido ±		0.03 kg	±		0.03 kg



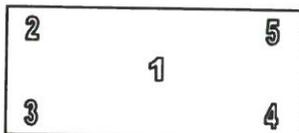
KENNY MURMANY CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.O. 13033  
AREA GEOMETRIA Y CONCRETO





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 075 - 2022 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E <sub>0</sub> (kg)	Carga (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	Ec(kg)
1	0.10	0.10	0.007	-0.002	30.00	30.00	0.006	-0.001	0.001
2		0.10	0.007	-0.002		30.00	0.006	-0.001	0.001
3		0.10	0.005	0.000		30.00	0.006	-0.001	-0.001
4		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.007	-0.002	-0.001
5		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.005	0.000	0.001

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0.03 kg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(kg)
	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	Ec(kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	Ec(kg)	
0.10	0.10	0.007	-0.002						0
0.20	0.20	0.007	-0.002	0.000	0.20	0.006	-0.001	0.001	0
5.00	5.00	0.006	-0.001	0.001	5.00	0.007	-0.002	0.000	0
10.00	10.00	0.007	-0.002	0.000	10.00	0.007	-0.002	0.000	0
20.00	20.00	0.006	-0.001	0.001	20.00	0.006	-0.001	0.001	0
30.00	30.00	0.007	-0.002	0.000	30.00	0.007	-0.002	0.000	0
50.00	50.00	0.005	0.000	0.002	50.00	0.006	-0.001	0.001	0
60.00	60.00	0.005	0.000	0.002	60.00	0.006	-0.001	0.001	0
70.00	70.00	0.005	0.000	0.002	70.00	0.006	-0.001	0.001	0
80.00	80.00	0.004	0.001	0.003	80.00	0.005	0.000	0.002	0
100.00	100.00	0.004	0.001	0.003	100.00	0.004	0.001	0.003	0

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,185E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,765E-08 \text{ kg}^2 + 494E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



KENNY ROSA PANGAMARRA  
N° 1890033  
ÁREA GUARDIA Y CONCRETO



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

# **CERTIFICADOS DE CALIBRACION HORNO DE SECADO**



.....  
KENNY HUAMANI GAMAARA  
INGENIERO CIVIL  
CIP 121130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



## Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-22933-019 R0

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PG-2005	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	102	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	HRN-003	
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinoa 570	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of Calibration</i>	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2022 - 03 - 29	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

### Firmas Autorizadas

Authorized Signatures

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Oscar Eduardo Briceño**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-21-F-01 R7.1

WENNY HUARANI GANZA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130933  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



## DATOS TÉCNICOS

**Método Empleado** Comparación Directa  
**Documento de Referencia** DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010  
**Resolución** 0,01 °C  
**Patrón(es) de referencia** Termómetro Digital  
**Certificado de Calibración** T-21368-003 R0 de Pinzuar / T-21368-001 R0 de Pinzuar  
**Volumen útil** 800 L

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isoterma en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{ip}=95,45\%$
58,8	60,0	-1,2	2,0	2,0
108,3	110,0	-1,7	4,5	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

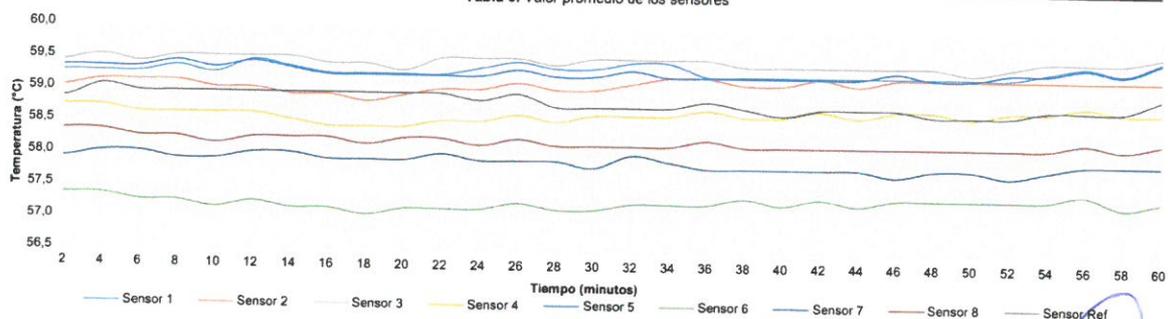
### Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point <sup>1</sup> °C	Estabilidad del Medio <sup>2</sup> °C	Uniformidad del Medio <sup>3</sup> °C	Efecto de Radiación <sup>4</sup> °C	Efecto de Carga <sup>5</sup> °C
60,00	0,22	1,58	0,58	-----

