



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$   
con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote,  
2023**

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

Ingeniera Civil

**AUTORAS:**

Moreno Villanueva, Alicia ([orcid.org/0000-0001-5907-087X](https://orcid.org/0000-0001-5907-087X))

Ramos Castillo, Abigail Flor ([orcid.org/0000-0001-6317-4858](https://orcid.org/0000-0001-6317-4858))

**ASESOR:**

Mgtr. Muñoz Arana, Jose Pepe ([orcid.org/0000-0002-9488-9650](https://orcid.org/0000-0002-9488-9650))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE - PERÚ  
2024

## Declaratoria de autenticidad del asesor



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUÑOZ ARANA JOSE PEPE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023", cuyos autores son RAMOS CASTILLO ABIGAIL FLOR, MORENO VILLANUEVA ALICIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 02 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUÑOZ ARANA JOSE PEPE DNI: 32960000 ORCID: 0000-0002-9488-9650	Firmado electrónicamente por: JMUNOZA el 02-07- 2024 00:53:08

Código documento Trilce: TRI - 0787073

## Declaratoria de originalidad de los autores



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MORENO VILLANUEVA ALICIA, RAMOS CASTILLO ABIGAIL FLOR estudiantes de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
RAMOS CASTILLO ABIGAIL FLOR DNI: 75121378 ORCID: 0000-0001-6317-4858	Firmado electrónicamente por: ARAMOSCA5 el 08-07-2024 22:59:58
MORENO VILLANUEVA ALICIA DNI: 73233393 ORCID: 0000-0001-5907-087X	Firmado electrónicamente por: MMORENOVIL el 08-07-2024 22:25:08

Código documento Trilce: INV - 1727307

## **Dedicatoria**

A nuestros padres, por su inquebrantable apoyo y sacrificio; a nuestros profesores, por su guía y enseñanzas valiosas; a nuestros amigos, por su aliento y comprensión durante este trayecto. Esta tesis está dedicada a todos aquellos que han sido mi fuente de inspiración y fortaleza.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por la sabiduría brindada.

A mi asesor, por su orientación experta, paciencia y apoyo inquebrantable a lo largo de este proyecto. Sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Agradecer a mi familia y amigos por su constante ánimo y comprensión durante este trayecto. Sus palabras de aliento fueron mi motivación a seguir.

Y de manera especial, a la universidad, por su generoso respaldo que hizo posible la realización de este estudio.

## Índice de contenidos

Carátula	i
Declaración de autenticidad del asesor	ii
Declaración de originalidad de los autores	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	11
III. RESULTADOS	17
IV. DISCUSIÓN	53
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS	60
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1: Cantidad de población por dosificación, periodos de exposición y contenido de sulfato. ....	14
Tabla 2: Cantidad de muestras por dosificación, periodos de exposición y contenido de sulfato sódico. ....	15
Tabla 3. Características del agregado fino .....	17
Tabla 4. Características del agregado grueso .....	18
Tabla 5. Asentamientos recomendados para tipos de construcciones.....	19
Tabla 6. Resistencia promedio requerida .....	20
Tabla 7. Requisitos aproximados .....	20
Tabla 8. Relación agua/cemento .....	21
Tabla 9. Volumen del agregado grueso .....	22
Tabla 10. Resistencia de testigos de hormigón patrón a los 7 días de curado. ....	26
Tabla 11. Resistencia de testigos hormigón patrón a los 14 días de curado. ....	27
Tabla 12. Resistencia de testigos de hormigón patrón a los 28 días de curado. ..	27
Tabla 13. Resistencia de testigos de hormigón patrón a los 56 días de curado. ..	27
Tabla 14. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, a los 7 días de curado.....	28
Tabla 15. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, a los 7 días de curado.....	29
Tabla 16. Resistencia de testigos de hormigón con 40% de sustitución de vidrio, a los 7 días de curado .....	29
Tabla 17. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, a los 14 días de curado estándar.....	30
Tabla 18. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, a los 14 días de curado estándar.....	31
Tabla 19. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, a los 14 días de curado estándar.....	31

Tabla 20. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, a los 28 días de curado estándar.....	32
Tabla 21. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, a los 28 días de curado estándar.....	33
Tabla 22. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, a los 28 días de curado estándar.....	33
Tabla 23. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, a los 56 días de curado estándar.....	34
Tabla 24. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, a los 56 días de curado estándar.....	34
Tabla 25. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, a los 56 días de curado estándar.....	35
Tabla 26. Resistencia de testigos de hormigón patrón expuesto a condiciones de sulfato severo, a los 28 días de curado.....	36
Tabla 27. Resistencia de testigos de hormigón patrón expuesto a condiciones de sulfato muy severo, a los 28 días de curado.....	36
Tabla 28. Resistencia de testigos de hormigón patrón expuesto a condiciones de sulfato severo, a los 56 días de curado.....	37
Tabla 29. Resistencia de testigos de hormigón patrón expuesto a condiciones de sulfato muy severo, a los 56 días de curado.....	38
Tabla 30. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, 28 días de curado. (severo).....	39
Tabla 31. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, 28 días de curado. (muy severo).....	39
Tabla 32. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, 28 días de curado. (severo).....	40
Tabla 33. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, 28 días de curado. (muy severo).....	40
Tabla 34. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, 28 días de curado. (severo).....	41
Tabla 35. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, 28 días de curado. (muy severo).....	42
Tabla 36. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, 56 días de curado. (severo).....	43

Tabla 37. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, 56 días de curado. (muy severo) .....	43
Tabla 38. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, 56 días de curado. (severo) .....	44
Tabla 39. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, 56 días de curado. (muy severo) .....	45
Tabla 40. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, 56 días de curado. (severo) .....	46
Tabla 41. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, 56 días de curado. (muy severo) .....	46
Tabla 42. Análisis descriptivo .....	47
Tabla 43. Análisis de varianza ANOVA. ....	48
Tabla 44. Prueba de normalidad. ....	48
Tabla 45. Método TUKEY para comparaciones múltiples. ....	48
Tabla 46. Análisis descriptivo .....	49
Tabla 47. Prueba de normalidad. ....	50
Tabla 48. Análisis de varianza ANOVA. ....	50
Tabla 49. Método TUKEY para comparaciones múltiples. ....	50
Tabla 50. Análisis descriptivo .....	51
Tabla 51. Prueba de normalidad. ....	52
Tabla 40. Análisis de varianza ANOVA. ....	52
Tabla 52. Método TUKEY para comparaciones múltiples. ....	52

## Índice de figuras

Figura 1. Diseño de Investigación.....	12
--	----

## Resumen

La presente tesis, tiene como objetivo analizar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión. Se desarrolló una investigación de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental, de corte transversal y de alcance explicativo. Se determinó la muestra mediante 160 probetas cilíndricas con un  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , 40 probetas (patrón), 40 probetas (30% de vidrio), 40 probetas (36% de vidrio), 40 probetas (40% de vidrio), de las cuales 80 especímenes sirvieron como grupo de control y 80 especímenes para determinar la resistencia del concreto con sustitución de vidrio cuando se somete a las inmersiones de sulfato.

En relación a los resultados se evidencia que el concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  (con 36% de vidrio reciclado), luego de estar expuesto a condiciones de sulfato de 9500 mg/lit, 90000 mg/lit durante periodos de 28 y 56 días después de su curado normal, la resistencia no disminuye significativamente a diferencia de las probetas convencionales de  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  (patrón) que si disminuyen significativamente.

**Palabras Clave:** Resistencia a la compresión, concreto, vidrio reciclado, Sulfato de Magnesio.

## Abstract

The present thesis aims to analyze the compressive strength of concrete  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  that involves the substitution of fine aggregate by 30%, 36% and 40% of recycled glass exposed to sulfate conditions through the compressive strength test. An applied type research was developed, with a quantitative approach, quasi-experimental design, cross-sectional and explanatory scope. The sample was determined by 160 cylindrical specimens with a  $F'_c=210\text{kg/cm}^2$ , 32 specimens (standard), 40 specimens (30% glass), 40 specimens (36% glass), 40 specimens (40% glass), of which 80 specimens served as a control group and 80 specimens to determine the strength of concrete with glass substitution when subjected to sulfate immersions.

In relation to the results, it is evident that the concrete  $F'_c=210\text{kg/cm}^2$  (with 36% recycled glass), after being exposed to sulfate conditions of 9500 mg/lit, 90000 mg/lit for periods of 28 and 56 days after its normal curing, the resistance does not decrease significantly unlike the conventional test specimens of  $F'_c=210\text{kg/cm}^2$  (standard) which do decrease significantly.

**Keywords:** Compressive strength, concrete, recycled glass, Magnesium Sulphate.

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas que se viene afrontando en la actualidad, dentro del contexto de la construcción civil, tiene que ver con la durabilidad de nuestras infraestructuras, el cual se relaciona de primera mano con el concreto porque dependiendo del lugar donde se ejecute puede ser atacado por diferentes medios, tanto físico como químico, ocasionando estrictamente daños en las estructuras.

Con el transcurrir de los años, se viene mejorando la fabricación del concreto en el cual sus componentes principales vienen siendo reemplazados por residuos sólidos que provocan daños en el medio ambiente. De acuerdo con el Ministerio de Ambiente, señala que hasta el año 2018 en nuestro país solo se aprovecha el 1.9% del total de desperdicios sólidos los cuales fueron aprovechados (Ministerio de Ambiente, 2018, p. 1).

Es así que el vidrio es uno de los residuos sólidos utilizables más importante que se aprovecha mediante el reciclaje en el Perú, el cual podría reemplazar un porcentaje de 30%, 36% y 40% al agregado fino; puesto que al ser triturado y siguiendo el procedimiento respectivo puede llegar a trabajar de igual forma que la arena gruesa, así mismo fortalecer las características físico-mecánicas y una mejora en la resistencia del concreto modificado.

Con lo mencionado se pretende que usen más residuos sólidos de reemplazo para mitigar el impacto ambiental que viene atravesando el planeta.

Dicho esto, se puede indicar que pese al diseño de un buen concreto, este siempre estará expuesto a daños físicos y químicos; siendo una de las causas más frecuentes y persistentes el ataque directo de los sulfatos en el suelo. Esto dependiendo de la gravedad del ataque de sulfato al concreto, es decir, del tipo de sulfato, su concentración y mecanismo.

En Colombia se realizó un estudio de investigación en el que se sometió el concreto a varias soluciones, como el cloruro, sulfatos, y sulfatos más cloruro. A consecuencia de ello se obtiene que el concreto que fue expuesto a la solución de cloruro no muestra ningún impacto negativo alguno referente a su resistencia a la compresión, por otro lado, cuando es expuesto a condiciones de sulfatos y a

condiciones de cloruro más sulfato, se pudo evidenciar que el concreto disminuyó el 11% en cuanto a su resistencia pasado los 28 días con respecto a la muestra estándar que no fue expuesta a las soluciones de sulfatos, por lo cual demuestra que los sulfatos resultan una amenaza porque afecta la capa cementante en el proceso del curado (Jiménez y Lozano, 2018, p. 60).

De acuerdo con las normas vigentes, la resistencia se avala como una de las propiedades fundamentales en cuanto al diseño de estructuras del concreto, considerándose de manera obligatoria las exigencias normativas del ACI y ASTM.

En la localidad de Chimbote como en muchas partes del mundo se aprecia que hay problemas patológicos correspondientes a presencia de humedad y sulfatos con capas de hongos las cuales afectan el recubrimiento y tarrajeo del concreto. En el último reporte del ministerio se establece que las zonas más afectadas en instituciones hospitalarias se encuentran en las bases de los muros que han presentado una socavación mayor al 60%, adicionalmente se ha evidenciado indicios de corrosión (Gerencia de comunicación corporativa, 2022, p. 1).

El propósito de este estudio es analizar la resistencia a la compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato en la ciudad de Chimbote.

Ante ello, se plantea la siguiente pregunta general: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión? Así mismo se plantea las siguientes preguntas específicas: ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de los agregados del concreto mediante el análisis granulométrico según la NTP 400.012? ¿Cuál es el diseño de mezcla del concreto patrón  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  usando el método ACI-211? ¿Cuál es la resistencia del concreto patrón  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  mediante el ensayo de resistencia a la compresión? ¿Cuál es la resistencia del concreto que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado mediante el ensayo de resistencia a la compresión? ¿Cuál es la resistencia del concreto patrón  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión? ¿Cuál es la

resistencia del concreto que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión?

Por otro lado, la tesis tiene la justificación en el ámbito social, que proporcionará a los usuarios condiciones para disminuir costos en la fabricación del concreto en sus próximas edificaciones. En el ámbito teórico se justifica, en dar a conocer el buen comportamiento del vidrio reciclado sustituyendo al agregado fino un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato y el diseño de mezcla óptimo, para ampliar los años de utilidad de los diferentes elementos estructurales. La justificación práctica se desarrollará de manera experimental y se realizará ensayos de la resistencia de los testigos cilíndricos con sus respectivos diseños bajo las condiciones establecidas. De acuerdo con la justificación metodológica tiene un enfoque cuantitativo la cual permite obtener una serie de datos que nos ayudará a corroborar la hipótesis planteada.

El objetivo general del proyecto es: Analizar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión. Los objetivos específicos son: Determinar las características físico-mecánicas de los agregados del concreto mediante el análisis granulométrico según la NTP 400.012. Determinar el diseño de mezcla del concreto patrón  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  usando el método ACI-211. Determinar la resistencia del concreto patrón  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  mediante el ensayo de resistencia a la compresión. Determinar la resistencia del concreto que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado mediante el ensayo de resistencia a la compresión. Determinar la resistencia del concreto patrón  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión. Determinar la resistencia del concreto que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión.

Esta investigación cuenta con un respaldo de investigaciones previas provenientes de fuentes confiables:

De acuerdo con Abanto y Gil (2022, p. 9), su estudio se basa en diseñar un hormigón de  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  agregando vidrio triturado donde ayuda a aumentar la resistencia a compresión, el diseño de dicho estudio cuasi experimental – en el cual adiciona el vidrio molido en los siguientes porcentajes 20% 15% y 10%. Luego se efectuó la prueba de compresión en sus tres edades. Obteniendo como resultado que para un 20% se obtiene  $260.96 \text{ kg/cm}^2$  y para 10%  $232.23 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días respectivamente.

Se deduce que el 20% de dosificación de vidrio reciclado ayuda positivamente con los resultados en sus tres edades, eso quiere decir que al agregar más vidrio puede aumentar la resistencia y también disminuir la contaminación ambiente haciendo el reciclado de vidrio.

De igual forma Gonzaga (2022, p. 75), la finalidad de su estudio es analizar la patología y la resistencia compresiva de un concreto con una  $f_c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$  agregando proporciones de 15%, 10% y 5% vidrio reciclado. La metodología usada es experimental - Los datos afirma la resistencia en cada porcentaje adicionado mejoró según la edad que fue curado, a los 28 días del 15%, la resistencia de  $255.02 \text{ kg/cm}^2$  y del 5% la resistencia de  $219.05 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyó que, incorporando el 15% de fibra de vidrio, hay una mejoría la capacidad a compresión y, al mismo tiempo, se alarga el período de la fase de curado, lo que ayuda a un incremento en la resistencia.

Por su parte, Anicama (2020, p. 131), evaluar la aptitud de resistencia y el peso del concreto cuando se expone al sulfato de magnesio, considerando un concreto que sustituye la arena gruesa un 50% por el vidrio reciclado, poniendo a comparar con un concreto común. El diseño del estudio fue experimental – Se obtuvo como efecto que la fuerza a compresión y el peso de los ensayos cilíndricos no experimenta una reducción considerable a diferencia del concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  las cuales, sí presentan variaciones sustanciales, esto después de estar sometido a concentraciones de  $1450 \text{ mg/lit}$ ,  $9000 \text{ mg/lit}$  y  $80000 \text{ mg/lit}$  de sulfato de magnesio mediante periodos de 30, 20 y 25 días.

Concluyendo que el concreto con resistencias iniciales de  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (50% de vidrio reciclado) y  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (50% de vidrio reciclado), las cuales fueron

sometidos a exposiciones de 80000 mg/lit, 9000 mg/lit y 1450 mg/lit de sulfato de magnesio mediante periodos de 30, 20 y 25 días respectivamente, no experimenta cambios trascendentes en su prueba de resistencia y de igual forma en el peso de los testigos. Estos resultados contrastan en correspondencia al concreto estándar de  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , los cuales sí muestran variaciones significativas. En consecuencia, se puede afirmar que cuando se reemplaza un 50% de arena gruesa el vidrio reciclado, se mejoran las características del concreto, destacando la posibilidad para reducir la corrosión ante ataques químicos.

En continuidad, Chacón (2018, p. 14) Determinar la conexión existente de la corrosión que tiene el concreto en relación con las agresiones causadas por los sulfatos, considerando relaciones a/c de 0.50, 0.55 y 0.60, juntándose con concentraciones de sulfatos de magnesio de 50,000 mg/lit, 9500 mg/lit y 1400 mg/lit durante un lapso de sumersión de 14, 28 y 21 días. Siendo esto un estudio de tipo experimental – Según los resultados se evidenció un incremento progresivo referente a la resistencia en las distintas muestras, considerando una relación a/c de 0.50, como resultado de las variadas concentraciones de sulfatos. En presencia de una dosis mínima de sulfatos, se registró un aumento en la corrosión del 0.07%. Siendo así que, para dosis moderadas de sulfatos, el deterioro aumentó al 0.27%, y en casos de dosis agresivas, el desgaste fue notablemente superior, alcanzando un 1.93%. De tal manera se pudo constatar la presencia de una agresión corrosiva en las distintas muestras de concreto, especialmente en relaciones de a/c 0.50, 0.55 y 0.60. Además, se verificó una diferencia positiva en la resistencia de las muestras, atribuible a la alta calidad de los agregados.

Con respecto, Arias (2021, p. 41), señala que su objetivo principal es evaluar los efectos entre el cemento modificado  $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$  y mucílago de nopal. Su diseño para dicho estudio fue experimental – Entre los resultados que se nos dice que al incorporar el mucílago de nopal la resistencia incrementó de manera positiva de 1% y 3 %, como segundo ensayo se realizó un ensayo de tracción diametral donde nos dice que se incrementó de forma ascendente el fraguado del concreto, también se determinó la disminución de absorción siendo esto entre 0.3% y 0.5%.

Se concluyó que, para llevar a cabo el ensayo de absorción de manera efectiva, se deben obtener muestras representativas mediante la introducción de moldes de concreto en una solución de sulfatos y mucílago de nopal como aditivo, en diferentes proporciones, como 5%, 3%, y 1%, además del cemento modificado como diseño estándar. Los resultados indicaron mejoras notables en las propiedades, especialmente en los casos del 1% y 3%, donde se observó una reducción en la absorción de agua, cerrando efectivamente las porosidades del concreto y logrando niveles de absorción entre 4.7% y 4.5%. En comparación, el cemento modificado presentó una absorción del 5.3%, lo que sugiere que esta modificación puede prevenir la ascensión capilar de sulfatos hacia las cimentaciones y las barras de refuerzo.

De manera que, Vega (2019), define la relación entre la prueba de compresión de los cilindros de concreto fabricado con cementos adicionados y sometiéndose a la exposición de sulfatos para evaluar su resistencia. El diseño del estudio fue experimental - En los datos, se pudo observar que no existe disminución alguna de la resistencia compresiva de distintos tipos de concreto cuando son sumergidos a sulfatos, logrando incrementos de resistencia del 6.53% en las muestras con el tipo de cemento "UA" siendo expuestas a condiciones muy severas y un aumento del 6.97% en las muestras con el tipo de cemento "IA" en condiciones severas.

La conclusión obtenida fue que las muestras, cuyo diseño tienen una relación a/c de 0.53 y estaban elaboradas con cemento "UA" y "IA", no presentaron pérdida de resistencia según las pruebas de compresión, incluso cuando fueron expuestas a varios niveles de sulfatos y diferentes períodos de curado. Además, se verificó que el contenido de exposición a sulfatos cumplía con las especificaciones establecidas en el Reglamento E. 060 para concreto armado.

Asimismo, Lapa y Rueda (2021, p. 58), determina sus propiedades mecánicas del compuesto de hormigón con una capacidad de soportar fuerzas de compresión determinada de 210 kg/cm<sup>2</sup>, empleando cemento HS y sometiéndose a la exposición de sales, cloruros y sulfatos. En esta investigación se realizará una comparación entre dos tipos de compuesto de concreto: uno de ellos fabricado con cemento tipo HS y el otro con un concreto estándar. Contiene un diseño de

investigación el cual fue experimental – en sus resultados nos indica que después de los 7 días de la fase de curado, el concreto fabricado con cemento HS exhibe una reducción en su capacidad de mantener su integridad bajo la acción de fuerzas compresivas al ser sometido a condiciones de exposición a sales, cloruros y sulfatos. No obstante, a los 14 días de la fase de curado, se observa un incremento de la resistencia en comparación con resultados obtenidos a los 7 días de curado, y este aumento continúa a los 28 días de la fase de curado.