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
59,31	59,10	59,45	58,63	59,29	57,25	57,88	58,20	58,83

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

KENNY MUJIBANI GAMARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 No. 141923  
 AREA: ESTRUCTURA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN** (Continuación)

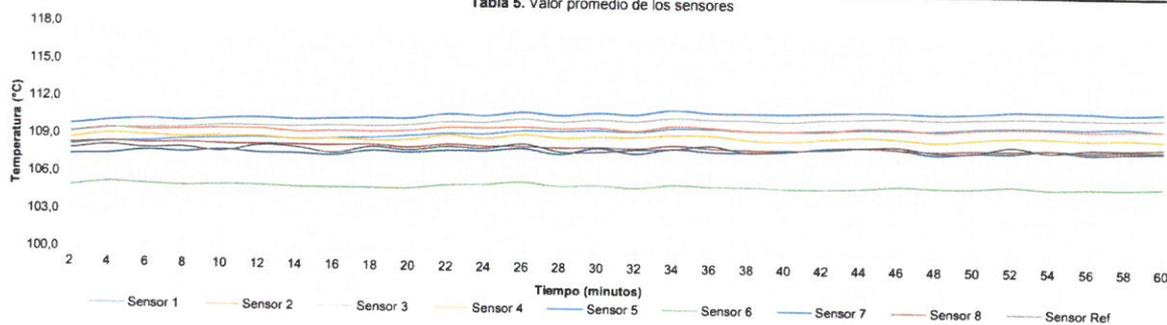
**Resultados de la Caracterización para 110 °C**

Set Point <sup>1</sup> °C	Estabilidad del Medio <sup>2</sup> °C	Uniformidad del Medio <sup>3</sup> °C	Efecto de Radiación <sup>4</sup> °C	Efecto de Carga <sup>5</sup> °C
110,00	0,54	3,01	2,35	-----

Tabla 4. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
109,53	109,86	110,41	109,18	110,96	105,30	108,08	108,47	108,31

Tabla 5. Valor promedio de los sensores



Gráfica 3. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN** (Continuación)

**Definiciones**

- <sup>1</sup> Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- <sup>2</sup> Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- <sup>3</sup> Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- <sup>4</sup> Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- <sup>5</sup> Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

**Temperatura Máxima** 19,2 °C  
**Temperatura Mínima** 18,1 °C

**Humedad Máxima** 50 %HR  
**Humedad Mínima** 49 %HR

**INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

**TRAZABILIDAD**

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**OBSERVACIONES**

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-019

Fin del Documento

LM-PC-21-F-01 R7.1

KENNY HUAMANI GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
CIP 15180033  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION**  
**PIE DE REY**



.....  
KENNY HUMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
Nº 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO  
.....

---



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-22933-016 R0**

Page / Pág. 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PIE DE REY
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	INSIZE
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	1215-322
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	0921170080
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	VRN-002
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	0 mm a 300 mm
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la comprobación de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the costumer.*

*This certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for checking the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

03

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar, no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned certificates are not valid.*

**Firmas Autorizadas**

*Authorized Signatures*

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-23-F-01 R8.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
COP. 1130033  
ÁREA OCOTECNIA Y CONCRETO



### DATOS TÉCNICOS

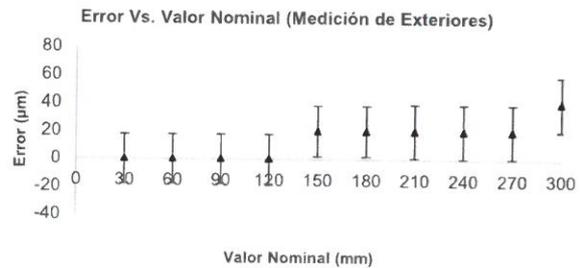
<b>Tipo de Medición</b>	Exteriores e Interiores
<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Documento de Referencia</b>	DI - 008 del Centro Español de Metrología, Edición 1
<b>Tipo de Indicación</b>	Análogica Tipo Nonio
<b>Resolución</b>	0,02 mm
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Bloques Patrón Longitudinales de Caras Paralelas
<b>Certificado No.</b>	LMD201701 de Cidesi; 200295 de C.I.E.

### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al equipo en referencia se le efectuó una inspección visual con la que se determinó que se encuentra en buen estado, las superficies de medición no presentan sobresaltos, por lo tanto, presenta una buena condición para la medición. Se procede a la realizar la toma de datos respectiva comparando la indicación del equipo con el valor nominal del bloque patrón iniciando la medición con la puesta a cero del equipo.

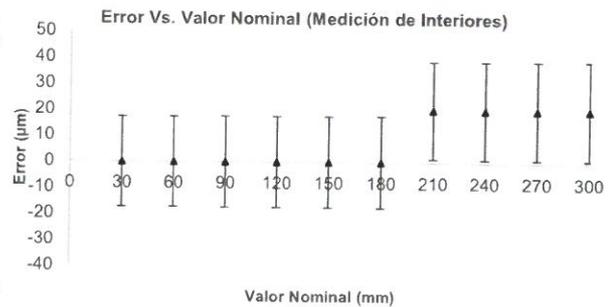
**Tabla 1. Resultados de las Superficies para Medición de Exteriores**

Valor Nominal mm	Promedio mm	Error $\mu\text{m}$	Incertidumbre Expandida $\mu\text{m}$	k (p=95,45%)
30	30,000	0	18	2,00
60	60,000	0	18	2,00
90	90,000	0	18	2,00
120	120,000	0	18	2,00
150	150,020	20	18	2,00
180	180,020	20	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,040	40	19	2,00



**Tabla 2. Resultados de las Superficies para Medición de Interiores**

Valor Nominal mm	Promedio mm	Error $\mu\text{m}$	Incertidumbre Expandida $\pm \mu\text{m}$	k (p=95,45%)
30	30,000	0	17	2,01
60	60,000	0	17	2,01
90	90,000	0	17	2,01
120	120,000	0	17	2,01
150	150,000	0	17	2,00
180	180,000	0	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,020	20	19	2,00



LM-PC-23-F-01 R8.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | [labmetrologia@pinzuar.com.co](mailto:labmetrologia@pinzuar.com.co) | [WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)

HUAFENG CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.C. 130.031  
AREA GEODINAMIA Y CONCRETO



**L-22933-016 R0**

Page / Pág. 3 de 3

### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar., las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,7 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,4 °C	Humedad Mínima:	54 %

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-22933-016**

LM-PC-23-F-01 R8.0

Fin de Certificado

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 180033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOM.CO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION**  
**MAQUINA DE ENSAYO**  
**A COMPRESION**  
**1000KN**



KENNY HUMANI CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
N° 120033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

---



## Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

### F-22933-011 R0

Page / Pág. 1 de 5

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETOS
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PC-42D
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	284
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	PDC-001
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

05

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

### Firmas que Autorizan el Certificado

*Signatures Authorizing the Certificate*

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | Pbx. 57 (1) 745.4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 180033  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
<b>Clase</b>	1,0	<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión	<b>Modelo</b>	KAL 1MN
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital	<b>Clase</b>	0,5
<b>División de Escala</b>	0,01 kN	<b>Número de Serie</b>	HV325-911250
<b>Resolución</b>	0,01 kN	<b>Certificado de Calibración</b>	5047 del INM
<b>Intervalo de Medición Calibrado</b>	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	<b>Próxima Calibración</b>	2023-02-03
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	2 kN		