Después de exponer el concreto convencional a sales, cloruros y sulfatos, se aprecia una variabilidad en los datos de acuerdo a la prueba de resistencia de tracción por compresión diametral. A sus 7 días de curado, se registra una alta resistencia, que aumenta a los 14 días y sigue incrementándose a los 28 días. Fue posible concluir que dichas características mecánicas de la mezcla de materiales, como lo es el ensayo de resistencia a flexión, compresión y tracción, experimentaron un aumento constante en sus pruebas a lo largo de los distintos días de curado. Esto indica que, al alcanzar los 28 días de curado, el concreto ha alcanzado su madurez, demostrando que la resistencia obtenida se encuentra en línea con las expectativas previas.

En tal sentido, Cabrera (2022, p. 7), evidenció el importante impacto que tienen los sulfatos en las características del concreto en la zona costera de Chorrillos. Diseño de investigación experimental - Los hallazgos de este estudio indican que los sulfatos provocan repercusión desfavorable en las propiedades del hormigón. En particular, las variaciones en las condiciones de temperatura fueron cruciales en los resultados obtenidos. Además, se observó que no se alcanzó la resistencia requerida especificada de  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , para cual se elaboró el diseño. Se llegó a la deducción de productos, que los sulfatos impactan negativamente en la resistencia y también en la tracción, aunque no se observaron efectos significativos en la permeabilidad.

No obstante, Tanyldizi (2023, p. 102), determinó la capacidad del hormigón para resistir las bajas temperaturas y los efectos de las heladas cuando se encuentran expuestos a ataques de sulfatos y ácidos después de un periodo de dos años, para dicho estudio se empleó la metodología cuantitativa. La capacidad de

cemento que se seleccionó para el presente estudio es de 500 kg/m<sup>3</sup>, 450 kg/m<sup>3</sup>, 400 kg/m<sup>3</sup>, 350 kg/m<sup>3</sup> y 300 kg/m<sup>3</sup>. Para llevar a cabo el experimento se proporcionó muestras de 100 mm cúbicos.

Luego de que las muestras pasarán la fase del curado en agua a  $20 \pm 2$  °C durante un periodo de 28 días, se conservaron en condiciones de laboratorio a  $20 \pm 2$  °C durante 23 meses + 2 días. Las muestras fueron posteriormente expuestas a ciclos de congelación y descongelación después de haber sido sometidas a sulfato de magnesio con el 5%, sulfato de sodio 5%, ácido sulfúrico al 1% y ácido sulfúrico al 2% en un periodo de cuatro días. De tal forma que las respectivas muestras fueron expuestas a los cuatro ataques de combinaciones distintas. Como efecto, se indicó que la resistencia compresiva superior fue alcanzada, la ligera disminución en su masa y una mayor velocidad de pulso ultrasónico fueron las muestras con una cantidad de cemento presente de 500 kg/m<sup>3</sup> las cuales fueron sometidas a una combinación de congelación, descongelación y al ataque ácido al 1%.

Para concluir, Veysel (2019, p. 5), determina la variedad en cuanto a su peso y longitud del concreto cuando es expuesto al sulfato mediante una red artificial neural, así como determinar algunas de las características de durabilidad y mecánicas en cuanto a mezclas de concreto mediante el cual el cemento es reemplazado por cenizas volantes de Clase C y Clase F. Para este estudio se proyectó un total de 39 mezclas cada una de ellas con un diseño de mezcla distinto. Luego de que las muestras pasarán por la evaluación de resistencia compresiva, se concretó que las mezclas que contienen cenizas volantes de Clase C y Clase F las cuales tenían aquellos valores semejantes de resistencia para poder controlar las respectivas mezclas a sus 28 días de edad para cada tipo de serie fueron usadas para dichas pruebas de resistencia a los sulfatos.

Así mismo, se evaluó el nivel de ataque de sulfatos por medio de la expansión y la disminución de peso. De acuerdo con los análisis obtenidos señalaron que las cenizas volantes de clase C presentaron en su efecto una resistencia a compresión mayor a porcentaje de ceniza volante de clase F. Se concluyó que al añadir las cenizas volantes aumenta considerablemente la resistencia al ataque

de sulfatos.

Frente a ello es necesario definir algunos conceptos que permite entrar en contexto con la investigación:

**Concreto:** Es un compuesto de cemento Portland u otro tipo de cemento hidráulico, agregado grueso y agregado fino, agua, añadiendo o no aditivos (Harmsen, 2002, p. 14).

**Cemento Portland:** Se caracteriza como cemento hidráulico elaborado por medio de la trituración de Clinker formado por silicatos de calcio hidráulico (N.T.P. 334.009, p. 5).

**Resistencia a la compresión:** Según la NTP señala que este proceso implica aplicar gradualmente una fuerza de compresión axial a los especímenes cilíndricos o muestras de diamantina en un rango predefinido hasta que alcancen el punto de fractura (NTP 339.034).

**Agregados:** La NTP los agregados se definen como sustancias granulares, ya sean de fuente natural o fabricadas, como piedra chancada, escoria de alto horno, grava, arena, que se emplean como componentes cementantes en la creación de concreto o mortero hidráulico (NTP 339.185).

**Agregado fino:** Se trata de un agregado artificial derivado de rocas que se desintegran de forma natural o inducida, y que ha sido tamizado a través de una malla de 3/8 de pulgada. (N.T.P. 400.011, p. 4).

**Durabilidad:** Aspecto fundamental, es esencial considerar la resistencia a la corrosión de las armaduras, debido que la exposición a ambientes agresivos puede resultar en la degradación del acero embebido, comprometiendo la integridad estructural. Factores como la penetración de agentes agresivos, como sulfatos, así como la carbonatación del concreto, son críticos para evaluar la durabilidad a largo plazo (Chapoñan y Manosalva 2022, p. 9).

**Vidrio:** Se define como una sustancia sólida, fundida, amorfa, dura, quebradiza, que es un complejo químico de silicatos sólidos y cal correspondiente a la fórmula:

SiO<sub>2</sub> (Na<sub>2</sub>O) m (CaO) n. El silicato SiO<sub>2</sub> que forma un elemento ácido que proviene de la arena silícea, limpia y seca (Reglamento Nacional de Edificaciones, E. 040, 2006, p. 417).

Agua: Es un elemento del concreto a través del cual se producen cambios químicos en el cemento estos factores contribuyen a que se logre la fraguación y solidificación, garantizando de esta manera la homogeneidad con los agregados (Sánchez, p. 50).

Análisis granulométrico: Es un proceso que se realiza mediante el tamizado cuando se tiene partículas pequeñas. Se utiliza una variedad de tamices en distintas fracciones de tamaño decreciente (N.T.P. 400.012, p. 4).

De acuerdo con la investigación, la presente hipótesis responde al objetivo general del problema: Hi: La resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  aumenta significativamente cuando se sustituye el agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato Ho: La resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  disminuye significativamente cuando se sustituye el agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato.

## II. METODOLOGÍA

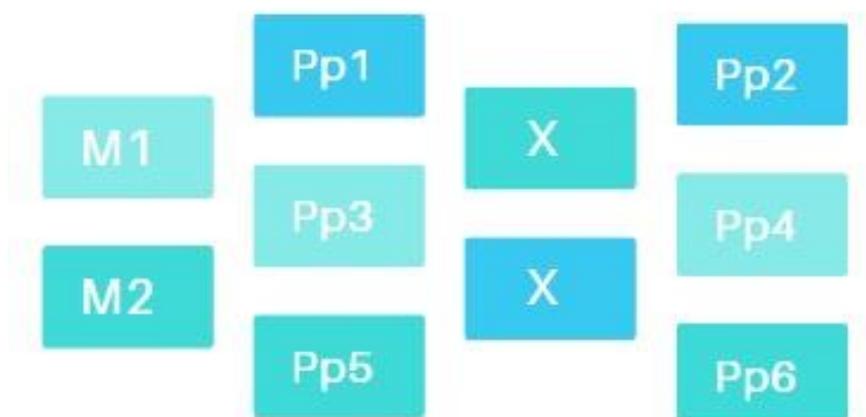
La investigación a desarrollar es de tipo aplicada, pues denota como trabajos originales orientados a la adquisición de nuevos conocimientos dirigidos para dar solución de un problema determinado a partir de los resultados de la investigación básica; estos se pueden lograr en menos tiempo y su respuesta en la población es más notorio (Camargo, Castro y Gomez, 2023, p. 150).

En tal sentido la investigación es de tipo aplicada, pues se propone soluciones en base a conocimientos adquiridos de la investigación pura, teniendo en cuenta las regulaciones y normativas con la finalidad de tener un apoyo cuando se va abordar el tema de la investigación.

El diseño de investigación es cuasi experimental, de corte transversal y de alcance explicativo; el avance experimental se integra en la realización de una sucesión de actividades designadas a crear elementos fundamentados en investigaciones, ya sean de carácter básico o aplicado, facilitar la manipulación de las variables para investigar las múltiples interacciones que generan en otras variables, al tiempo se examina exhaustivamente el alcance del estudio. (Ramos, 2021, p. 1).

Por lo tanto, para poder obtener los datos que se necesitaban y poder resolver las interrogantes formuladas en las fases de la investigación. Según los lineamientos dados en cuestión, le corresponde un diseño experimental de nivel cuasi experimental, dado que con esta investigación se busca evaluar la resistencia a la compresión del hormigón  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , por lo cual se llevará a cabo la elaboración de probetas sustituyendo un 30%, 36% y 40% de vidrio al agregado fino expuesto a condiciones de sulfatos. Seguidamente se llevarán a cabo los respectivos pruebas de resistencia a compresión, muestras que fueron seleccionadas por los participantes que realizaron dicho estudio.

**Figura 1.** Diseño de Investigación



**M 1:** Grupo de probetas de concreto patrón

**M 2:** Grupo de probetas sustituyendo el agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado

**Pp1, Pp3, Pp5:** Lineamientos según el RNE

**Pp2, Pp4, Pp6:** Resultados de resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**X:** Soluciones de sulfato

El vidrio se describe como un material sólido, duro, amorfo y quebradizo, que constituye un complejo químico de silicatos sólidos y cal, con la fórmula:  $SiO_2$ , m n. Este silicato, que actúa como un compuesto ácido, se obtiene de arena silícea seca y limpia. Los óxidos primordiales provienen: Para el  $Na_2 O$ ; proviene del carbono o del sulfato de sodio. Para el  $MgO$  y  $CaO$ ; proviene de la caliza natural y la dolomita (Reglamento Nacional de Edificaciones, E.040, 2006, p.417). Las probetas van a estar expuestas a distintas soluciones de sulfatos, se sustituirá el agregado fino por 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado triturado con el propósito de estudiar su impacto en la resistencia a la compresión. Tiene sus dimensiones la tipología, características, porcentaje óptimo, tamizado, como también su indicador calidad, cantidad, N° malla. Con una escala de medición, se empleará la razón como escala de medición.

Los sulfatos son sales o compuestos químicos que contienen el ion sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Estos iones sulfato están formados por un átomo de azufre unido a cuatro partículas de oxígeno y tienen una carga negativa de 2- en su estructura. Los sulfatos son una presencia frecuente tanto en la naturaleza como en el ámbito de la química, y se encuentran en una variedad de minerales, suelos, aguas naturales y compuestos químicos. Tienen implicaciones significativas en la industria, la agricultura y la química, y pueden estar presentes en diversas formas químicas en función de las sustancias con las que interactúan (Vargas, p. 24).

Para llevar a cabo esta cuantificación, el concreto será expuesto a soluciones de sulfato de acuerdo a la N.T.E. E 060 de concreto armado, el cual se considerará según la tabla 4.4 la exposición a sulfatos de severo y muy severo. (Norma Técnica de Edificación. E. 060, p. 462), como dimensiones es la concentración óptima de sulfatos, preparación del sulfato de magnesio e indicadores cantidad de soluciones de sulfatos de acuerdo a la E060, MTC E 209. Presentando su escala de medición se emplea la razón como instrumento de medida

La resistencia a compresión es propiedad mecánica principal del hormigón es su resistencia a la compresión. Esta propiedad se define como la habilidad para soportar una carga por superficie de área y se expresa en términos de tensiones, comúnmente en  $\text{kg/cm}^2$ , MPa, y ocasionalmente en libras por pulgada cuadrada. El método más notable globalmente y aceptado para evaluar esta resistencia implica la realización de pruebas en muestras cilíndricas confeccionadas en moldes especiales (Osorio, p. 22).

Este parámetro se establece a través de una prueba específica en la que se someten especímenes cilíndricos del material a una carga progresiva y constante hasta experimentan la rotura. La resistencia a compresión de los especímenes para la presente investigación será representada por la notación  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , se determina mediante un ensayo específico que implica la aplicación gradual y constante de carga sobre las probetas del material en cuestión. Diseño de mezcla, producción de probetas, tiempo de curado y ensayo de la resistencia a compresión e indicadores características física-mecánicas de los agregados y dosificación, construcción de probetas y tiempo de curado según la norma E.060, Norma

Técnica Peruana para la rotura de probetas en instrumento de compresión axial, se emplea la razón como escala de medición.

La población son los grandes grupos de población son tamaños generales a los que se fija la investigación y a partir de las cuales se buscan universalizar conclusiones o niveles característicos que permitan la identificación de un individuo (Lerma, p. 16).

En este proyecto de investigación experimental, la población se determinó mediante probetas de concreto patrón y probetas con sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado, formando un total de 108 probetas cilíndricas, todos con dimensiones de 4"x 8". Su criterio de inclusión se tomó en consideración aquellos materiales seleccionados de las canteras existentes de Nuevo Chimbote. No se consideró material de otra zona que no sea de Nuevo Chimbote. De igual forma no se consideró aquellas probetas que no cumplan con los parámetros establecidos de acuerdo con la norma y diseño de mezcla.

**Tabla 1: Cantidad de población por dosificación, periodos de exposición y contenido de sulfato.**

MUESTRA	F'C	EDAD				PARCIAL
		7	14	28	56	
FC=210 (PATRÓN)	210kg/cm <sup>2</sup>	8	8	8	8	32
FC=210 (30% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	8	8	8	8	32
FC=210 (36% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	8	8	8	8	32
FC=210 (40% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	8	8	8	8	32
<b>(9500 MG/LT)</b>						
<b>PERIODO DE EMERSIÓN</b>						
				<b>28</b>	<b>56</b>	
FC=210 (PATRÓN)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		8	8	16
FC=210 (30% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		8	8	16
FC=210 (36% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		8	8	16
FC=210 (40% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		8	8	16
<b>(90000 MG/LT)</b>						
<b>PERIODO DE EMERSIÓN</b>						
FC=210 (PATRÓN)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		8	8	16
FC=210 (30% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		8	8	16
FC=210 (36% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		8	8	16
FC=210 (40% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		8	8	16
<b>TOTAL</b>						<b>256</b>

La muestra se refiere a un subconjunto de la investigación, que para obtener la cantidad de componentes se hace uso de fórmulas, y otros. Es una porción representativa de la población (López, 2004, p. 69)

Para seleccionar la muestra, se tomará en consideración la norma ACI 318-19, que requiere la realización de al menos 3 ensayos de compresión, lo cual proporciona una base sólida para obtener resultados representativos de las unidades de concreto (ACI 318-19, p. 549).

**Tabla 2: Cantidad de muestras por dosificación, periodos de exposición y contenido de sulfato sódico.**

MUESTRA	F'C	EDAD				PARCIAL
		7	14	28	56	
FC=210 (PATRÓN)	210kg/cm <sup>2</sup>	5	5	5	5	20
FC=210 (30% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	5	5	5	5	20
FC=210 (36% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	5	5	5	5	20
FC=210 (40% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	5	5	5	5	20
<b>(9500 MG/LT)</b>						
<b>PERIODO DE EMERSIÓN</b>						
				<b>28</b>	<b>56</b>	
FC=210 (PATRÓN)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		5	5	10
FC=210 (30% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		5	5	10
FC=210 (36% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		5	5	10
FC=210 (40% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		5	5	10
<b>(90000 MG/LT)</b>						
<b>PERIODO DE EMERSIÓN</b>						
FC=210 (PATRÓN)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		5	5	10
FC=210 (30% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		5	5	10
FC=210 (36% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		5	5	10
FC=210 (40% VIDRIO)	210kg/cm <sup>2</sup>	MAGNESIO		5	5	10
<b>TOTAL</b>						<b>160</b>

La unidad de análisis es el elemento fundamental de la investigación que será evaluado, al cual se le aplica un tratamiento y luego se observan las respuestas de las variables para verificar la efectividad del método empleado. (Hernández, Fernández y Baptista, p. 195)

En este análisis se contempla la aplicación del enfoque de observación, mediante esta metodología se determinó de manera sistemática las etapas llevadas a cabo en los procedimientos de laboratorio, visita de campo, así como la elaboración de informes de laboratorio basados en protocolos y fichas técnicas del ensayo de

resistencia a compresión del concreto. Además, se utilizaron formularios de laboratorio que han sido autorizados y estandarizados según las normativas del reglamento estadounidense ASTM y el reglamento peruano NTP. Estos documentos técnicos se presentaron en formatos estructurados y normalizados, diseñados para registrar información y llevar a cabo cálculos tomando en consideración los resultados arrojados por las pruebas de rotura de las probetas de concreto, realizadas después del proceso de curado. Cada ficha técnica está correctamente autenticada mediante el sello y la firma de los especialistas del laboratorio donde se llevó a cabo los procedimientos correspondientes. Esto se realizó con el propósito de respaldar la autenticidad y confiabilidad de este proyecto de investigación.

En la investigación, se efectuó un análisis descriptivo y comparativo, dando interpretación a los resultados obtenidos en los procedimientos que se realizó en laboratorio. Estos resultados se presentaron a través formatos y hojas técnicas que cumplen con normativas de RNE, ACI y ASTM, asegurando resultados confiables. Así mismo los datos recolectados fueron plasmados en gráficos, tablas para una mejor comprensión sobre los resultados. Simultáneamente, se llevó a cabo una evaluación de información, se empleó un análisis de varianza (ANOVA) determinando que sus medidas sean significativamente diferentes en sí, seguidamente se realizó una correlación con la prueba Tukey para controlar el error y poder mantener un nivel de confianza adecuado en los resultados que se obtienen.

Esta investigación se fundamenta en los derechos de diversos autores, cuya adecuada citación se llevará a cabo conforme a las normativas ISO establecidas por la Universidad César Vallejo. Además, incorporará datos auténticos provenientes del laboratorio, donde se efectuarán los procedimientos pertinentes para evaluar la resistencia a compresión de las muestras. Es importante destacar que estos datos permanecerán intactos y sin alteraciones en ningún momento, evitando cualquier posibilidad de plagio en dicha investigación.

Además, se garantizará el adecuado respeto a las ideas de los autores como medida preventiva.

### III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados en base a los objetivos planteados, sustentados por tablas y gráficos.

**OE 1:** Determinar las características físico-mecánicas de los agregados del concreto mediante el análisis granulométrico según la NTP 400.012.

Para poder determinar las características físicas – mecánicas de los agregados que fueron extraídas de la cantera “Vesique” que se ubica en el distrito de Samanco, Áncash.

#### **Agregado Fino**

Los resultados de los análisis realizados según la NTP 400.012 que es normativa para análisis granulométricos de los agregados, sus propiedades del agregado fino son las siguientes:

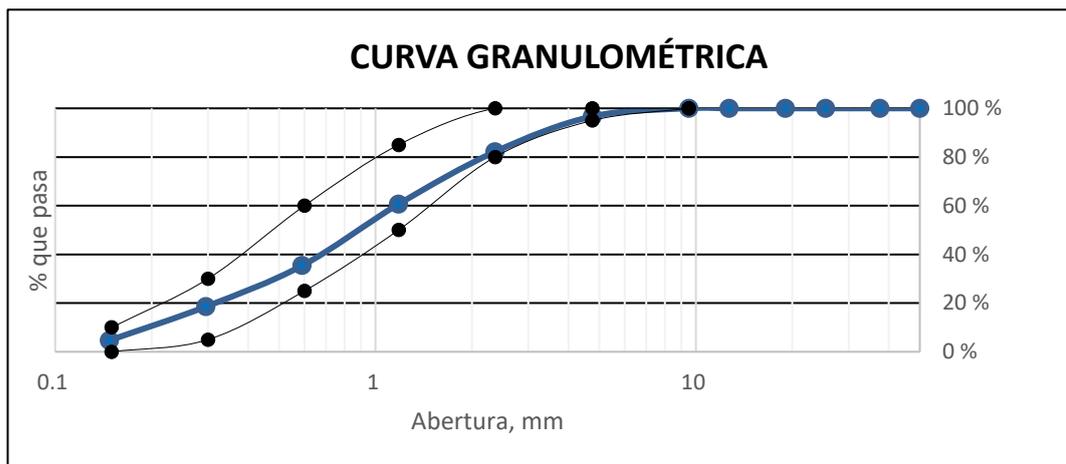
**Tabla 3. Características del agregado fino**

PROPIEDADES DE LA MUESTRA		
Peso específico del agregado	2.68	kg/m <sup>3</sup>
Modulo de fineza	3.02	%
Peso unitario suelto	1557	kg/m <sup>3</sup>
peso unitario compactado	1719	kg/m <sup>3</sup>
Absorción	1.01	%
Contenido de humedad	0.11	%

**Fuente.** *Reporte de laboratorio. Anexo*

**Descripción:** Como se puede apreciar en la tabla muestra las características del agregado fino, donde el peso de la muestra es 2.68 kg/m<sup>3</sup>, el módulo de fineza fue de 3.02 indicando que está dentro de lo permitido por la NTP 400.012 para el uso en el diseño de mezcla. También se puede apreciar el peso unitario suelto de la muestra que es 1556 kg/m<sup>3</sup>, el peso unitario compactado 1719 kg/m<sup>3</sup>, y los porcentajes de absorción 1.01 % y contenido de humedad 0.11 %.

**Gráfica 1. Curva granulométrica del agregado fino**



**Fuente.** *Reporte de laboratorio.*

### **Agregado Grueso**

Los resultados de los análisis realizados según la NTP 400.012 que es normativa para análisis granulométricos de los agregados, las propiedades del agregado grueso son las siguientes:

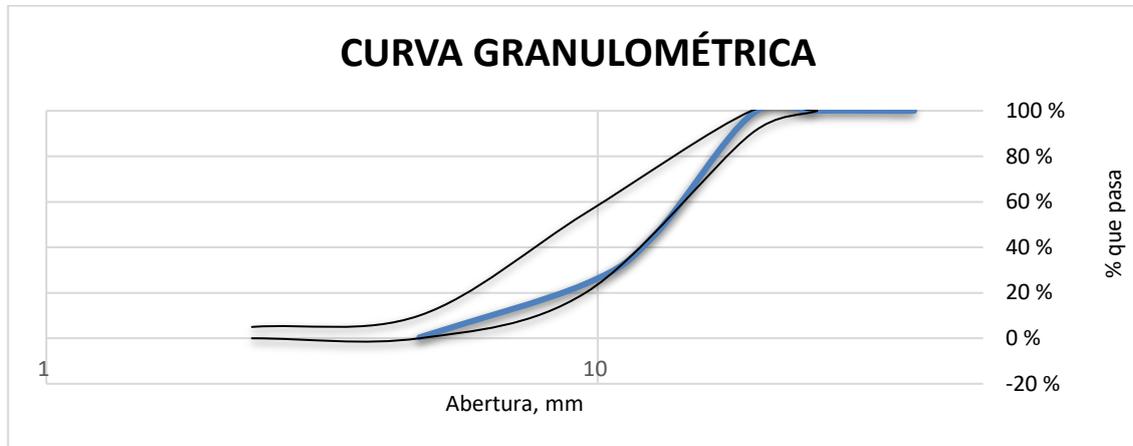
**Tabla 4. Características del agregado grueso**

PROPIEDADES DE LA MUESTRA		
Peso específico del agregado	2.67	kg/m <sup>3</sup>
T Max Nominal	1/2"	-
Módulo de fineza	6.77	%
Peso unitario suelto	1402	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1619	kg/m <sup>3</sup>
Absorción	1.16	%
Contenido de humedad	0.11	%

**Descripción:** Como se puede apreciar en la tabla muestra las características del agregado grueso, donde el peso de la muestra es 2.67 kg/m<sup>3</sup>, siendo el tamaño máximo nominal 1/2", módulo de fineza fue de 6.77 indicando que se encuentra dentro de los límites permitidos por la NTP 400.012 para su empleo en la formulación de la mezcla. También es factible apreciar el peso unitario suelto de la muestra que es 1402 kg/m<sup>3</sup>, el peso unitario compactado 1619

kg/m<sup>3</sup>, y los porcentajes de absorción 1.16 % y contenido de humedad 0.11 %.

**Gráfica 2.** Gráfica de distribución de tamaño del agregado grueso



**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**OE 2.** Determinar el diseño de mezcla del concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> usando el método ACI-211

### 3.1. DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI-211

1. Diseño de mezcla para un  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> (Patrón)
2. Se emplearon los datos obtenidos de los ensayos físicos de los agregados.
3. Se utilizó un asentamiento de 3 a 4 pulgadas, conforme a lo especificado en la tabla.

**Tabla 5.** Asentamientos recomendados para tipos de construcciones.

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	SLUMP	
	Maximo	Minimo
Cimentación reforzada	3"	1"
Muros y Zapatas	3"	1"
Zapatas lisas, cajones y muros de subestructura	4"	1"
Vigas y muros reforzados	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclope	2"	1"

**Fuente.** ACI 211

4. Determinación de la resistencia a compresión necesaria ( $f'_{cr}$ ).

**Tabla 6. Resistencia promedio requerida**

Resistencia especificada a la compresión $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio requerida a la compresión $f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
$f'c < 210$	$f'_{cr} = f'c + 70$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'_{cr} = f'c + 84$
$f'c > 350$	$f'_{cr} = 1.1 * f'c + 50$

Fuente: RNE- E.060

$f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> (Patrón y con 30 %, 36%, 40% de vidrio)

$f'_{cr} = f'c + 84$  kg/cm<sup>2</sup>

**Entonces:  $f'_{cr} = 210 + 84 = 294$  kg/cm<sup>2</sup>**

5. Encontrar el porcentaje del contenido de aire y el volumen de agua conforme a la siguiente tabla, haciendo uso del ensayo de slump y del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

**Tabla 7. Requisitos aproximados**

Tam Max	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Slump</b>	<b>Concretos sin aire incorporado</b>							
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	155	155
3" a 4"	225	215	205	193	175	170	170	170
6" a 7"	225	215	200	195	175	170	170	170
<b>Aire</b>	<b>Contenido de Aire</b>							
	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente. ACI 211.91

Se usará sin la incorporación de aire, esto debido a que es un concreto normal.

- Tamaño máximo nominal: 1/2"
- Slump: 3" a 4"
- Agua: 215 lt/m<sup>3</sup>

- Contenido de aire: 2.5%

6. Cálculo de la relación agua/cemento haciendo uso del factor promedio requerido.

Para una resistencia de diseño  $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$  sin aire incorporado, la relación agua\_cemento es de 0.56 por Resistencia.

**Tabla 8. Relación agua/cemento**

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación Agua/Cemento en peso
	Concreto sin aire incorporado
400	0.43
350	0.48
300	0.55
250	0.62
200	0.7

Fuente. ACI

211.91

$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$

Interpolación:

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto sin aire incorporado
300	0.55
294	X
250	0.62

$$\frac{294 - 300}{294 - 250} = \frac{x - 0.55}{x - 0.62} = \mathbf{0.56}$$

Relación agua/cemento es: **0.56**

7. Cálculo del factor cemento

a/c: 0.56

Agua:  $215 \text{ lt/m}^3$        $\frac{215}{0.56} = 383.93 \text{ kg/m}^3$

$$\text{Contenido de Cemento} = \frac{383.93 \text{ kg/m}^3}{42.5 \text{ kg}} = 9.03 \text{ Bls/m}^3.$$

8. Volumen de árido grueso.

**Tabla 9. Volumen del agregado grueso**

Tamaño Maximo	Modulo Fineza Agregado Fino						
	2.40	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10
3/8"	0.50	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44	0.43
1/2"	0.59	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52
3/4"	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59
1"	0.71	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64
1 1/2"	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69
2"	0.78	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71
3"	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74
6"	0.87	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80

Módulo de fineza: 3.02

Tamaño máximo nominal: 1/2"

Interpolación:

Módulo de Fineza	Volumen de agregado grueso (m3)
3	0.53
3.02	X
3.1	0.52

$$\frac{3.2 - 3}{3.2 - 3.10} = \frac{x - 0.53}{x - 0.32} = \mathbf{0.528 \text{ m}^3}$$

Agregado grueso, volumen: **0.528 m<sup>3</sup>**

Peso del agregado grueso  $0.528 \text{ m}^3 \times 1619 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{854.832 \text{ kg}}$

9. Total, de cálculos de volúmenes

Cemento (m<sup>3</sup>):  $\frac{383.93}{(3.15 \times 1000)} = \mathbf{0.122 \text{ m}^3}$

Agua (m<sup>3</sup>):  $\frac{215}{(1.00 \times 1000)} = \mathbf{0.215 \text{ m}^3}$

Aire atrapado (m3):  $\frac{2.50}{100} = \mathbf{0.025\ m3}$

Agregado grueso (m3):  $\frac{854.832}{(2.67 \times 1000)} = \mathbf{0.320\ m3}$

$$\Sigma 0.122 + 0.215 + 0.025 + 0.320 = \mathbf{0.682\ m3}$$

10. Volumen de agregado fino

Volumen absoluto de agregado fino:

$$1 - 0.682 = \mathbf{0.318\ m3}$$

Masa del agregado fino seco:

$$0.318 \times 2.68 \times 1000 = \mathbf{852.12\ kg/m3}$$

11. Valores de diseño

Cemento:  $\mathbf{383.93\ kg/m3}$

Agua de diseño:  $\mathbf{215.00\ lt/m3}$

Agregado fino seco:  $\mathbf{852.12\ kg/m3}$

Agregado grueso seco:  $\mathbf{854.832\ kg/m3}$

12. Corrección por humedad de los agregados

Agregado fino:

$$852.12 \times \left( \frac{0.33}{100} + 1 \right) = \mathbf{854.93\ kg/m3}$$

Agregado grueso:

$$854.832 \times \left( \frac{0.33}{100} + 1 \right) = \mathbf{857.65\ kg/m3}$$

13. Humedad superficial

Agregado fino:  $0.33 \times 1.01 = \mathbf{-0.68\ \%}$

Agregado grueso:  $0.33 \times 1.16 = \mathbf{-0.83\ \%}$

14. Aporte de humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino: } 852.12 \times \left( \frac{-0.68}{100} \right) = -5.79 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso: } 854.83 \times \left( \frac{-0.83}{100} \right) = -7.10 \text{ lt/m}^3$$

$$\sum -5.79 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} = -7.10 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} = -12.89 \text{ lt/m}^3$$

15. Agua efectiva

$$215.00 - (-12.89) = 227.89 \text{ lt/m}^3$$

16. Masa de los materiales corregidos

Cemento: **383.93 kg/m<sup>3</sup>**

Agua efectiva: **227.89 lt/m<sup>3</sup>**

Agregado fino húmedo: **854.934 kg/m<sup>3</sup>**

Agregado grueso húmedo: **857.65 kg/m<sup>3</sup>**

17. Proporción en peso húmedo

$$383.93 / 383.93 : 854.934 / 383.93 : 857.65 / 383.93 : 227.89 / 383.93$$

$$1 : 2.23 : 2.23 : 0.59$$

18. Masa por tanda de un saco

$$\text{Cemento: } 1 \times 42.5 = 42.50 \text{ kg/saco}$$

$$\text{Agua efectiva: } 0.59 \times 42.5 = 25.23 \text{ lt/saco}$$

$$\text{Agregado fino húmedo: } 2.23 \times 42.5 = 94.64 \text{ kg/saco}$$

$$\text{Agregado grueso húmedo: } 2.23 \times 42.5 = 94.64 \text{ kg/saco}$$

19. Masa por Pie cúbico

Agregado fino húmedo:  $\frac{854.934 \times 35.31}{1557} = 19.39 \text{ kg/pie}^3$

Agregado grueso húmedo:  $\frac{857.653 \times 35.31}{1402} = 21.60 \text{ kg/pie}^3$

## 20. Dosificación en Volumen

Cemento:  $\frac{9.03}{9.03} = 1.00 \text{ pie}^3$

Agregado fino húmedo:  $\frac{19.39}{9.03} = 2.15 \text{ pie}^3$

Agregado grueso húmedo:  $\frac{21.60}{9.03} = 2.39 \text{ pie}^3$

Agua de mezcla:  $\frac{227.89}{9.03} = 25.23 \text{ lt/bolsa}$

Se recomienda usar:

1	2.1	2.4	25 lt/bl
---	-----	-----	----------

Resultados de diseño de mezcla para distintos  $f'c$

**$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

Cemento = 383.93 kg/m<sup>3</sup>

Agua = 227.89 lt/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso = 857.65 kg/m<sup>3</sup>

Agregado Fino = 854.934 kg/m<sup>3</sup>

**$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (30% de vidrio)**

Cemento = 383.93 kg/m<sup>3</sup>

Agua = 227.89 lt/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso = 857.65 kg/m<sup>3</sup>

Agregado Fino = 598.454 kg/m<sup>3</sup>

Vidrio: 256.48 kg/m<sup>3</sup>

**f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> (36% de vidrio)**

Cemento = 346 kg

Agua = 184 lt.

Agregado Grueso = 857.65 kg/m<sup>3</sup>

Agregado Fino = 547.15 kg/m<sup>3</sup>

Vidrio: 307.78 kg/m<sup>3</sup>

**f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> (40% de vidrio)**

Cemento = 346 kg

Agua = 184 lt.

Agregado Grueso = 857.65 kg/m<sup>3</sup>

Agregado Fino = 512.96 kg/m<sup>3</sup>

Vidrio: 341.97 kg/m<sup>3</sup>

**OE 3.** Determinar la resistencia del concreto patrón f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el ensayo de resistencia a la compresión.

**Tabla 10. Resistencia de testigos de hormigón patrón a los 7 días de curación.**

f'c Especific. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.13	80.60	12800	<b>158.82</b>
210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.12	80.49	12950	<b>160.89</b>
210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.14	80.70	13020	<b>161.34</b>
210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.13	80.60	13700	<b>169.99</b>
210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.13	80.60	14580	<b>180.90</b>

**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 11. Resistencia de testigos hormigón patrón a los 14 días de curación.**

<b>f'c Especif. Kg/cm2</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>Edad en Dias</b>	<b>Diametro de probeta</b>	<b>Área de seccion transversal</b>	<b>Lectura en pantalla (Kg)</b>	<b>Resistencia kg/cm2</b>
<b>210</b>	18/03/2024	01/04/2024	14	10.13	80.60	13240	<b>164.28</b>
<b>210</b>	18/03/2024	01/04/2024	14	10.12	80.49	14110	<b>175.30</b>
<b>210</b>	18/03/2024	01/04/2024	14	10.14	80.70	14820	<b>183.64</b>
<b>210</b>	18/03/2024	01/04/2024	14	10.12	80.44	14520	<b>180.52</b>
<b>210</b>	18/03/2024	01/04/2024	14	10.13	80.60	14680	<b>182.14</b>

Fuente. *Reporte de laboratorio. Anexo*

**Tabla 12. Resistencia de testigos de hormigón patrón a los 28 días de curación.**

<b>f'c Especif. Kg/cm2</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>Edad en Dias</b>	<b>Diametro de probeta</b>	<b>Área de seccion transversal</b>	<b>Lectura en pantalla (Kg)</b>	<b>Resistencia kg/cm2</b>
<b>210</b>	18/03/2024	15/04/2024	28	10.13	80.60	20910	<b>259.44</b>
<b>210</b>	18/03/2023	15/04/2023	28	10.12	80.49	20240	<b>251.46</b>
<b>210</b>	18/03/2023	15/04/2023	28	10.14	80.70	21070	<b>261.09</b>
<b>210</b>	18/03/2023	15/04/2023	28	10.14	80.75	20750	<b>256.95</b>
<b>210</b>	18/03/2023	15/04/2023	28	10.13	80.60	20327	<b>252.21</b>

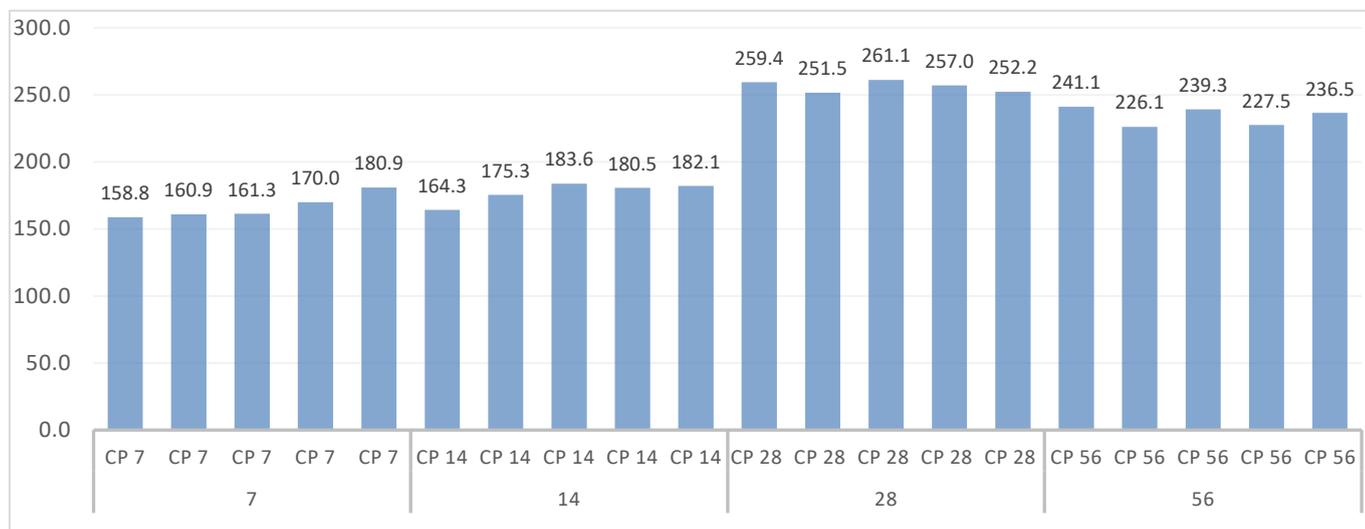
Fuente. *Reporte de laboratorio. Anexo*

**Tabla 13. Resistencia de testigos de hormigón patrón a los 56 días de curación.**

<b>f'c Especif. Kg/cm2</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>Edad en Dias</b>	<b>Diametro de probeta</b>	<b>Área de seccion transversal</b>	<b>Lectura en pantalla (Kg)</b>	<b>Resistencia kg/cm2</b>
<b>210</b>	18/03/2024	13/05/2024	56	10.13	80.60	19430	<b>241.08</b>
<b>210</b>	18/03/2024	13/05/2024	56	10.12	80.49	18200	<b>226.12</b>
<b>210</b>	18/03/2024	13/05/2024	56	10.12	80.49	19260	<b>239.29</b>
<b>210</b>	18/03/2024	13/05/2024	56	10.12	80.44	18300	<b>227.51</b>
<b>210</b>	18/03/2024	13/05/2024	56	10.12	80.44	19020	<b>236.46</b>

Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Gráfico 3.** Comparación de resistencia de las muestras de concreto patrón a 56, 28, 14 y 7 días de curación.



Fuente: Datos de las tablas 10, 11, 12 y 13.

**Interpretación:** Según la gráfica, las probetas cilíndricas con una resistencia nominal  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (patrón) muestran un aumento considerable de acuerdo a la norma E.060 según sus edades de curación, también indica que a los 28 días las probetas superaron el 100 % de resistencia nominal de diseño.

**OE 4.** Determinar la resistencia del concreto que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado mediante el ensayo de resistencia a la compresión.