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

**Tabla 1.**

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S <sub>1, 2 y 3</sub> kN
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> '	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>		
	Ascendente kN	Ascendente kN	No Aplica ----	Ascendente kN	No Aplica ----		
10	100,00	100,81	101,01	----	100,71	----	100,84
20	200,00	201,76	201,26	----	201,86	----	201,63
30	300,00	301,79	302,39	----	302,39	----	302,19
40	400,00	402,31	402,51	----	402,31	----	402,38
50	500,00	503,02	503,53	----	503,53	----	503,36
60	600,00	603,93	603,33	----	603,63	----	603,63
70	700,00	703,92	704,12	----	704,02	----	704,02
80	800,00	804,42	804,82	----	804,82	----	804,68
90	900,00	905,21	904,91	----	905,41	----	905,18
100	1 000,00	1 005,3	1 005,5	----	1 005,4	----	1 005,4

LM-PC-05-F-01 R12.0

  
KENNY HUAMANI SAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 130033  
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | PBX. 57 (1) 745 4555 | 3174233540 | abmetrologia@pinzuaronac.com | WWW.PINZUAR.COM.CO



### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

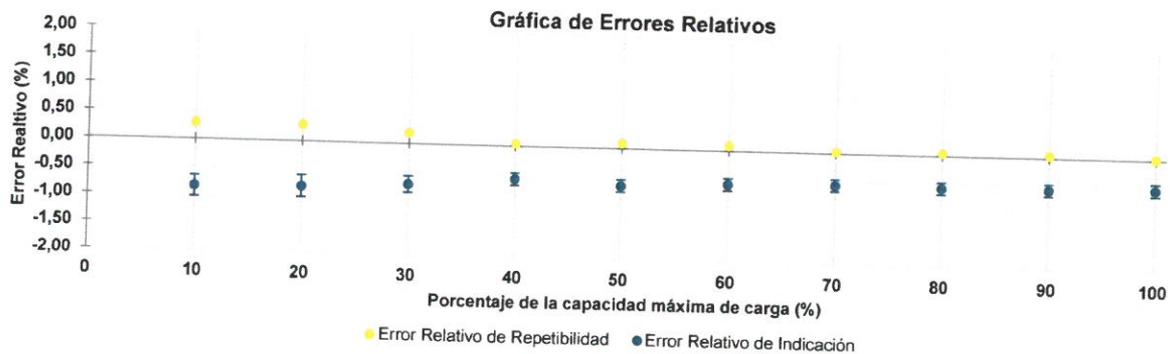
Error realtivo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	Indicación kN	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ -----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kN	%	
10	100,00	-0,84	0,30	---	0,010	0,19	0,19	2,01
20	200,00	-0,81	0,30	---	0,005	0,39	0,20	2,01
30	300,00	-0,73	0,20	---	0,003	0,44	0,15	2,01
40	400,00	-0,59	0,05	---	0,003	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,67	0,10	---	0,002	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,60	0,10	---	0,002	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,57	0,03	---	0,001	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,58	0,05	---	0,001	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,57	0,06	---	0,001	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,54	0,02	---	0,001	1,1	0,11	2,01



### CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima: 19,4 °C  
Humedad Relativa Máxima: 46 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 19,1 °C  
Humedad Relativa Mínima: 45 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.0

*(Signature)*  
KENNY HUAMAN GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130633  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | FBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 4.**

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	--	R <sup>2</sup>
2,93500 E-01	1,00636 E00	-1,25233 E-06	8,06138 E-11		1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	100,92	110,98	121,04	131,10	141,16
150,00	151,22	161,28	171,34	181,40	191,46
200,00	201,52	211,57	221,63	231,69	241,75
250,00	251,81	261,86	271,92	281,98	292,03
300,00	302,09	312,15	322,20	332,26	342,31
350,00	352,37	362,42	372,48	382,53	392,59
400,00	402,64	412,70	422,75	432,80	442,86
450,00	452,91	462,96	473,01	483,07	493,12
500,00	503,17	513,22	523,27	533,32	543,38
550,00	553,43	563,48	573,53	583,58	593,63
600,00	603,68	613,73	623,77	633,82	643,87
650,00	653,92	663,97	674,02	684,06	694,11
700,00	704,16	714,21	724,25	734,30	744,35
750,00	754,39	764,44	774,48	784,53	794,58
800,00	804,62	814,67	824,71	834,76	844,80
850,00	854,84	864,89	874,93	884,98	895,02
900,00	905,06	915,10	925,15	935,19	945,23
950,00	955,27	965,32	975,36	985,40	995,44
1 000,00	1 005,5				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	100,84	100,92	0,07
200,00	201,63	201,52	- 0,11
300,00	302,19	302,09	- 0,10
400,00	402,38	402,64	0,26
500,00	503,36	503,17	- 0,19
600,00	603,63	603,68	0,05
700,00	704,02	704,16	0,14
800,00	804,68	804,62	- 0,06
900,00	905,18	905,06	- 0,12
1 000,00	1 005,4	1 005,5	0,08