**Tabla 14.** Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, a 7 días de curación.

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	Diametro de Probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	19/03/2024	26/03/2024	7	10.13	80.60	13220	164.03
210	19/03/2024	26/03/2024	7	10.12	80.49	13730	170.58
210	19/03/2024	26/03/2024	7	10.14	80.70	13620	168.77
210	19/03/2024	26/03/2024	7	10.13	80.60	13020	161.55
210	19/03/2024	26/03/2024	7	10.13	80.60	13000	161.30

Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 15. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, a 7 días de curación.**

<b>f'c Especif. Kg/cm2</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>Edad en Dias</b>	<b>Diametro de Probeta</b>	<b>Área de seccion transversal</b>	<b>Lectura en pantalla (Kg)</b>	<b>Resistencia kg/cm2</b>
<b>210</b>	20/03/2024	27/03/2024	7	10.13	80.60	14230	<b>176.56</b>
<b>210</b>	20/03/2024	27/03/2024	7	10.12	80.49	14720	<b>182.88</b>
<b>210</b>	20/03/2024	27/03/2024	7	10.14	80.70	14130	<b>175.09</b>
<b>210</b>	20/03/2024	27/03/2024	7	10.13	80.60	14370	<b>178.30</b>
<b>210</b>	20/03/2024	27/03/2024	7	10.14	80.75	14430	<b>178.69</b>

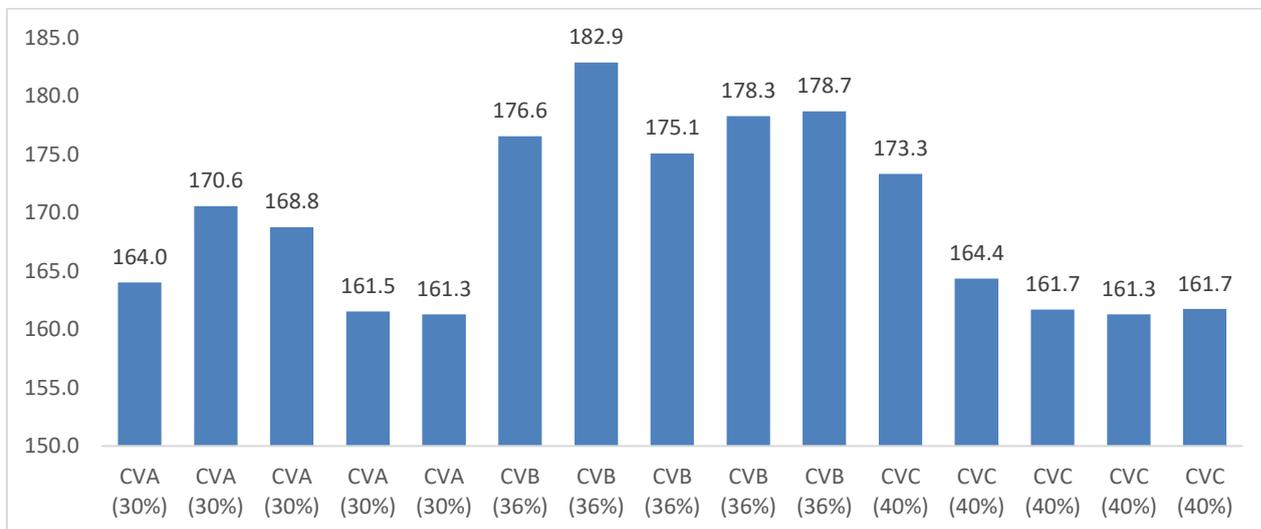
Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 16. Resistencia de testigos de hormigón con 40% de sustitución de vidrio, a 7 días de curación.**

<b>f'c Especif. Kg/cm2</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>Edad en Dias</b>	<b>Diametro de Probeta</b>	<b>Área de seccion transversal</b>	<b>Lectura en pantalla (Kg)</b>	<b>Resistencia kg/cm2</b>
<b>210</b>	21/03/2024	28/03/2024	7	10.13	80.60	13970	<b>173.34</b>
<b>210</b>	21/03/2024	28/03/2024	7	10.12	80.49	13230	<b>164.37</b>
<b>210</b>	21/03/2024	28/03/2024	7	10.14	80.70	13050	<b>161.71</b>
<b>210</b>	22/03/2024	29/03/2024	7	10.13	80.60	13000	<b>161.30</b>
<b>210</b>	23/03/2024	30/03/2024	7	10.12	80.44	13010	<b>161.74</b>

Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Grafica 4.** Comparación de resistencia de los testigos de concreto con sustitución de vidrio al 30%, 36% y 40 % a los 7 días de curación estándar.



**Fuente:** Datos de las tablas 14, 15 y 16.

**Interpretación:** En este contexto la gráfica de resistencia de especímenes cilíndricos de hormigón con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se evidencia que a los 7 días se obtiene una mayor resistencia con una sustitución del 36%, la cual se sitúa dentro del rango especificado por la norma E. 060, que estipula un porcentaje de resistencia entre el 70% y el 85%.

**Tabla 17. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, a 14 días de curación estándar.**

$f'c$ Especific. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de Probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.13	80.60	14830	184.01
210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.12	80.49	14200	176.42
210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.14	80.70	14700	182.15
210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.12	80.44	14115	175.48
210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.14	80.75	13720	169.90

**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 18. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, a 14 días de curación estándar.**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de Probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	20/03/2024	03/04/2024	14	10.13	80.60	15060	<b>186.86</b>
210	20/03/2024	03/04/2024	14	10.12	80.49	15440	<b>191.83</b>
210	20/03/2024	03/04/2024	14	10.14	80.70	15720	<b>194.79</b>
210	20/03/2024	03/04/2024	14	10.13	80.60	15310	<b>189.96</b>
210	20/03/2024	03/04/2024	14	10.14	80.75	15600	<b>193.18</b>

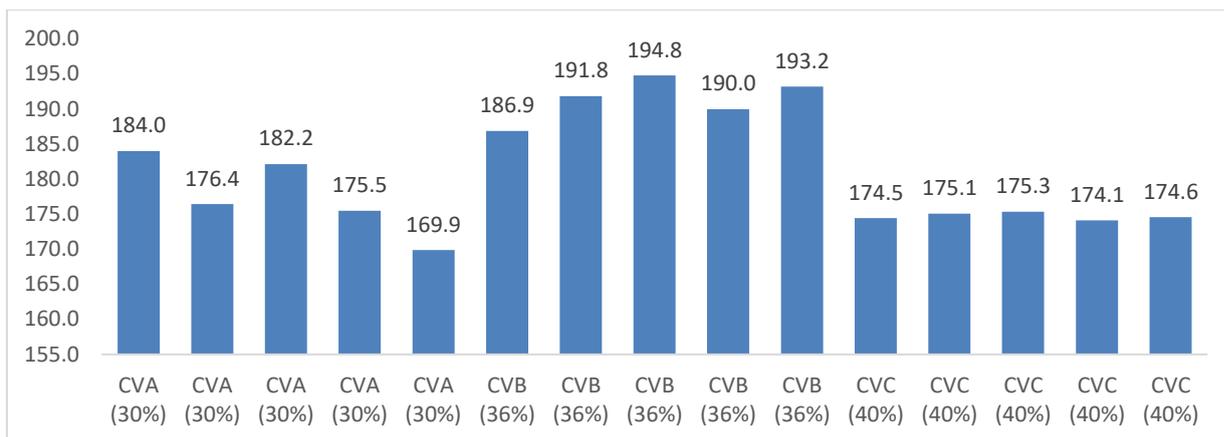
Fuente. *Reporte de laboratorio. Anexo*

**Tabla 19. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, a 14 días de curación estándar.**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de Probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.13	80.60	14060	<b>174.45</b>
210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.12	80.49	14090	<b>175.05</b>
210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.14	80.70	14150	<b>175.34</b>
210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.12	80.44	14006	<b>174.13</b>
210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.13	80.60	14070	<b>174.58</b>

Fuente. *Reporte de laboratorio. Anexo*

**Grafica 5.** Comparación de resistencia de los testigos de concreto con sustitución de vidrio al 30%, 36% y 40 % a los 14 días de curación estándar.



**Fuente:** Datos de las tablas 17, 18 y 19.

**Interpretación:** Analizando la gráfica de resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se observa que a 14 días se registra una mayor resistencia con una sustitución del 36%, la cual se encuentra dentro del rango especificado por la norma E. 060. Dicha norma establece un porcentaje de resistencia entre el 85% y el 95%. Al comparar con las probetas que contienen adiciones de 30% y 40%, se nota que estas últimas se sitúan por debajo del rango establecido por la norma. Este hallazgo sugiere que una sustitución del 36% conduce a una resistencia óptima dentro de los parámetros normativos, mientras que porcentajes más bajos o más altos de sustitución pueden resultar en una resistencia inferior a lo requerido por la normativa.

**Tabla 20. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, a 28 días de curación estándar.**

$f'c$ Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	Diametro de Probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
210	19/03/2024	16/04/2024	28	10.13	80.60	18980	235.50
210	19/03/2024	16/04/2024	28	10.12	80.49	18840	234.07
210	19/03/2024	16/04/2024	28	10.14	80.70	19090	236.55
210	19/03/2024	16/04/2024	28	10.13	80.60	19570	242.82
210	19/03/2024	16/04/2024	28	10.13	80.60	18780	233.02

**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 21. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, a 28 días de curación estándar.**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de Probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.13	80.60	21040	261.06
210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.13	80.60	19710	244.56
210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.13	80.60	21790	270.35
210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.12	80.49	21240	263.88
210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.13	80.60	21860	271.22

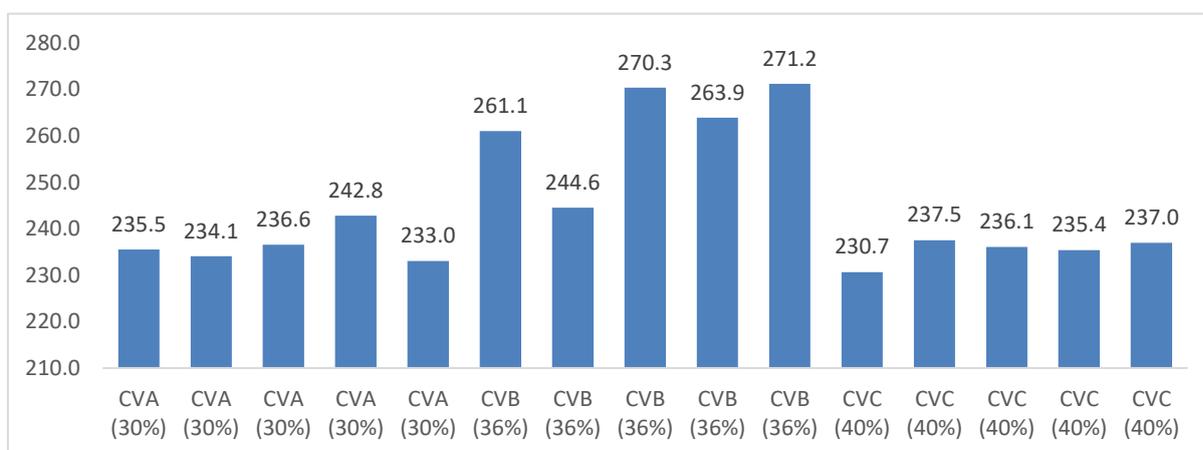
Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 22. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, a 28 días de curación estándar.**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de Probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.13	80.60	18590	230.66
210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.12	80.49	19120	237.55
210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.14	80.70	19050	236.06
210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.14	80.75	19010	235.40
210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.13	80.60	19100	236.99

Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Grafica 6. Comparación de resistencia de los testigos de concreto con sustitución de vidrio al 30%, 36% y 40 % a los 28 días de curación estándar**



Fuente: Datos de las tablas 20, 21 y 22.

**Interpretación:** De acuerdo el gráfico de resistencia de muestras cilíndricas de concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se observa que a los 28 días se alcanza una mayor resistencia con una sustitución del 36%. Esta resistencia se encuentra dentro del rango especificado por la norma E. 060, que establece un porcentaje de resistencia entre el 100% y el 120%. Es posible deducir que a medida que incrementa el porcentaje de vidrio, la resistencia también intensifica, lo que sugiere que el vidrio contribuye positivamente a la resistencia del concreto. Esto se refleja en que las probetas que cumplen con la resistencia requerida están asociadas con un porcentaje de sustitución del 36%. Por lo tanto, Estos resultados apoyan la hipótesis de la inclusión de vidrio la resistencia experimenta mejoras en el concreto, a comparación de las probetas con sustitución de 30% y 40% que no llegan a cumplir con la resistencia que estipula la norma.

**Tabla 23. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, a 56 días de curación estándar.**

<b>f'c Especific. Kg/cm2</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>Edad en Dias</b>	<b>Diametro de probeta</b>	<b>Área de seccion transversal</b>	<b>Lectura en pantalla (Kg)</b>	<b>Resistencia kg/cm2</b>
210	19/03/2024	14/05/2024	56	10.10	80.12	17500	<b>218.43</b>
210	19/03/2024	14/05/2024	56	10.12	80.49	18540	<b>230.34</b>
210	19/03/2024	14/05/2024	56	10.14	80.70	18510	<b>229.36</b>
210	19/03/2024	14/05/2024	56	10.12	80.44	18008	<b>223.88</b>
210	19/03/2024	14/05/2024	56	10.14	80.75	18210	<b>225.50</b>

**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 24. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, a 56 días de curación estándar.**

<b>f'c Especific. Kg/cm2</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>Edad en Dias</b>	<b>Diametro de probeta</b>	<b>Área de seccion transversal</b>	<b>Lectura en pantalla (Kg)</b>	<b>Resistencia kg/cm2</b>
210	20/03/2024	15/05/2024	56	10.12	80.49	19430	<b>241.40</b>
210	20/03/2024	15/05/2024	56	10.12	80.44	18390	<b>228.63</b>
210	20/03/2024	15/05/2024	56	10.15	80.86	19910	<b>246.23</b>
210	20/03/2024	15/05/2024	56	10.12	80.44	18940	<b>235.47</b>
210	20/03/2024	15/05/2024	56	10.14	80.75	18870	<b>233.67</b>

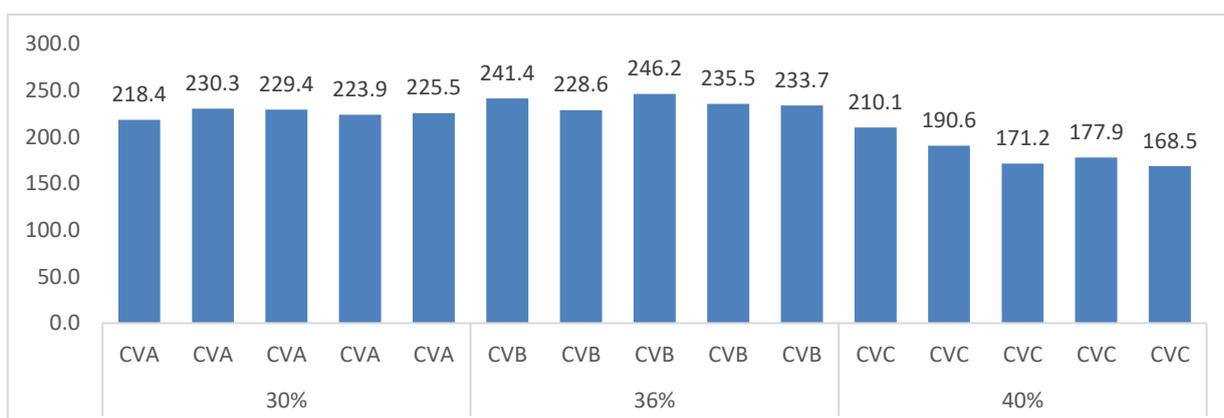
**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 25. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, a 56 días de curación estándar.**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	21/03/2024	16/05/2024	56	10.14	80.81	16980	<b>210.12</b>
210	21/03/2024	16/05/2024	56	10.14	80.81	15400	<b>190.58</b>
210	21/03/2024	16/05/2024	56	10.12	80.49	13780	<b>171.20</b>
210	21/03/2024	16/05/2024	56	10.13	80.60	14340	<b>177.93</b>
210	21/03/2024	16/05/2024	56	10.14	80.75	13610	<b>168.54</b>

**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Grafica 7.** Comparación de resistencia de los testigos de concreto con sustitución de vidrio al 30%, 36% y 40 % a los 56 días de curación estándar



**Fuente:** Datos de las tablas 23, 24 y 25.

**Interpretación:** Según el gráfico, se observa que, a los 56 días de curado estándar, el hormigón que incorpora un 36% de sustitución de agregado fino por vidrio presenta una resistencia superior. Además, se puede apreciar que las resistencias a esa edad son consistentes con las obtenidas a los 28 días de curado.

**OE 5.** Determinar la resistencia del concreto patrón f'c=210 kg/cm2 expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión.

**Tabla 26. Resistencia de testigos de hormigón patrón expuesto a condiciones de sulfato severo, a 28 días de curación.**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.60	18040	<b>223.83</b>
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.60	18780	<b>233.02</b>
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.60	17750	<b>220.24</b>
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.12	80.44	18330	<b>227.88</b>
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.60	18520	<b>229.79</b>

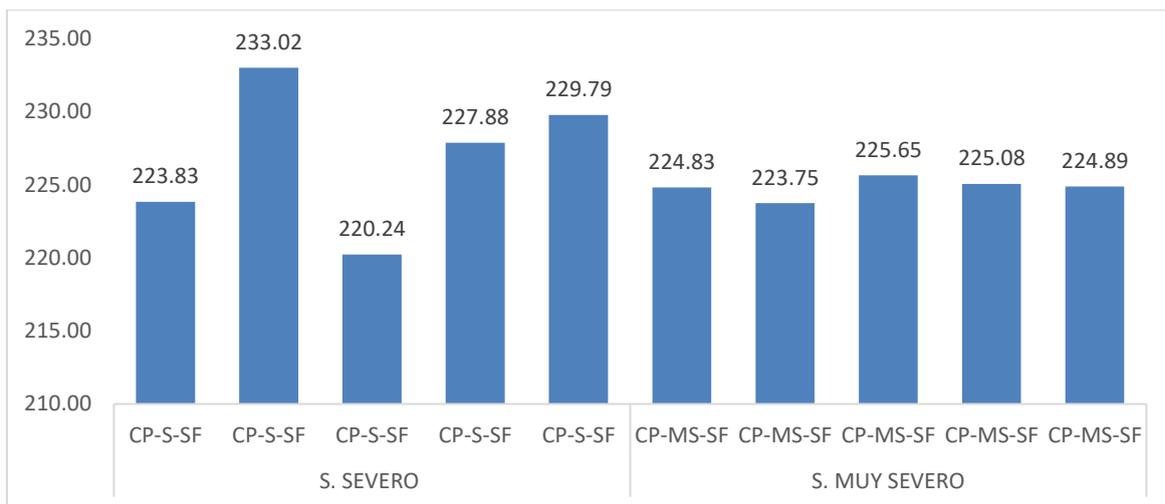
Fuente. *Reporte de laboratorio. Anexo*

**Tabla 27. Resistencia de testigos de hormigón patrón expuesto a condiciones de sulfato muy severo, a 28 días de curación.**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.60	18120	<b>224.83</b>
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.12	80.49	18010	<b>223.75</b>
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.14	80.70	18210	<b>225.65</b>
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.60	18140	<b>225.08</b>
210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.12	80.44	18089	<b>224.89</b>

Fuente. *Reporte de laboratorio. Anexo*

**Grafica 8.** Comparación de la resistencia de testigos de concreto patrón expuesto a condiciones de sulfato severo y muy severo.



**Fuente:** Datos de las tablas 26 y 27.

**Interpretación:** De acuerdo con la gráfica de resistencia de muestras cilíndricas sometidas a exposición a sulfatos severos (9500 ppm) y muy severos (90000 ppm) según el RNE. E.060, se evidencia una disminución en la resistencia a medida que aumenta la concentración de sulfato. Para la exposición severa, se registra una resistencia promedio de 226.96 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para la exposición muy severa se obtiene una resistencia promedio de 224.84 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que una mayor presencia de sulfato afecta negativamente la resistencia del concreto.

**Tabla 28. Resistencia de testigos de hormigón patrón expuesto a condiciones de sulfato severo, a 56 días de curación.**

f'c Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.60	17880	<b>221.85</b>
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.12	80.44	17860	<b>222.04</b>
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.60	18000	<b>223.34</b>
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.60	17750	<b>220.24</b>
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.60	17850	<b>221.48</b>

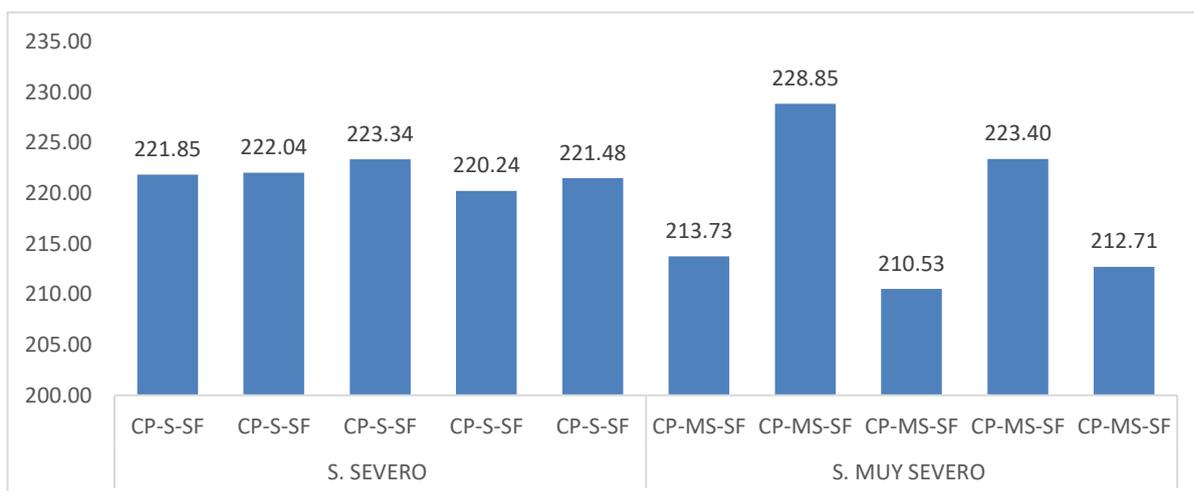
**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 29. Resistencia de testigos de hormigón patrón expuesto a condiciones de sulfato muy severo, a 56 días de curación.**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.14	80.75	17260	<b>213.73</b>
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.49	18420	<b>228.85</b>
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.14	80.70	16990	<b>210.53</b>
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.60	18005	<b>223.40</b>
210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.12	80.44	17110	<b>212.71</b>

**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Grafica 9.** Comparación de la resistencia de testigos de concreto patrón expuesto a condiciones de sulfato severo y muy severo.



**Fuente:** Datos de las tablas 28 y 29.

**Interpretación:** Según el gráfico, se observa una reducción en la resistencia de los testigos sometidos a exposición a sulfatos severos (9500 ppm) y muy severos (90000 ppm) conforme al RNE. E.060. Para la exposición severa, se registra una resistencia promedio de 221.79 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, para la exposición muy severa, se obtiene una resistencia promedio de 217.84 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que una mayor presencia de sulfato afecta negativamente la resistencia del concreto.

**OE 6.** Determinar la resistencia del concreto que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión.

**Tabla 30. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, 28 días de curación. (severo)**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.15	80.86	18160	<b>224.58</b>
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.15	80.91	18510	<b>228.76</b>
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.14	80.75	17750	<b>219.80</b>
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.15	80.91	17820	<b>220.23</b>
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.15	80.91	18230	<b>225.30</b>

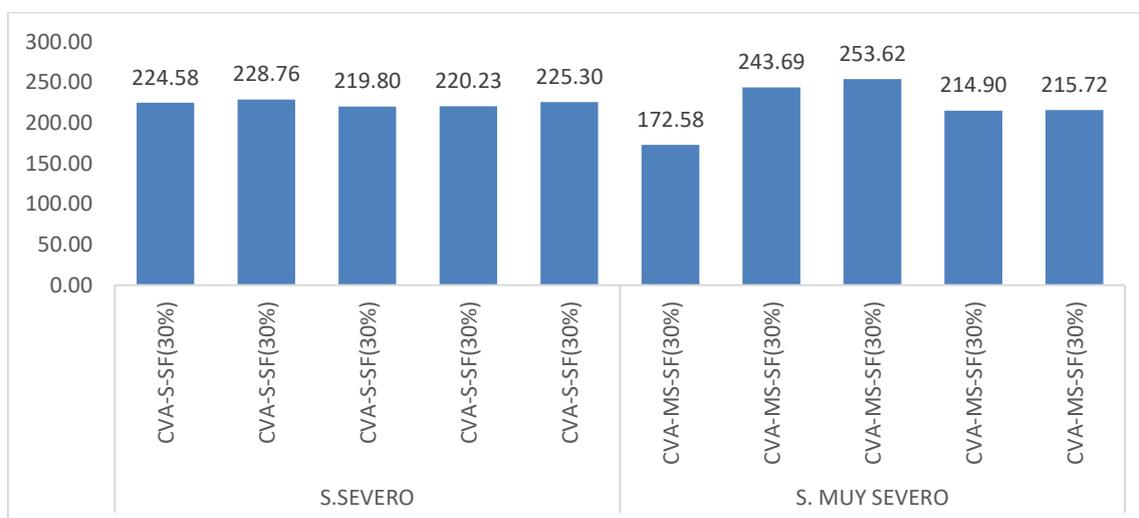
Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 31. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, 28 días de curación. (muy severo)**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.13	80.60	13910	<b>172.58</b>
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.13	80.60	19640	<b>243.69</b>
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.14	80.75	20480	<b>253.62</b>
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.13	80.60	17320	<b>214.90</b>
210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.14	80.75	17420	<b>215.72</b>

Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Grafica 10. Comparación de la resistencia de testigos de concreto un 30% de sustitución de vidrio, 28 días de curado expuesto a sulfato.**



**Fuente:** Datos de las tablas 30 y 31.

**Interpretación:** Según el gráfico, se evidencia una reducción en la resistencia de los testigos sometidos a exposición a sulfatos severos (9500 ppm) y muy severos (90000 ppm) conforme a la tabla del RNE. E.060. Para la exposición severa, se registra una resistencia promedio de 223.73 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, para la exposición muy severa, se obtiene una resistencia promedio de 220.10 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que una mayor presencia de sulfato impacta negativamente en la resistencia del concreto.

**Tabla 32. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, 28 días de curación. (severo)**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.14	80.75	18789	<b>232.67</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.49	17620	<b>218.91</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.38	19650	<b>244.46</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.13	80.60	18000	<b>223.34</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.44	17860	<b>222.04</b>

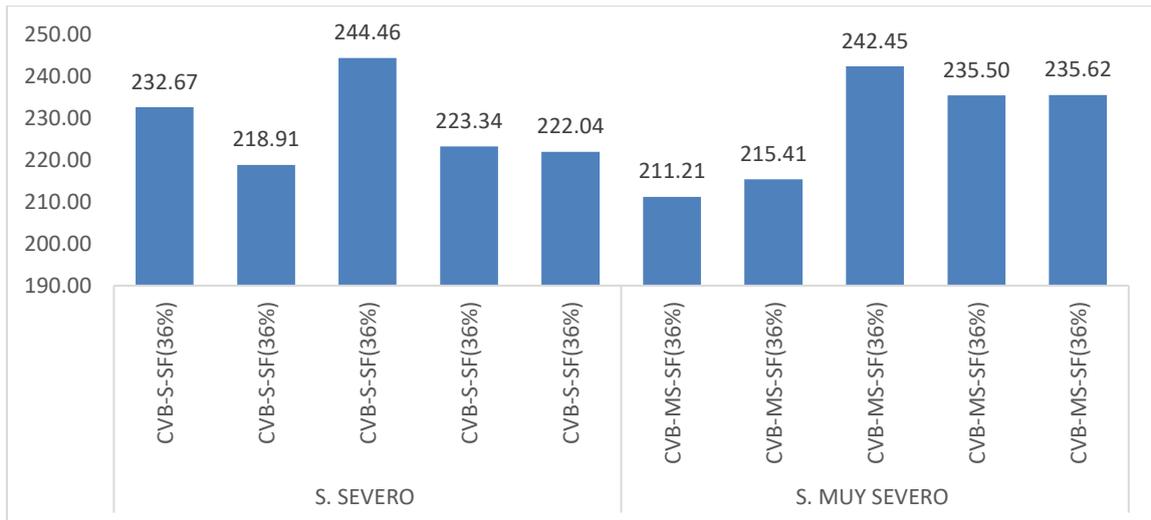
**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 33. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, 28 días de curación. (muy severo)**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	25/03/2024	22/04/2024	28	10.12	80.49	17010	<b>211.33</b>
210	25/03/2024	22/04/2024	28	10.15	80.91	17610	<b>217.64</b>
210	25/03/2024	22/04/2024	28	10.13	80.60	20790	<b>257.96</b>
210	25/03/2024	22/04/2024	28	10.13	80.60	19430	<b>241.08</b>
210	25/03/2024	22/04/2024	28	10.15	80.91	19150	<b>236.67</b>

**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Grafica 11.** Comparación de la resistencia de testigos de concreto con sustitución de 36% de vidrio, expuesto a sulfato.



**Fuente:** Datos de las tablas 32 y 33.

**Interpretación:** Según el gráfico, se demuestra una reducción en la resistencia de los testigos sometidos a exposición a sulfatos severos (9500) y muy severos (90000) según la tabla del RNE. E.060. Para la exposición severa, se registra una resistencia promedio de 223.73 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, para la exposición muy severa, se obtiene una resistencia promedio de 220.10 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que una mayor presencia de sulfato afecta negativamente la resistencia del concreto. Asimismo, se destaca que, en comparación con las probetas curadas de manera estándar, la disminución de resistencia es significativa, ya que en curado normal se obtuvo una resistencia promedio de 262.21 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 34. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, 28 días de curación. (severo)**

f'c Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	15320	<b>190.09</b>
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.12	80.44	18670	<b>232.11</b>
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	16530	<b>205.10</b>
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	17380	<b>215.65</b>
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.12	80.44	17220	<b>214.08</b>

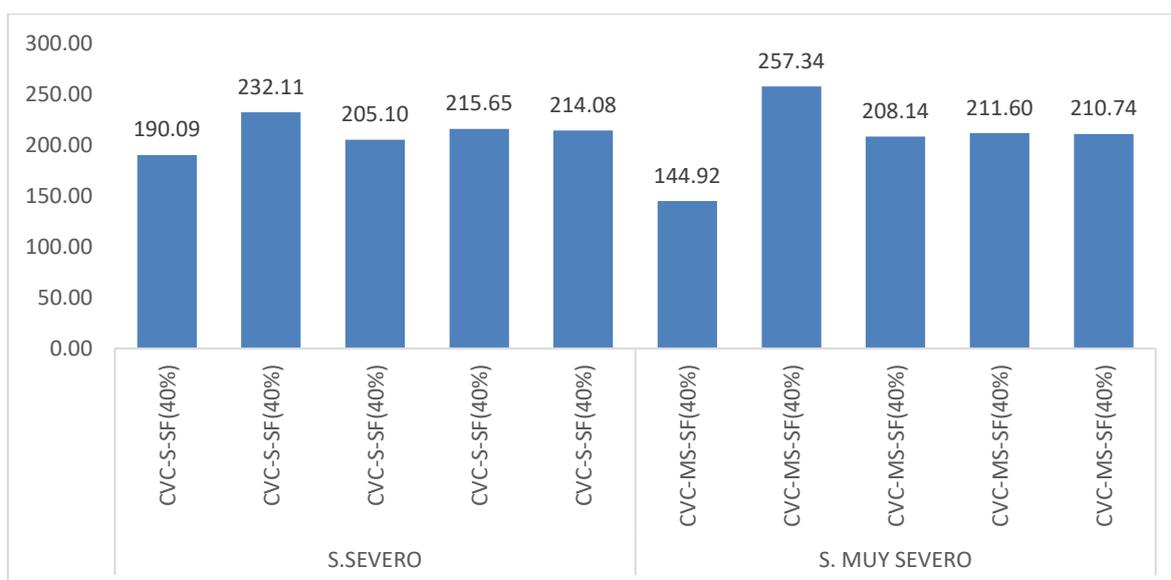
**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 35. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, 28 días de curación. (muy severo)**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	11680	<b>144.92</b>
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	20740	<b>257.34</b>
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.15	80.86	16830	<b>208.14</b>
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.12	80.44	17020	<b>211.60</b>
210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	16985	<b>210.74</b>

**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Grafica 12.** Comparación de la resistencia de testigos de concreto con sustitución de 40% de vidrio, expuesto a sulfato.



**Fuente:** Datos de las tablas 34 y 35.

**Interpretación:** Según el gráfico, se demuestra una reducción en la resistencia de los testigos. Para la exposición a sulfatos severos, se registra una resistencia promedio de 211.406 kg/cm<sup>2</sup>, y para la exposición a sulfatos muy severos, se obtiene una resistencia promedio de 206.54 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual no alcanza la resistencia requerida. Esto indica que una mayor presencia de sulfato impacta negativamente en la resistencia del concreto. Asimismo, se destaca que, en

comparación con las probetas curadas de manera estándar, la disminución de resistencia es significativa, ya que en curado normal se obtuvo una resistencia promedio de 235.33 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 36. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, 56 días de curación. (severo)**

f'c Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.15	80.86	18100	<b>223.84</b>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.15	80.91	17580	<b>217.27</b>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.14	80.75	17170	<b>212.62</b>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.15	80.91	17190	<b>212.45</b>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.15	80.91	17990	<b>222.34</b>

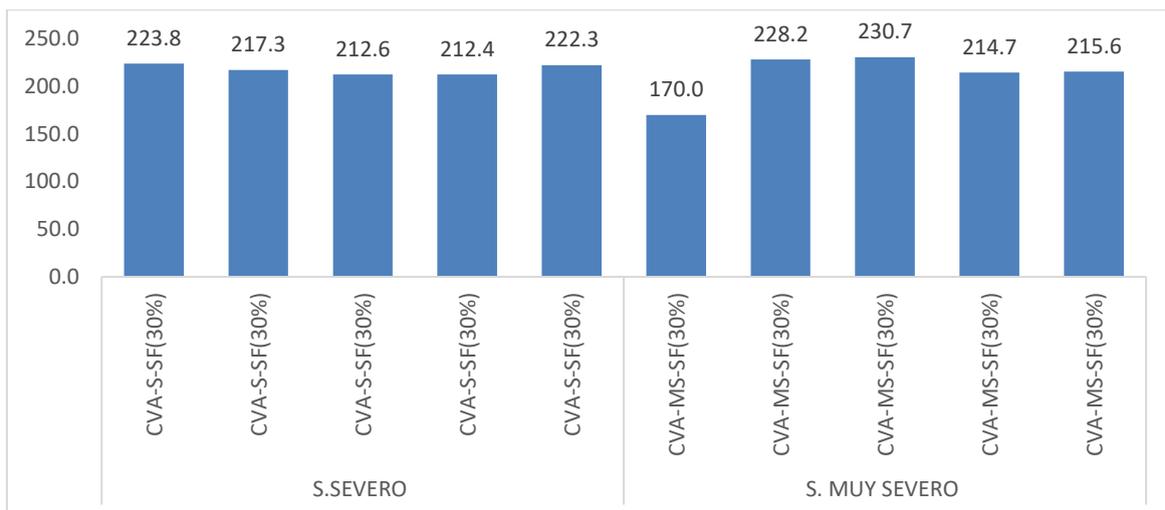
Fuente. *Reporte de laboratorio. Anexo*

**Tabla 37. Resistencia de testigos de hormigón con un 30% de sustitución de vidrio, 56 días de curación. (muy severo)**

f'c Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.13	80.60	13700	<b>169.98</b>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.14	80.75	18430	<b>228.22</b>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.14	80.75	18630	<b>230.71</b>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.13	80.60	17300	<b>214.65</b>
210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.14	80.75	17410	<b>215.59</b>

Fuente. *Reporte de laboratorio. Anexo*

**Grafica 13.** Comparación de la resistencia de testigos de concreto con sustitución de 30% de vidrio, expuesto a sulfato.



**Fuente:** Datos de las tablas 36 y 37.

**Interpretación:** Según el gráfico, se demuestra una reducción en la resistencia de los testigos. Para la exposición a sulfatos severos, se registra una resistencia promedio de 217.68 kg/cm<sup>2</sup>, y para la exposición a sulfatos muy severos, se obtiene una resistencia promedio de 211.84 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que una mayor presencia de sulfato afecta negativamente la resistencia del concreto.

**Tabla 38. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, 56 días de curación. (severo)**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.14	80.75	20589	<b>254.96</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.49	19120	<b>237.55</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.38	19950	<b>248.20</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.13	80.60	20170	<b>250.26</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.44	19560	<b>243.17</b>

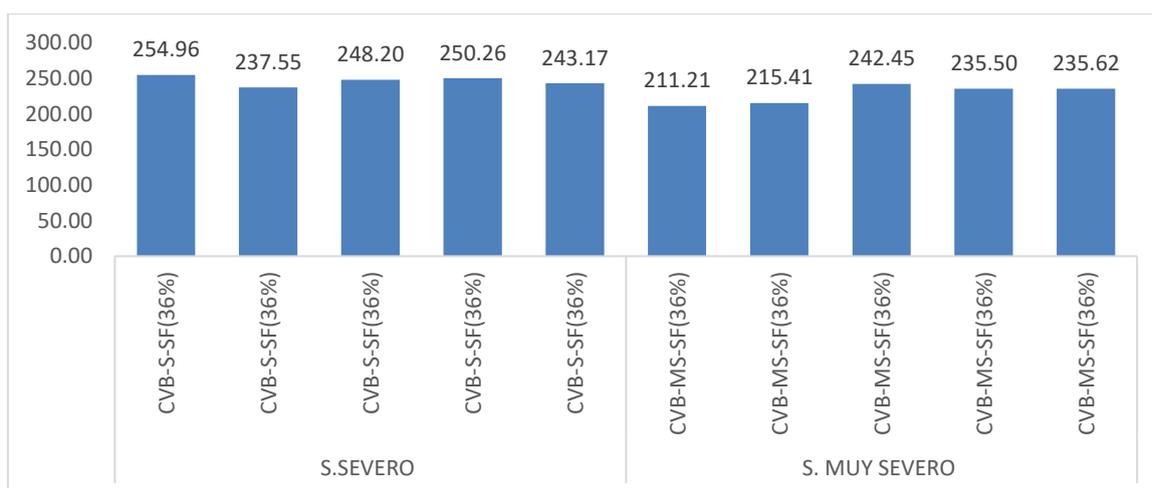
**Fuente.** Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 39. Resistencia de testigos de hormigón con un 36% de sustitución de vidrio, 56 días de curación. (muy severo)**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.49	17000	<b>211.21</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.15	80.91	17430	<b>215.41</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.13	80.60	19540	<b>242.45</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.13	80.60	18980	<b>235.50</b>
210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.13	80.60	18990	<b>235.62</b>

Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Grafica 14.** Comparación de la resistencia de testigos de concreto con sustitución de 36% de vidrio, expuesto a sulfato.



Fuente: Datos de las tablas 38 y 39.

**Interpretación:** De acuerdo con el gráfico se demuestra una reducción en la resistencia de los testigos. Resultando para exposición a severo una resistencia promedio de 228.28 kg/cm<sup>2</sup> y para muy severo se obtiene una resistencia promedio de 228.04 kg/cm<sup>2</sup>. Lo que significa que cuando hay más presencia de sulfato, ataca negativamente al concreto en su resistencia. Así mismo se destaca que, la sustitución del 36% de vidrio ayuda a que no baje una resistencia considerable ya que el vidrio actúa muy bien ante la presencia de agentes corrosivos.

**Tabla 40. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, 56 días de curación. (severo)**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	15140	<b>187.85</b>
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	18120	<b>224.83</b>
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	16470	<b>204.35</b>
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	17000	<b>210.93</b>
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.12	80.44	17002	<b>211.37</b>

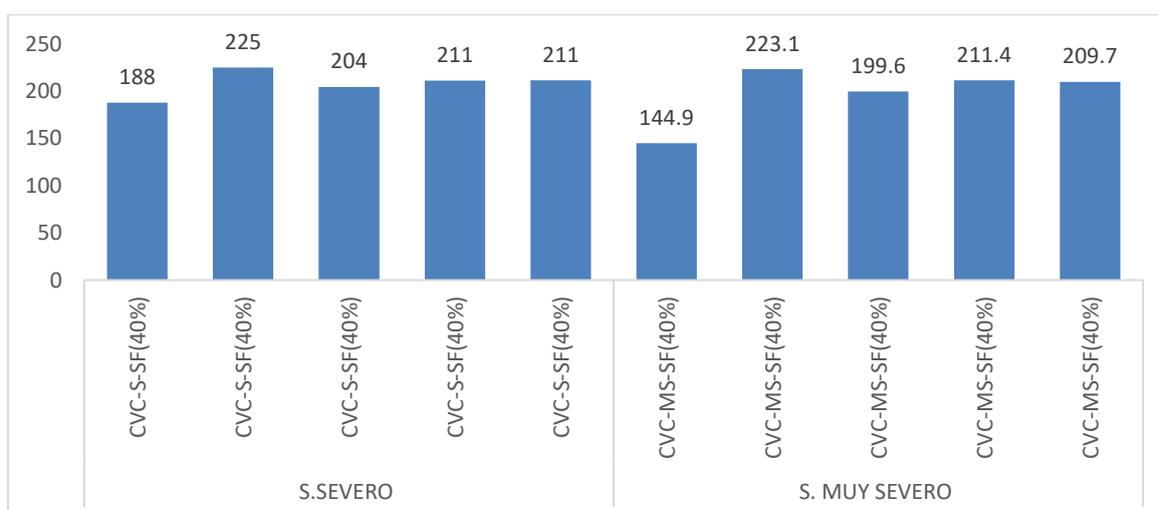
Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Tabla 41. Resistencia de testigos de hormigón con un 40% de sustitución de vidrio, 56 días de curación. (muy severo)**

f'c Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	Diametro de probeta	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.14	80.75	11700	<b>144.88</b>
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	17980	<b>223.09</b>
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.15	80.86	16140	<b>199.60</b>
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.12	80.44	17008	<b>211.45</b>
210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	16899	<b>209.68</b>

Fuente. Reporte de laboratorio. Anexo

**Grafica 15. Comparación de la resistencia de testigos de concreto con sustitución de 40% de vidrio, expuesto a sulfato.**



Fuente: Datos de las tablas 40 y 41.