LM-PC-05-F-01 R12.0



### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2,013$  y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



### CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

### OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-011

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.0

KENNY HUAMANI SAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C.C.P. N° 130033  
AREA: FOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cll 18 #1033-72 I PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

Anexo 7. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)



---

QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO DE LA EMPRESA  
CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC.

**HACE CONSTAR:**

Que el señor FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES, Identificado con DNI N° 70166851; desarrolló el proyecto de investigación: "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO – 2022" en las instalaciones de nuestro laboratorio, de los cuales solo el autor mencionado tiene acceso a los resultados obtenidos.

Se expide la presente constancia del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 13 de mayo del 2022

KENNY HUMAHUAN GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
C. N. 10033  
ÁREA CEMENTO Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> GEOTECNIA Y CONCRETO <b>CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC</b> RUC: 20608737023	<b>RUC 20608737023</b> <b>FACTURA</b> <b>ELECTRÓNICA</b> <b>F-002-001245</b>
	Jr. Quírua 570 - Ayacucho Teléfono : 066 - 610625 / 962 835652 Correo : casagrandecons22@gmail.com
<b>DATOS CLIENTE / DATOS PROYECTO</b>	

**CLIENTE** : FREDY DAVID ACHAHUANCO FLORES

**RUC** : --

**DIRECCIÓN** : PSJE. MADRID 220 AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO

**PROYECTO** : "INCORPORACIÓN DE BOTELLAS DE VIDRIO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN AYACUCHO - 2022"

Ítem	Descripción	Norma	Cant.	Und.	Precio Unit. (S/.)	Parcial (S/.)
1	Diseño de mezcla de concreto por métodos analíticos (ACI, Módulo de Fineza de la combinación de agregados y Agregado Global) Ensayos a ejecutarse: Granulometría MTC E 204, Gravedad específica en AG MTC E 205, Gravedad específica en AF MTC E 206, Humedad MTC E 215 y Peso Unitario MTC E 203. Informe	VARIOS	5	Glob.	400.00	2,000.00
2	Ensayo de Resistencia a Compresión Simple en testigos cilíndricos	MTC E 704	60	Und.	15.00	900.00
3	Ensayo de Resistencia a la Flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo	MTC E 709	15	Und.	50.00	750.00
4	Ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams	ASTM C 143	5	Und.	10.00	50.00
5	Ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto	MTC E 724	5	Und.	10.00	50.00
6	Ensayo normalizado para el contenido de aire del concreto fresco	ASTM C 231	5	Und.	45.00	225.00
7	Ensayo normalizado para determinar el peso unitario de producción (Rendimiento)	MTC E 714	5	Und.	30.00	150.00
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-

Sub total S/. 4,125.00

IGV (18%) S/. 742.50

**Total S/. 4,867.50**

**IMPORTE EN LETRAS:** CUATRO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SIETE CON 50/100 SOLES

**ORDEN DE SERVICIO:** Prof. 01112-22

**CONDICIONES DE PAGO:** CONTADO

Representación impresa de la FACTURA ELECTRONICA, visita [www.nubefact.com/204125651](http://www.nubefact.com/204125651)  
 Autorizado mediante Resolución de Intendencia No. 022-006-0001542  
 Resumen: hPiasdA+HJ3pGxGHF/ASsSaKrv1Zz4QrE2G687dFF0=