**Interpretación:** De acuerdo con el gráfico se demuestra una reducción en la resistencia de los testigos. Resultando para exposición a severo una resistencia promedio de 207.87 kg/cm<sup>2</sup> y para muy severo se obtiene una resistencia promedio de 197.74 kg/cm<sup>2</sup>. Lo que significa que no cumplen con la resistencia requerida, ya que el sulfato ataca negativamente al concreto en su resistencia.

### **Contraste con la Hipótesis**

Hi: La resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> aumenta significativamente cuando se sustituye el agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato

Ho: La resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> disminuye significativamente cuando se sustituye el agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato.

**Curado estándar.**

**Tabla 42. Análisis descriptivo**

DESCRIPTIVOS								
RESISTENCIA_ COMPRESION_ CV	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Míni mo	Máxi mo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>PATRON</b>	3	257.3300	5.15008	2.97340	244.5365	270.1235	251.4	261.0
<b>30% CVA</b>	3	235.3733	1.24484	0.71871	232.2810	238.4657	234.0	236.5
<b>36% CVB</b>	3	258.6567	13.06189	7.54129	226.2091	291.1042	244.5	270.3
<b>40% CVC</b>	3	234.7567	3.62519	2.09301	225.7512	243.7621	230.6	237.5
<b>Total</b>	12	246.5292	13.49745	3.89638	237.9533	255.1050	230.6	270.3

Según los datos tabulados y los resultados recolectados, se observa que la resistencia media a la compresión con una sustitución del 36% de vidrio reciclado es superior en relación al concreto convencional.

**Tabla 43. Análisis de varianza ANOVA.**

ANOVA					
RESISTENCIA_COMPRESION_CV	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1580.336	3	526.779	9.947	0.004
Dentro de grupos	423.656	8	52.957		
Total	2003.992	11			

Se presentan los resultados de la tabla Análisis de varianza ANOVA, de acuerdo con la significancia de 0.004, el cual quiere decir que las variables establecidas tienen relación ya que es menor a 0.05, señalando que existe una diferencia pronunciada de 1156.68 entre los grupos analizados.

**Tabla 44. Prueba de normalidad.**

Pruebas de normalidad							
	MUESTRA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA_COMPRESION_CV	PATRON	0.326	3		0.874	3	0.307
	30% CVA	0.207	3		0.992	3	0.831
	36% CVB	0.240	3		0.975	3	0.694
	40% CVC	0.307	3		0.903	3	0.395

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la presenta tabla Prueba de normalidad elaborado a través del programa SPSS V.26 se denotan los resultados obtenidos para determinar su significancia. Se aprecia resultado superior a 0.05, por cual es preferible la evaluación de Análisis de varianza ANOVA.

**Tabla 45. Método TUKEY para comparaciones múltiples.**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: RESISTENCIA_COMPRESION_CV						
HSD Tukey						
(I) MUESTRA	(J) MUESTRA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON	30% CVA	21,95667*	5.94177	0.025	2.9290	40.9843
	36% CVB	-1.32667	5.94177	0.996	-20.3543	17.7010
	40% CVC	22,57333*	5.94177	0.022	3.5457	41.6010

<b>30% CVA</b>	PATRON	-21,95667*	5.94177	0.025	-40.9843	-2.9290
	36% CVB	-23,28333*	5.94177	0.019	-42.3110	-4.2557
	40% CVC	0.61667	5.94177	1.000	-18.4110	19.6443
<b>36% CVB</b>	PATRON	1.32667	5.94177	0.996	-17.7010	20.3543
	30% CVA	23,28333*	5.94177	0.019	4.2557	42.3110
	40% CVC	23,90000*	5.94177	0.016	4.8724	42.9276
<b>40% CVC</b>	PATRON	-22,57333*	5.94177	0.022	-41.6010	-3.5457
	30% CVA	-0.61667	5.94177	1.000	-19.6443	18.4110
	36% CVB	-23,90000*	5.94177	0.016	-42.9276	-4.8724

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la tabulación para comparaciones múltiples analizado en cada grupo, se muestra versatilidad entre los resultados alcanzados. Así mismo se observa que el grupo con 36% de sustitución de agregado fino por vidrio reciclado y concreto patrón, obtuvieron las mayores resistencias alcanzadas, a diferencia de los grupos de 30% y 40% que denota una diferencia significativa entre los resultados obtenidos.

#### Curado en condiciones de S. Severo.

**Tabla 46. Análisis descriptivo**

Descriptivos								
RESISTENCIA_COMPRESION_SEVERO								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>PATRON</b>	3	257.3300	5.15008	2.97340	244.5365	270.1235	251.46	261.09
<b>30% CVA</b>	3	223.9967	3.51136	2.02728	215.2740	232.7194	220.02	226.67
<b>36% CVB</b>	3	248.5367	2.93839	1.69648	241.2373	255.8360	245.91	251.71
<b>40% CVC</b>	3	211.8500	1.96543	1.13474	206.9676	216.7324	210.37	214.08
<b>Total</b>	12	235.4283	19.34636	5.58481	223.1362	247.7204	210.37	261.09

En la Tabulación se aprecia que los resultados recaudados provenientes de sustitución del 36% de agregado fino por vidrio reciclado se muestran superiores a diferencia del concreto patrón, por lo que se recomienda la sustitución de este material ecológico para el incremento de resistencia del concreto.

**Tabla 47. Prueba de normalidad.**

Pruebas de normalidad							
RESISTENCIA_COMP RESION_SEVERO	MUESTRA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	PATRON	0.326	3		0.874	3	0.307
	30% CVA	0.311	3		0.897	3	0.375
	36% CVB	0.240	3		0.974	3	0.691
	40% CVC	0.315	3		0.891	3	0.357

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se muestran los hallazgos de la tabla Evaluación de varianza ANOVA, acuerdo con la significancia de 0.000, el cual quiere decir que las variables establecidas tienen relación ya que es menor a 0.05, señalando que existe una diferencia pronunciada de 3911.697 entre los grupos analizados.

**Tabla 48. Análisis de varianza ANOVA.**

ANOVA						
RESISTENCIA_COMPRESION_SEVERO	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Entre grupos	4014.397	3	1338.132	104.236	0.000	
Dentro de grupos	102.700	8	12.837			
Total	4117.097	11				

En la presente tabla evaluación de la distribución normal elaborado a través del programa SPSS V.26 se denotan los resultados obtenidos para determinar su significancia. Se aprecia resultado superior a 0.05, por cual es preferible la evaluación de Análisis de varianza ANOVA.

**Tabla 49. Método TUKEY para comparaciones múltiples.**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: RESISTENCIA_COMPRESION_SEVERO						
HSD Tukey						
(I) MUESTRA	(J) MUESTRA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON	30% CVA	33,33333*	2.92546	0.000	23.9650	42.7017
	36% CVB	8.79333	2.92546	0.066	-0.5750	18.1617
	40% CVC	45,48000*	2.92546	0.000	36.1116	54.8484
30% CVA	PATRON	-33,33333*	2.92546	0.000	-42.7017	-23.9650
	36% CVB	-24,54000*	2.92546	0.000	-33.9084	-15.1716
	40% CVC	12,14667*	2.92546	0.014	2.7783	21.5150
36% CVB	PATRON	-8.79333	2.92546	0.066	-18.1617	0.5750

	30% CVA	24,54000*	2.92546	0.000	15.1716	33.9084
	40% CVC	36,68667*	2.92546	0.000	27.3183	46.0550
<b>40% CVC</b>	PATRON	-45,48000*	2.92546	0.000	-54.8484	-36.1116
	30% CVA	-12,14667*	2.92546	0.014	-21.5150	-2.7783
	36% CVB	-36,68667*	2.92546	0.000	-46.0550	-27.3183

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la tabla para múltiples comparaciones analizado en cada grupo, se muestra versatilidad entre los resultados alcanzados. Así mismo se observa que el grupo con 36% y concreto patrón, obtuvieron las mayores resistencias alcanzadas, a diferencia de los grupos de 30% y 40% que denota una diferencia significativa entre los resultados obtenidos.

### Curado en condiciones de S. Muy Severo.

**Tabla 50. Análisis descriptivo**

Descriptivos								
RESISTENCIA_COMPRESION_MUY_SEVERO								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>PATRON</b>	3	257.3300	5.15008	2.97340	244.5365	270.1235	251.46	261.09
<b>30% CVA</b>	3	219.3700	13.44195	7.76072	185.9783	252.7617	208.13	234.26
<b>36% CVB</b>	3	233.5833	17.75241	10.24936	189.4839	277.6828	214.49	249.59
<b>40% CVC</b>	3	207.2467	5.31502	3.06863	194.0434	220.4499	201.13	210.74
<b>Total</b>	12	229.3825	21.88416	6.31741	215.4780	243.2870	201.13	261.09

**Fuente.** Elaboración propia.

En la presente tabla se aprecia que los resultados recaudados provenientes de la sustitución del 36% de agregado fino por vidrio reciclado se muestran superiores a diferencia del concreto patrón, por lo que se recomienda la sustitución de este material ecológico para el incremento de resistencia del hormigón.

**Tabla 51. Prueba de normalidad.**

		Pruebas de normalidad					
		MUESTRA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk	
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl
RESISTENCIA_CO MPRESION_MUY_ SEVERO	PATRON	0.326	3		0.874	3	0.307
	30% CVA	0.274	3		0.945	3	0.547
	36% CVB	0.236	3		0.977	3	0.711
	40% CVC	0.356	3		0.817	3	0.156

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla Análisis de varianza ANOVA, se denotan los resultados de acuerdo con la significancia de 0.004, el cual quiere decir que las variables establecidas tienen relación ya que es menor a 0.05, señalando que existe una diferencia pronunciada de entre los grupos analizados.

**Tabla 40. Análisis de varianza ANOVA.**

ANOVA					
RESISTENCIA_COMPRESION_ MUY_SEVERO	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4166.865	3	1388.955	10.090	0.004
Dentro de grupos	1101.214	8	137.652		
Total	5268.079	11			

En la tabla Análisis de la distribución normalidad elaborado a través del programa SPSS V.26 se denotan los resultados obtenidos para determinar su significancia. Se aprecia resultado superior a 0.05, por cual es preferible la evaluación de Análisis de varianza ANOVA.

**Tabla 52. Método TUKEY para comparaciones múltiples.**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: RESISTENCIA_COMPRESION_MUY_SEVERO						
HSD Tukey						
(I) MUESTRA	(J) MUESTRA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON	30% CVA	37,96000*	9.57955	0.018	7.2829	68.6371
	36% CVB	23.74667	9.57955	0.138	-6.9304	54.4238
	40% CVC	50,08333*	9.57955	0.004	19.4062	80.7604
30% CVA	PATRON	-37,96000*	9.57955	0.018	-68.6371	-7.2829
	36% CVB	-14.21333	9.57955	0.488	-44.8904	16.4638
	40% CVC	12.12333	9.57955	0.607	-18.5538	42.8004

<b>36% CVB</b>	PATRON	-23.74667	9.57955	0.138	-54.4238	6.9304
	30% CVA	14.21333	9.57955	0.488	-16.4638	44.8904
	40% CVC	26.33667	9.57955	0.095	-4.3404	57.0138
<b>40% CVC</b>	PATRON	-50,08333*	9.57955	0.004	-80.7604	-19.4062
	30% CVA	-12.12333	9.57955	0.607	-42.8004	18.5538
	36% CVB	-26.33667	9.57955	0.095	-57.0138	4.3404
<b>*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.</b>						

En la tabla de comparaciones múltiples analizado en cada grupo, se muestra versatilidad entre los resultados alcanzados. Así mismo se observa que el grupo con 36% y concreto patrón, obtuvieron las mayores resistencias alcanzadas, a diferencia de los grupos de 30% y 40% que denota una diferencia significativa entre los resultados obtenidos.

#### IV. DISCUSIÓN

Se planteó como primer objetivo específico el determinar las características físico-mecánicas de los agregados del concreto mediante el análisis granulométrico según la NTP 400.012, esto en base a los aportes de Feijó y Sanchez (2020), quienes sostienen que las características físicas y mecánicas de los agregados son un conjunto de atributos determinados a través de diversos ensayos o pruebas. Estos valores de referencia son fundamentales para su utilización en el diseño de mezclas.

Considerando esto, en la presente investigación se analizó la información recolectada evidenciando que, en cuanto al agregado fino, se puede identificar que el módulo de fineza de 3.02 está dentro de los rangos normativos (que no sea menor de 2.3 ni mayor de 3.1) de la NTP 400.037, estableciendo una arena gruesa consolidada. En referencia al agregado grueso, podemos destacar la densidad aparente de  $1402 \text{ kg/m}^3$ , cumple lo indicado en NTP 400.017 (rango de  $1400 \text{ kg/m}^3$  -  $1600 \text{ kg/m}^3$ ). De igual forma, los valores de absorción y humedad son aceptables para ambos agregados, pero están por debajo de valores típicos promedio (2.00 % a 8.00%) según (360 en concreto). Estos resultados son coincidentes con lo obtenido por Lapa y Rueda (2021) quienes determinan en su investigación, en cuanto al agregado fino, un coeficiente de fineza de 2.60 el cual se halla dentro del rango establecido, considerando una arena gruesa adecuada. Por otro lado, en cuanto al agregado grueso cuenta con un peso unitario de  $1487 \text{ kg/m}^3$ , encontrándose dentro del rango. De la misma manera, para los valores de absorción cuentan con porcentajes similares y para la humedad son porcentajes mayores a diferencia de la presente investigación. Con esto se evidencia que a través de la información recolectada mediante El análisis granulométrico permite obtener las características físicas y mecánicas de los agregados de concreto, fundamentales para el posterior proceso de diseño de mezclas.

Se planteó como segundo objetivo el determinar el diseño de mezcla del concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/m}^2$  usando el método ACI-211. En relación a los aportes de Rivva (2017) quien define el diseño de mezcla como un proceso de selección de los agregados adecuados, con el objetivo de que en estado fresco cuenta con

manejabilidad y estabilidad apropiada, y en estado sólido satisfaga lo señalado en planos y/o especificaciones técnicas.

Considerando lo expuesto en este estudio, se examinó la información obtenida evidenciando que se estableció un diseño de mezcla adecuado cumpliendo con la normativa especificada, obteniendo una dosificación en peso de 1: 2.23: 2.23: 0.59 y en volumen de 1: 2.15: 2.40: 25 lt/bl. El cual coincide con los resultados obtenidos de Veysel (2019) asemejando sus resultados de acuerdo a sus 39 mezclas proyectadas. Se considera que el factor influyente en la resistencia es la proporción agua/cemento, ya que si la relación a/c es menor se consigue un concreto de alta resistencia, teniendo en cuenta que no debe ser inferior a 0,25. Por otro lado si la relación es mayor la resistencia en consecuencia es menor.

Se tiene como tercer objetivo específico el determinar la resistencia del concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  mediante el ensayo de resistencia a la compresión. Para lo cual Mori (2019) lo define como el mayúsculo esfuerzo que puede soportar, el cual se determina mediante el ensayo de resistencia a compresión en laboratorio regulada por la Norma (ASTM).

Se analizó los datos recabados en este estudio evidenciando que la resistencia incrementa conforme aumenta los días de curado, siendo así que a los 28 días de curado superó la capacidad requerida para un hormigón  $f'c=210 \text{ kg/m}^2$ , obteniendo una resistencia promedio de  $f'c=256.23 \text{ kg/m}^2$  y en relación agua/cemento 0.56. Esto coincide con los resultados obtenidos por Chacón (2018) donde a partir de sus resultados se evidencia un incremento progresivo referente a la resistencia en las distintas muestras, atribuible a la alta calidad de los agregados, considerando una relación a/c de 0.50.

A partir de lo mencionado líneas arriba, se puede decir que un buen diseño de mezcla que satisfaga los requerimientos del ACI 211 logra la resistencia requerida.

Se tiene como cuarto objetivo específico el determinar la resistencia del concreto que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado mediante el ensayo de resistencia a la compresión. Esto en base a los aportes de Feijó (2019) el cual menciona que la capacidad de soporte a

compresión es la mayor medida de resistencia a la carga axial de los especímenes de concreto, expresado en kilogramos por centímetros cuadrados, libras por pulgadas cuadradas, mega pascales a la edad de 28 días.

De acuerdo con los datos recolectados de dicho estudio se evidencia, que la sustitución del 36% de vidrio reciclado ayuda considerablemente en la resistencia del concreto ya que se obtuvo una resistencia promedio de 262.21kg/cm<sup>2</sup>, superior a la del concreto estándar. Estos resultados coinciden con Abanto y Gil (2022) quienes indican que sustituir vidrio reciclado ayuda al incremento de la resistencia en sus tres edades y que el más favorable es el 20% donde alcanzó una resistencia de 260.9696 *kg/m<sup>2</sup>*.

Cabe mencionar que la agregación del presente proyecto es mayor, esto debido a que los especímenes de concreto fueron expuestos a condiciones de sulfato de acuerdo a la Norma E060, deduciendo que el vidrio es un material resistente a los ácidos, por lo tanto, actuará en el concreto como resistente a los ataques de sulfatos que puedan existir en los suelos.

Se determinó como quinto objetivo el determinar la resistencia del concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión. De acuerdo con los aportes de Feijó (2019) menciona que las propiedades de los agregados finos y gruesos, la proporción de sustitución de otro material adecuado que cumpla con los requerimientos y la relación agua/cementos empleados en la mezcla permiten mejorar la resistencia a compresión, de la misma manera el asentamiento de las mezclas de hormigón.

Considerando esto, en la presente investigación se analizó la información recolectada evidenciando que, la resistencia a compresión menora en una leve caída de la resistencia para la inmersión a sulfato en las condiciones de severo y muy severo, siendo los resultados para los 28 días de inmersión para severo una resistencia valor medio de 226.38kg/cm<sup>2</sup> y para muy severo una resistencia promedio de 225.41 kg/cm<sup>2</sup>, pero que se mantienen dentro de la resistencia requerida para la cual se realizó el diseño. Se puede decir que el ataque de sulfatos al concreto influye de manera negativa ya que la resistencia se ve de forma decreciente en cuanto a la resistencia del concreto estándar que fue

256.23kg/m<sup>2</sup>. Los resultados coinciden con Cabrera (2022) quien determina en sus resultados que los sulfatos ejercen una influencia negativa en las características del concreto, por lo tanto, no se obtuvo la resistencia requerida de  $f'c=210 \text{ kg/m}^2$ , para cual había efectuado el diseño.

Se determinó como último objetivo el determinar la resistencia del concreto que implica la sustitución del agregado fino por un 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato mediante el ensayo de resistencia a la compresión. Esto en base a los aportes de Mori (2019) quien define a la resistencia como el mayor esfuerzo que puede soportar, el cual se determina mediante el ensayo de resistencia a compresión en laboratorio regulada por la Norma (ASTM).

De acuerdo a los hallazgos obtenidos de este estudio, se observa que la resistencia del concreto disminuye de manera leve para ambos casos en inmersiones de severo y muy severo, siendo más notables en la última inmersión mencionada ya que exposición es más fuerte, con respecto al concreto estándar  $F'c=210 \text{ kg/m}^2$ . Sin embargo, si se realiza una comparación con el concreto patrón expuesto a sulfato este es mucho menor la resistencia, ya que no cuenta con la sustitución de vidrio requerida del 36% donde se pone como evidencia que funciona de manera adecuada ante los ataques de sulfato. Los resultados coinciden con Anicama (2020) quien demuestra en sus resultados que cuando se expone a sulfato de magnesio no experimenta una reducción considerable a diferencia del concreto patrón que si presenta una variación sustancial luego de ser sometido a las inmersiones de sulfato 9500 MG/LT y 90000 MG/LT.

Con esto se evidencia que cuando se reemplaza un 36% de arena gruesa por el vidrio reciclado, se mejoran las características del concreto, destacando la posibilidad de reducir la resistencia ante los ataques químicos de los sulfatos.

## V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que las características físicas y mecánicas de los materiales, con un módulo de finura de 3.02% para la arena fina y un tamaño máximo nominal de 1/2" para la piedra, cumplen con los estándares normativos.

2. Se determinó que las características de los materiales utilizados en el diseño de mezcla para alcanzar una resistencia  $f'c=210 \text{ kg/m}^2$  cumplen con las exigencias de la norma técnica peruana, corroboradas mediante los análisis granulométricos realizados a los agregados.

3. Se determinó que la resistencia a compresión de los especímenes cilíndricos de concreto patrón cumple con la resistencia requerida, alcanzando un  $f'c=256.23 \text{ kg/m}^2$  a los 28 días de curado.

4. Se determinó la resistencia a compresión de los especímenes cilíndricos, sustituyendo el agregado fino por 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado. Se obtuvo a los 28 días de curado  $f'c=236.39 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=262.21 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=235.33 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, destacando el 36% de sustitución.

5. Se determinó que la resistencia de los especímenes cilíndricos de concreto patrón expuestos a sulfato disminuye, resultando para exposición a severo una resistencia promedio de 226,96 kg/cm<sup>2</sup> y para muy severo una resistencia promedio de 224.84 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado. Así mismo para los 56 días de inmersión se determina una resistencia de 221.79kg/cm<sup>2</sup> para severo y 217.85 kg/cm<sup>2</sup> para muy severo.

6. Se determinó la resistencia a compresión de los especímenes cilíndricos, sustituyendo el agregado fino por 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado expuesto a sulfato. Las resistencias obtenidas a los 28 días de inmersión en severo fueron  $f'c=223.35 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=249.06 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=211.40 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, siendo para inmersión a muy severo  $f'c=220.10 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=232.94 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=206.55 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. Por otro lado, las resistencias obtenidas a los 56 días de inmersión en severo fueron  $f'c=217.10 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=228.28 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=207.87 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, siendo para inmersión a muy severo  $f'c=211.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=228.04 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=197.74 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que al trabajar con materiales como concreto y sulfato, se realicen los ensayos con mayor anticipación. Esto permitirá obtener resultados más precisos y detallados, ya que los efectos a largo plazo de estos materiales requieren periodos extendidos de observación y análisis.
2. Se recomienda usar otros materiales ecológicos y sustituir en otros componentes del concreto, para su posterior comparación de resistencia junto a sus propiedades físicas – mecánicas y ante el ataque de sulfatos.
3. Se sugiere ajustar el diseño de la mezcla con una relación agua/cemento más reducido que la inicialmente definida, para aumentar la resistencia del concreto. Esta optimización busca disminuir la proporción de agua respecto al cemento, resultando en una pasta cementicia más compacta y cohesionada. Esto reduce la porosidad del material y mejora la interacción entre sus componentes, incrementando así la capacidad de carga y durabilidad del concreto.
4. Se recomienda la sustitución del 36% del agregado fino por vidrio reciclado para mejorar la resistencia del concreto frente al deterioro causado por la exposición a sulfatos. Esta proporción ha sido identificada como óptima tras evaluar diversas proporciones de sustitución y su desempeño bajo condiciones de sulfatos. La inclusión de vidrio reciclado en esta cantidad contribuye significativamente a reforzar el concreto y mitigar los efectos adversos del ataque de sulfatos, mejorando la durabilidad y la vida útil del material.

## REFERENCIAS

1. ABANTO, Ana y GIL, Jaira, 2022. Diseño de concreto portland  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando vidrio molido para incrementar la resistencia a la compresión. La Libertad – 2022. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/yzv8h>
2. ACI 318-19 (2019). Requisitos de reglamento para concreto estructural ISBN: 978-1-64195-060-2. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://goo.su/vKGXHZf>
3. ANICAMA, Leonardo. 2020. Análisis corrosivo del concreto elaborado con vidrio reciclado por efecto del ataque del sulfato de magnesio, Lima – 2019. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/0x7ha>
4. ARIAS, Danitza y ESPINOZA, Manuel, 2021. Evaluación del mucílago de nopal y el cemento modificado en las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en suelos sulfatados, Pachacámac – 2021. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/1o9eq>
5. CABRERA, Christian, 2022. Análisis de la influencia de sulfatos en las propiedades del concreto en estructuras en la costa de Chorrillos, 2021. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe6l>
6. CASTRO, Jhon. GOMEZ, Leydi y CAMARGO, Esperanza, 2022. La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/rix2d>
7. CHACÓN, Michael, 2018. Estudio de la corrosión del concreto de mediana resistencia por efecto de los sulfatos utilizando cemento Quisqueya tipo I – Lima 2018. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/1s0ng>
8. CHAPOÑAN, Cesar y MANOSALVA, Jose, 2022. Evaluación de la durabilidad del concreto utilizando cementos comerciales tipo – I de la ciudad Chiclayo, 2021. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en:

<https://n9.cl/0emyp>

9. GERENCIA de Comunicación Corporativa. Deterioro de centro de salud en Chimbote pone en riesgo a pacientes y trabajadores. Plataforma Digital del Estado Peruano, 2022. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/ioglcg>
10. GONZAGA, Junior, 2022. Análisis de la resistencia a la compresión y patología en concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionado con vidrio reciclado, Cajamarca 2022. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/852jgg>
11. HARMSSEN, Teodoro, 2002. Diseño de estructuras de concreto armado. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/36jo>
12. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://goo.su/4vwGYd>
13. JIMÉNEZ, Kevin y LOZANO, Hernán, 2018. Análisis de la influencia de sulfatos y cloruros en el deterioro de estructuras en concreto en zonas costeras del Atlántico colombiano. [Fecha de consulta 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu>
14. LAPA, Jhenyfer, RUEDA, Jefferson. 2021. Propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando cemento tipo HS expuesto a sales, cloruros y sulfatos, Punta Hermosa, Lima 2021. [Fecha de consulta 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe>
15. LÓPEZ, Pedro. 2004. Carrera de Ciencias de la Comunicación Social. Población, muestra y muestreo. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/scielo.php>
16. MINISTERIO del Ambiente, 2018. En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables. [Fecha de consulta 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe>

17. NABIL, Akhras. 2006. Durability of metakaolin concrete to sulfate attack. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com>
18. Norma Técnica Peruana 334.009: 2016. Instituto Nacional de Calidad Cementos, Cementos Portland. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://kupdf.net/download/ntp>
19. Norma Técnica Peruana 339.034: 2015. Método de ensayo normalizado para la determinación de resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://es.slideshare.net>
20. Norma Técnica Peruana 339.185: 2013. Agregados, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe>
21. Norma Técnica Peruana 400.011: 2008. Agregados, Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe>
22. Norma Técnica Peruana 400.012: 2013. Agregados, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe>
23. Norma Técnica Peruano. E.060 Concreto Armado global. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://www3.vivienda.gob.pe>
24. OSORIO, Jesus, 2023. Resistencia mecánica del concreto y Resistencia a la compresión. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://360enconcreto.com>
25. PINEDA, Beatriz, DE ALVARADO, Eva y DE CANALES, Francisca 1994. Metodología de la investigación, manual para el desarrollo de personal de salud. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/scielo>.

26. RAMOS, Carlos. Diseños de investigación experimental. Ciencia América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es>
27. REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. Norma E.040 de Vidrio. 2006. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamientos. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe>
28. SÁNCHEZ, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://books.google.com.co>
29. TANYLDIZI, Harun, 2023. Revista de la construcción. Durability of concrete exposed to combined freeze-thaw, sulfate, and acid attacks after two years. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://revistadelaconstruccion>
30. VEGA, Marcelo, 2019. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos adicionados sometido a acción de Sulfatos-Ancón, 2019. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe>
31. VEYSEL, Akyuncu, 2019. Modeling the weight and length changes of the concrete exposed to sulfate using artificial neural network, Revista de la Construcción. [Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://revistadelaconstruccion>

## ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala / niveles de medición
<p>Variable independiente: vidrio</p>	<p>Materia sólida, fundida, amorfa, dura, quebradiza, que es un complejo químico de silicatos sólidos y cal correspondiente a la fórmula: <math>\text{SiO}_2</math> (Na<sub>2</sub>O) m (CaO) n. El silicato <math>\text{SiO}_2</math> que forma un elemento ácido que proviene de la arena silícea, limpia y seca.</p> <p>Los óxidos primordiales provienen: Para el Na<sub>2</sub> O; proviene del carbono o del sulfato de sodio. Para el CaO y MgO; proviene de la caliza natural (carbonato de calcio) y la dolomita (Reglamento Nacional de Edificaciones, E.040, 2006).</p>	<p>Las probetas van a estar expuestas a distintas soluciones de sulfatos, se sustituirá el agregado fino por 30%, 36% y 40% de vidrio reciclado molido con el objetivo de analizar su influencia en la resistencia a la compresión.</p>	Tipología	Composición química	Razón
			Características	Calidad	
			Porcentaje óptimo	Cantidad.	
			Granulometría	Mm	

Variable independiente: Sulfatos	Los sulfatos son sales o compuestos químicos que contienen el ion sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ). Estos iones están formados por un átomo de azufre unido a cuatro átomos de oxígeno y tienen una carga negativa de 2- en su estructura. Los sulfatos son comunes en la naturaleza y en la química, y se encuentran en una variedad de minerales, suelos, aguas naturales y compuestos químicos. Tienen implicaciones significativas en la industria, la agricultura y la química (Vargas, 2017, p.24).	Para llevar a cabo esta cuantificación, el concreto será expuesto a soluciones de sulfato de acuerdo a la N.T.E. E060 de concreto armado, el cual se considerará según la tabla 4.4 la exposición a sulfatos de severa y muy severa.	Concentración óptima de sulfatos	Cantidad de soluciones de sulfatos de acuerdo a la E060	Razón
			Tipos de sulfatos.	Sódico, magnesio, calcio.	
Variable dependiente: resistencia a la compresión	Se determina como la facultad de sostener una carga por unidad de área y se expresa en términos de esfuerzos, generalmente en kg/cm <sup>2</sup> , MPa, y a veces en libras por pulgada cuadrada. (Osorio, 2023, p.22).	La resistencia a la compresión de las probetas para la presente investigación será representada por la notación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , se determina mediante un ensayo específico que implica la aplicación gradual y constante de carga sobre las probetas del material en cuestión.	Ensayo de la resistencia a la compresión,	Rotura de probetas en la máquina de compresión axial	Razón
			Diseño de mezcla,	Características física-mecánicas de los agregados y dosificación	
			Tiempo de curado y construcción de probetas.	Tiempo de curado según la norma E.060.	



### Anexo 03: Fichas de validación de instrumentos para la recolección de datos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

#### FICHA DE VALIDACIÓN

##### DATOS GENERALES

**Título del proyecto de Investigación:** Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023

**Apellidos y nombres del experto** : Segundo M. Urrutia Vargas

**Autor (s) del instrumento (s)** : Moreno Villanueva, Alicia – Ramos Castillo, Abigail

##### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>45</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

##### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO PUEDE SER APLICADO

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

45

  
 Segundo M. Urrutia Vargas  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP N° 28.158  
 Reg. C N° 4258



## FICHA DE VALIDACIÓN

## DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : *JESSIKA JEANEATTE SILVA BURBA*  
 Instrumento de evaluación : Instrumento de recolección de datos  
 Autor (s) del instrumento (s) : Moreno Villanueva, Alicia – Ramos Castillo, Abigail

## ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>47</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

## OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO PUEDE SER APLICADO

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

*Jessika Jeaneatte Silva Burba*  
 JESSIKA JEANEATTE SILVA BURBA  
 CIP: TC 8598



FICHA DE VALIDACIÓN

DATOS GENERALES

**Título del proyecto de Investigación:** Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023

**Apellidos y nombres del experto** : DIAZ SERZO GUSTAVO MARTIN

**Autor (s) del instrumento (s)** : Moreno Villanueva, Alicia – Ramos Castillo, Abigail

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

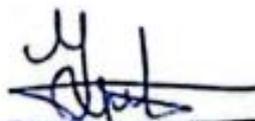
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>43</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

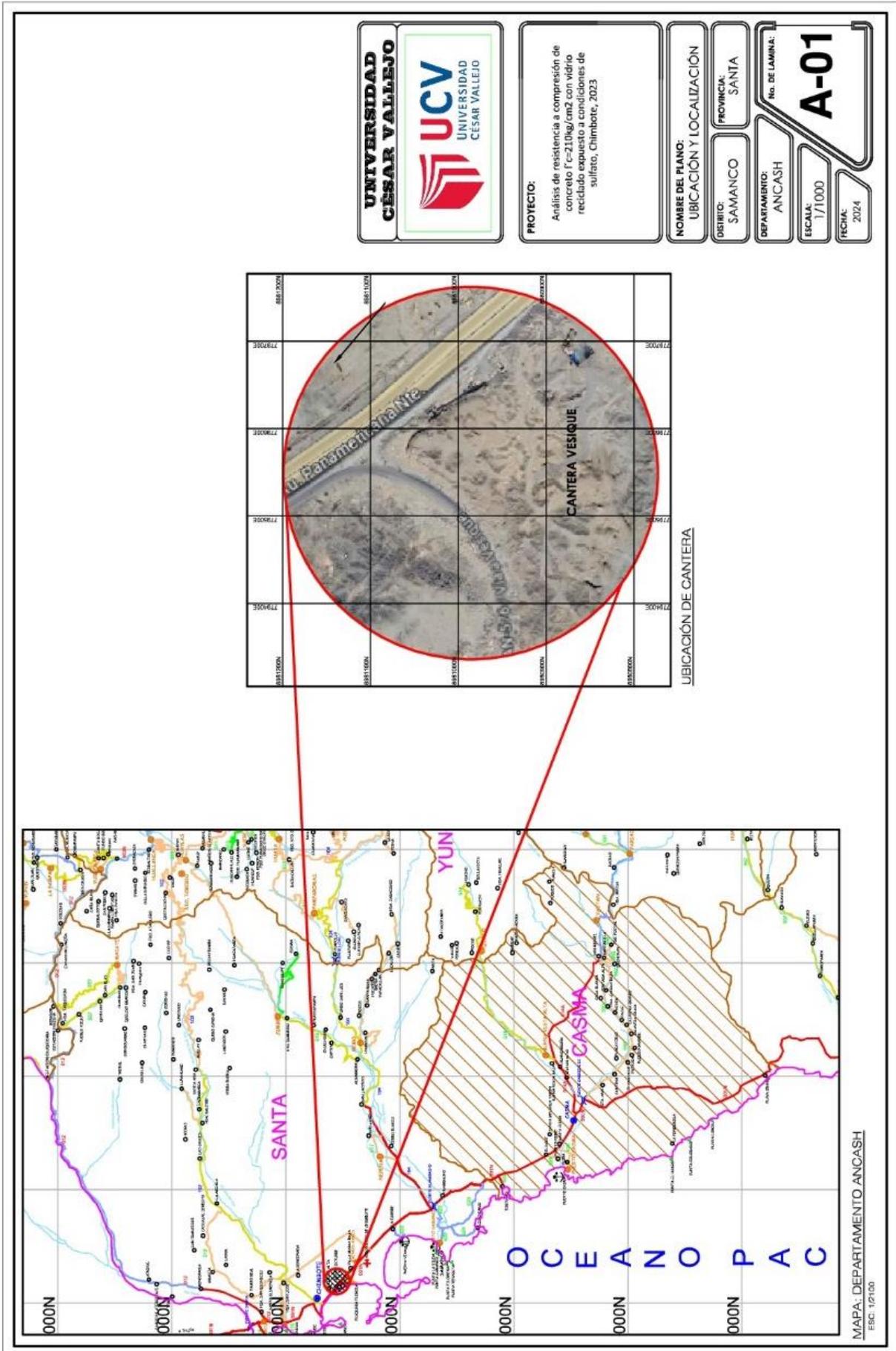
OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO PUEDE SER APLICADO

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 43

  
**Ing. Díaz Serzo Gustavo Martín**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 209384**

Anexo 04: Plano de Ubicación de cantera.



## Anexo 05: Certificados del Laboratorio



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Timado digitalmente por:  
CHRISTÓBAL SALAZAR Sergio Juan Pizarro  
FAU: 20132840333 hard  
Fecha: 21/12/2022 16:20:09-0800

# Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

## CERTIFICADO N° 00143979

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 032511-2022/DSD - INDECOPI de fecha 20 de diciembre de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación GN CONSULTORÍA GEOTÉCNICA DEL NORTE S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Clase	:	42 de la clasificación Internacional.
Solicitud	:	0972951-2022
Titular	:	CONSULTORIA GEOTECNICA DEL NORTE S.A.C.
País	:	Perú
Vigencia	:	20 de diciembre de 2032
Distingue	:	Trabajos de ingeniería (análisis de suelos), servicio de ingeniería, servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación en estos ámbitos



# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## PUNTO DE PRECISION S.A.C.

### Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1 Grupo 10 Mz M Lt. 23, distrito de Villa El Salvador, provincia y departamento Lima.

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 19 de mayo de 2022

Fecha de Vencimiento: 18 de mayo de 2026



Cédula N° : 0196-2022-INACAL/DA  
Adenda N°1 del Contrato N°: 006-2019/INACAL/DA  
Registro N° : LC - 033

**ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

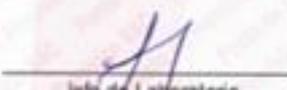
Fecha de emisión: 06 de junio de 2022



El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y código de acreditación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorias/acreditadas](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorias/acreditadas), y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con el Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

## Anexo 06: Certificados de Calibración

	<p style="text-align: center;"><b>Punto de Precisión SAC</b> LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033</p>	
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1328-2023</b>		
Página 1 de 3		
<b>Expediente</b>	: 430-2023	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 %.
<b>Fecha de Emisión</b>	: 2023-12-13	
<b>1. Solicitante</b>	: CONSULTORIA GEOTECNICA DEL NORTE S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  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.  PUNTO DE PRECISIÓN 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.
<b>Dirección</b>	: MZA, T1 LOTE 16 URB. LAS CASUARINAS - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: BALANZA	
<b>Marca</b>	: NO INDICA	
<b>Modelo</b>	: WT60001GF	
<b>Número de Serie</b>	: 200803059	
<b>Alcance de Indicación</b>	: 6 000 g	
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b>	: 0,1 g	
<b>División de Escala Real (d)</b>	: 0,1 g	
<b>Procedencia</b>	: NO INDICA	
<b>Identificación</b>	: NO INDICA	
<b>Tipo</b>	: ELECTRÓNICA	
<b>Ubicación</b>	: LABORATORIO	
<b>Fecha de Calibración</b>	: 2023-12-12	
<b>3. Método de Calibración</b>	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO de CONSULTORIA GEOTECNICA DEL NORTE S.A.C. MANUEL VILLAVICENCIO NRO. 774 - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	
		
PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02	Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106		
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com		
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1328-2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,9	24,9
Humedad Relativa	66,0	66,0

**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
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-257-2023

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 5 999,6 g para una carga de 6 000,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

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 II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 22 °C a 30 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	DET. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicio 24,9			Fin 24,9		
	Carga L1*	3 000,00 g			Carga L2*	6 000,00 g
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,06	-0,01
2	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,1	0,08	0,07
3	3 000,1	0,06	0,09	6 000,1	0,05	0,10
4	3 000,0	0,08	-0,03	6 000,1	0,07	0,06
5	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,06	-0,01
6	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,06	-0,03
7	3 000,0	0,09	-0,04	6 000,0	0,07	-0,02
8	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,09	-0,04
9	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,06	-0,01
10	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,05	0,00
Diferencia Máxima	0,13			0,14		
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-05.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1328-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de $E_c$				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	F (g)	$\Delta L$ (g)	$E$ (g)	Carga L (g)	F (g)	$\Delta L$ (g)	$E$ (g)	$E_c$ (g)
1	1,00	1,0	0,95	0,00	2 000,00	2 000,0	0,97	-0,02	-0,02
2		1,0	0,97	-0,02		2 000,0	0,98	-0,03	-0,01
3		1,0	0,96	-0,01		1 999,9	0,93	-0,06	-0,07
4		1,0	0,97	-0,02		2 000,0	0,96	-0,01	0,01
5		1,0	0,98	-0,03		2 000,1	0,97	0,08	0,11
Error máximo permitido: ±									0,3 g

(\*) valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± exp (g)
	F (g)	$\Delta L$ (g)	$E$ (g)	$E_c$ (g)	F (g)	$\Delta L$ (g)	$E$ (g)	$E_c$ (g)	
1,00	1,0	0,06	-0,01						
5,00	5,0	0,06	-0,03	-0,02	5,0	0,07	-0,02	-0,01	0,1
50,00	50,0	0,07	-0,02	-0,01	50,0	0,06	-0,01	0,00	0,1
100,00	100,0	0,06	-0,01	0,00	100,0	0,06	-0,03	-0,02	0,1
500,00	500,0	0,06	-0,03	-0,02	500,0	0,05	0,00	0,01	0,1
1 000,00	1 000,0	0,05	0,00	0,01	1 000,0	0,06	-0,03	-0,02	0,2
1 500,00	1 500,0	0,07	-0,02	-0,01	1 500,0	0,06	-0,01	0,00	0,2
2 000,00	2 000,0	0,06	-0,01	0,00	2 000,0	0,07	-0,02	-0,01	0,2
4 000,01	4 000,0	0,06	-0,04	-0,03	4 000,0	0,06	-0,02	-0,01	0,3
5 000,00	5 000,0	0,06	-0,01	0,00	5 000,0	0,06	-0,03	-0,02	0,3
6 000,00	6 000,0	0,07	-0,02	-0,01	6 000,0	0,07	-0,02	-0,01	0,3

e.m.p. error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,33 \times 10^{-4} \times R$$

**Incetidumbre**

$$U_k = 2 \sqrt{4,28 \times 10^{-7} g^2 + 9,96 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    M: Carga incrementada    E: Error encontrado     $E_c$ : Error en cero     $E_c$ : Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-05-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152531

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-4438-2023

Página 1 de 3

Expediente : 430-2023  
Fecha de emisión : 2023-12-14

**1. Solicitante** : CONSULTORIA GEOTECNICA DEL NORTE S.A.C  
Dirección : MZA. T1 LOTE. 16 URB. LAS CASUARINAS - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

**2. Instrumento de medición** : TAMIZ  
Marca : GRAN TEST  
Modelo : NO INDICA  
Número de serie : 66961  
Valor de abertura : 63 mm  
N° de Tamiz : 2 1/2 in.  
Diámetro del alambre : 5,6 mm  
Material : ACERO INOXIDABLE  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de calibración : 2023-12-12

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 en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN 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. Método de calibración**

La calibración se realizó mediante comparación directa según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

**4. Lugar de calibración**

MANUEL VILLAVICENCIO NRO. 774 - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

5. Condiciones ambientales

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-4438-2023

Página 2 de 3

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	25,3	25,3
Humedad relativa (%rh)	63	63

### 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
KOSSODO METROLOGIA S.A.C.	Placa de ley con una incertidumbre máxima de 14,6 $\mu\text{m}$	DM23-C-0017-2023

### 7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 4 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre.

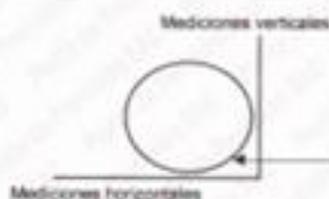
### 8. Resultados de medición

	Valor nominal de apertura (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)	Error máximo permitido (mm)
Horizontal	63,00	63,67	0,67	0,02	1,60
Vertical		63,63	0,63	0,02	1,60

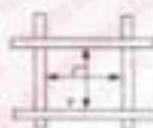
	Abertura máxima permitida (mm)	Abertura máxima encontrada (mm)	Máxima desviación permitida (mm)	Desviación estándar encontrada (mm)
Horizontal	65,440	64,129	—	0,527
Vertical		64,159	—	0,550

	Valor nominal del diámetro (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)
Horizontal	5,60	4,99	-0,61	0,05
Vertical		4,99	-0,61	0,06

	Diámetro Máximo permitido (mm)	Diámetro Máximo encontrado (mm)	Diámetro Mínimo permitido (mm)	Diámetro Mínimo encontrado (mm)
Horizontal	6,40	5,05	4,80	4,99
Vertical		5,06		4,92



Placa grabada y/o indicaciones físicas del tamiz



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CP N° 152631



ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 63 mm						MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 63 mm					
Las mediciones se realizaron en las unidades de mm						Las mediciones se realizaron en las unidades de mm					
64.13	63.97	62.94	65.06	--	--	63.80	62.78	63.77	64.16	--	--

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-4441-2023**

Página 1 de 3

Expediente : 430-2023  
Fecha de emisión : 2023-12-14

**1. Solicitante** : CONSULTORIA GEOTECNICA DEL NORTE S.A.C  
Dirección : MZA. T1 LOTE. 16 URB. LAS CASUARINAS - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

**2. Instrumento de medición** : TAMIZ  
Marca : GRAN TEST  
Modelo : NO INDICA  
Número de serie : 83983  
Valor de abertura : 19 mm  
N° de Tamiz : 34 in.  
Diámetro del alambre : 3,15 mm  
Material : ACERO INOXIDABLE  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de calibración : 2023-12-12

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN 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. Método de calibración**

La calibración se realizó mediante comparación directa según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

**4. Lugar de calibración**

MANUEL VILLAVICENCIO NRO. 774 - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-4441-2023

Página 2 de 3

### 5. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	25,6	25,8
Humedad relativa (%hr)	62	61

### 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
KOSSODO METROLOGIA S.A.C.	Plata de rey con una incertidumbre máxima de 16,1 µm.	DM23-C-0239-2023

### 7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 30 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre.

### 8. Resultados de medición

	Valor nominal de apertura (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)	Error máximo permitido (mm)
Horizontal	19,000	19,062	0,062	0,002	0,522
Vertical		19,059	0,059	0,002	0,522

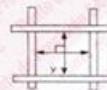
	Abertura máxima permitida (mm)	Abertura máxima encontrada (mm)	Máxima desviación permitida (mm)	Desviación estándar encontrada (mm)
Horizontal	20,010	19,856	0,393	0,164
Vertical		19,164		0,058

	Valor nominal del diámetro (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)
Horizontal	3,150	2,974	-0,176	0,026
Vertical		2,998	-0,152	0,026

	Diámetro Máximo permitido (mm)	Diámetro Máximo encontrado (mm)	Diámetro Mínimo permitido (mm)	Diámetro Mínimo encontrado (mm)
Horizontal	3,600	3,000	2,700	2,960
Vertical		3,040		2,970



Placa grabada y/o indicaciones técnicas del tamiz



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-4441-2023

Página 3 de 3

## ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 19 mm						MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 19 mm					
Las mediciones se realizaron en las unidades de mm						Las mediciones se realizaron en las unidades de mm					
18,985	19,082	18,945	18,935	18,915	19,051	18,964	19,122	19,057	19,031	19,085	19,117
19,083	19,116	19,064	19,073	19,132	19,098	19,164	18,972	19,057	19,025	19,151	19,042
19,021	19,037	18,998	19,117	19,856	18,034	19,084	18,976	19,074	19,087	19,064	19,102
19,118	18,976	19,073	18,985	19,037	19,118	18,954	19,021	19,057	19,122	19,064	18,972
19,073	19,083	18,915	18,945	19,064	18,935	19,087	19,042	19,085	19,117	18,964	19,102

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

## Anexo 07: Resultados de Laboratorio







**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**

INDECOPI EXP. N° 97293-2023

---

**Contactos: 978029869      Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com      RUC: 20601253365**

### DISEÑO DE MEZCLA $f'c$ 210 kg/cm<sup>2</sup>

Método de Diseño del Comité 211 del ACI



**TESE :** Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023

**SOLICITANTE :** Morano Vilanueva Alicia - Rancho Castillo Abigail Flor

**UBICACIÓN :** Chimbote - Santa - Ancash

**FECHA :** Marzo, 2024

**I. ESPECIFICACIONES**

1.1. La Resistencia de Diseño a los 28 días es de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, se desconoce el valor de la desviación estándar.

EL CONCRETO ES USADO EN CONSTRUCCIÓN DE CONCRETO ARMADO.

1.2. Materiales

1.2.1. Cemento Mochica Tipo I

Peso específico	3.15 g/cm <sup>3</sup>
-----------------	------------------------

1.2.2. Agregado Fino

Arena Gruesa - Procedencia de VIERQUE	
Peso específico	2.68 g/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.01 %
Contenido de Humedad	0.33 %
Módulo de Finura	3.02
Peso Unitario suelto	1557 kg/m <sup>3</sup>

1.2.3. Agregado Grueso

Piedra Chancada - Procedencia de SAN PEDRITO	
Tamaño Máximo Nominal 1/2"	
Peso específico	2.67 g/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.16 %
Contenido de Humedad	0.33 %
Peso Unitario Suelto	1402 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1619 kg/m <sup>3</sup>

1.2.3. Agua

Agua Potable de la zona

**II. SECUENCIA DE DISEÑO**

2.1. Selección de la Resistencia ( $f'c$ ):

Dado que no se conoce el valor de la desviación estándar, entonces se tiene que:

	$f'cr =$	$f'c +$	84	kg/cm <sup>2</sup>	
Entonces:	$f'cr =$	210 +	84 =	294	kg/cm <sup>2</sup>

2.2. Selección del Tamaño Máximo Nominal:

El tamaño máximo nominal es de 1/2"

2.3. Selección del Asentamiento:

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de 3" a 4".

2.4. Volumen Unitario de Agua

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de 1/2". El volumen unitario de agua es de 215 lt/m<sup>3</sup>



---

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN LAS CASUARINAS (SEGUNDA ETAPA)/ANCASH-SANTA-NUEVO CHIMBOTE



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**

INDECOPI EXP. N° 93190-3812

Contacto: 976029869

Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com

RUC: 20601253365

**2.5. Contenido de Aire**

Se considera 2.50 % de aire atrapado por las características de los componentes de este concreto.

**2.6. Relación Agua - Cemento:**

Para una resistencia de diseño  $f'_{cr} = 294$  kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de 0.56 por Resistencia.

**2.7. Factor Cemento:**

$215 / 0.56 = 383.93$  kg/m<sup>3</sup> = 9.03 Bb/m<sup>3</sup>.

**2.8. Contenido de Agregado Grueso:**

Para un módulo de finosa de 3.02 del agregado fino y un tamaño máximo nominal de 1/2" le corresponde un volumen unitario de 0.528 m<sup>3</sup> de agregado grueso varillado por unidad de volumen de concreto.

Peso del Agregado Grueso  $0.528 \times 1619 = 854.832$  Kg/m<sup>3</sup>

**2.9. Cálculo de Volúmenes absolutos:**

Cemento	383.93	/ ( 3.15 x 1000 ) =	0.122	m <sup>3</sup>
Agua	215	/ ( 1.00 x 1000 ) =	0.215	m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	2.50 %		0.025	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	854.832	/ ( 2.67 x 1000 ) =	0.320	m <sup>3</sup>
Total			0.682	m <sup>3</sup>

**2.10. Contenido de Agregado Fino:**

Volumen absoluto de Agregado Fino  $1 - 0.682 = 0.318$  m<sup>3</sup>

Peso de Agregado Fino seco  $0.318 \times 2.68 \times 1000 = 852.12$  Kg/m<sup>3</sup>

**2.11. Valores de Diseño:**

Cemento	383.93 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	215.00 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	852.12 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	854.832 Kg/m <sup>3</sup>

**2.12. Corrección por Humedad de los Agregados:**

Agregado Fino	852.12 x 1.0033 =	854.95 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	854.832 x 1.0033 =	857.66 Kg/m <sup>3</sup>

**Humedad Superficial de:**

Agregado Fino	0.33 - 1.01 =	-0.68 %
Agregado Grueso	0.33 - 1.16 =	-0.83 %

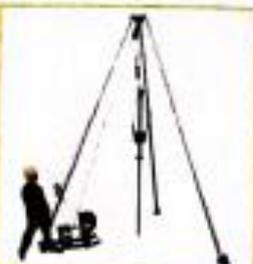
**Aporte de Humedad de los Agregados**

Agregado Fino	852.12 x -0.0068 =	-5.79 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	854.83 x -0.0083 =	-7.10 Lt/m <sup>3</sup>
Total		-12.89 Lt/m <sup>3</sup>

Agua Electiva	215.00 -	-12.89 =	227.89 Lt/m <sup>3</sup>
---------------	----------	----------	--------------------------



Simón H. Esquivel Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIB N° 68150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**

INDECOPRI EXP. N° 91291.2022

Contactos: 976029869

Correo: [consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com](mailto:consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com) RUC: 20601253365

Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

Cemento	383.93 Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	227.89 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	854.934 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	857.65 Kg/m <sup>3</sup>



**2.13. Preparación en Peso Húmedo:**

383.93 / 383.93	:	854.934 / 83.93	:	857.65 / 383.93
1	:	2.23	:	2.23 / 0.59

**2.14. Pesos por Tanda de un Saco:**

Cemento	1	x	42.5	=	42.50	Kg/saco
Agua Efectiva	0.59	x	42.5	=	25.23	Lt/saco
Agregado Fino Húmedo	2.23	x	42.5	=	94.64	Kg/saco
Agregado Grueso Húmedo	2.23	x	42.5	=	94.94	Kg/saco

**2.15. Peso por Pie Cúbico**

Agregado Fino Húmedo	854.934 x	35.3 / 1557	=	19.39	Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	857.653 x	35.3 / 1402	=	21.60	Kg/pie <sup>3</sup>

**2.15. Dosificación en Volumen**

Cemento	9.03 /	9.03 =	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	19.39 /	9.03 =	2.15	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	21.60 /	9.03 =	2.39	pie <sup>3</sup>
Agua de Mezcla	227.89 /	9.03 =	25.23	Lt/bolsa

**SE RECOMIENDA USAR: 1 : 2.15 : 2.40/25LT/BL**



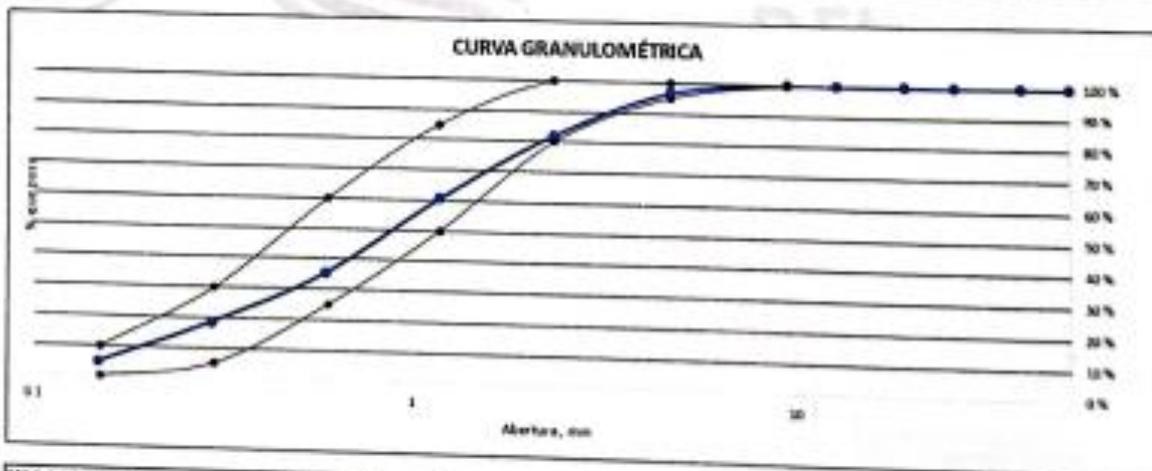
Simón H. Estaybo Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CUI N° 62150

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTO 8-204)



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfatación, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**CANTERA** : Vasique  
**MUESTRA** : Arena Gruesa  
**FECHA** : Marzo, 2024

TAMIZ		PESO RETENIDO (gf)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	% QUE PASA	
MALLA	ABERTURA (mm)					MINIMO	MAXIMO
3"	75.0000	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.5000	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.0000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.5000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.0000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.0000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.5000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.5000	0.00	0.00	0.00	100.00		
4	4.7500	17.00	3.31	3.31	96.69	100	100
8	2.3600	76.60	14.54	17.85	82.15	95	100
16	1.1800	119.30	21.51	39.36	60.64	50	85
30	0.5900	135.60	25.26	64.62	35.38	25	60
60	0.2500	91.20	16.87	81.49	18.51	5	30
100	0.1475	75.00	13.87	95.36	4.64	0	10
Fondo		25.10	4.64	100.00	0.00		



Módulo de Brasa: 0.02

Nota: la muestra fue proporcionada por el solicitante



**Simón H. Busebio Ramos**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 88150



**Consultora  
Geotecnica  
DEL  
Norte S.A.C.**

INDECOP I EXP. N° 93293-2022

Contactos: 976029869

Correo: [consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com](mailto:consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com) RUC: 20601253365

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (MTC E-108)**



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**CANTERA** : Vesique  
**MUESTRA** : Arena Gruesa  
**FECHA** : Marzo, 2024

HUMEDAD NATURAL			
Número de tara:	1	2	3
Peso tara:	92.1	97.77	98.21
Peso tara + suelo húmedo:	423.5	575.84	552.20
Peso tara + suelo seco:	422.4	573.22	550.03
Contenido de Humedad (%) :	0.33		
<b>Promedio Contenido de Humedad (%) :</b>	<b>0.11</b>		

*Nota: La muestra fue proporcionada por el solicitante.*



**Simón H. Desobio Ramos**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 68150



Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.

INRECOPI EXP. N° 02391.002

Contactos: 976029889

Correo: [consultorlageotecnicadelnorte@hotmail.com](mailto:consultorlageotecnicadelnorte@hotmail.com)

RUC: 20601253365

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS (MTC E-205)**



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**CANTERA** : Vesique  
**MUESTRA** : Arena Gruesa  
**FECHA** : Marzo, 2024

**Datos obtenidos en laboratorio**

Peso de la muestra inicial (gr)	500
Peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr)	495
Peso de picnómetro llena de agua a la marca de calibración (gr)	720
Peso del picnómetro, con la muestra y el agua (gr)	1035

**PESO ESPECÍFICO**

Peso específico de masa	2.68
Peso específico de masa saturada con superficie seca	2.70
Peso específico aparente	2.75

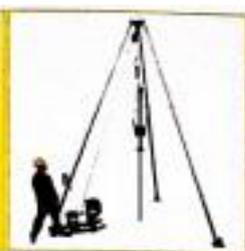
**ABSORCIÓN**

Absorción (%)	1.01
---------------	------

*Note: La muestra fue proporcionada por el solicitante.*



Simón H. Ballester Ramos  
INGENIERO CIVIL  
C.R. N° 88150



**Consultora  
Geotecnica  
DEL  
Norte S.A.C.**

INGECOPET EXP. N° 87991-1802

Contacto: 976029869

Correo: consultorageotecnicadelnorte@hotmail.com

RUC: 20601253365



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC 8-200)**

**PROYECTO :** Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de salinidad, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE :** Moreno Villanueva Alce - Ramos Castilla Anjali Pizarro  
**UBICACIÓN :** Chimbote - Santa - Ancash  
**PROVENIENCIA :** San Pedro  
**MUESTRA :** Piedra Chancada  
**FECHA :** Marzo, 2024

TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	% QUE PASA 30" y 75"	
MALLA	ABERTURA (mm)					MINIMO	MAXIMO
		891.80					
3"	75.0000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3 1/2"	63.5000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3"	66.0000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.5000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.0000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.0000	16.50	1.86	1.86	98.14	100	100
1/2"	12.7000	523.90	58.87	54.49	45.51	90	100
3/8"	9.5000	214.19	24.03	26.07	73.93	30	55
4	4.7500	233.50	26.18	39.63	60.37	0	15
8	2.3600	3.80	0.43	100.00	0.00	0	5
16	1.1800	0.00	0.00	100.00	0.00		
30	0.8500	0.00	0.00	100.00	0.00		
60	0.2500	0.00	0.00	100.00	0.00		
100	0.1475	0.00	0.00	100.00	0.00		
Fondo		0.00	0.00	100.00	0.00		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Módulo de Finura	8.77

*Nota: La muestra fue proporcionada por el solicitante.*



**Señor H. Basilio Ramos**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 68150

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN LAS CASUARINAS (SEGUNDA ETAPA) / ANCASH-SANTA-NUEVO CHIMBOTE



Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.

INDECOPES EXP. N° 97291-0803

Contactos: 976029869

Correo: [consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com](mailto:consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com) RUC: 20601253365



**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E-203)**

**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**CANERA** : Vesique  
**MUESTRA** : Arena Gruesa  
**FECHA** : Marzo, 2024

**Datos obtenidos en laboratorio**

Volumen del recipiente de medida (cm <sup>3</sup> )	3302.1
Peso de muestra de arena seca compactada en recipiente (gr)	5675
Peso de muestra de arena seca suelta en recipiente (gr)	5140

**COMPACTADO**

Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1719
---	------

**SUELTO**

Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1557
---	------

*Nota: La muestra fue proporcionada por el solicitante.*



Sando H. Basilio Ramos  
INGENIERO CIVIL  
C.O. N° 28156



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**

INDECOPET EXP. N° 972951-2023

Contactos: 976029889

Correo: [consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com](mailto:consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com) RUC: 20601253365

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (MTC E-108)**



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023

**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor

**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash

**PROCEDENCIA** : San Pedrito

**MUESTRA** : Piedra Chancada

**FECHA** : Marzo, 2024

HUMEDAD NATURAL			
Número de tara:	1	2	3
Peso tara:	97.9	98.78	100.20
Peso tara + suelo húmedo:	463	800.10	964.34
Peso tara + suelo seco:	461.8	794.15	957.22
Contenido de Humedad (%):	0.33		

Promedio Contenido de Humedad (%): 0.11

*Nota: La muestra fue proporcionada por el solicitante.*



*Sinón H. Eusebio Ramos*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 88150



Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.

INBOCOPF COP. N° 97190-3811

Contactos: 976029869

Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365



**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E-203)**

**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Fior  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**PROCEDENCIA** : San Pedro  
**MUESTRA** : Piedra Chancada  
**FECHA** : Marzo, 2024

**Datos obtenidos en laboratorio**

Volumen del recipiente de medida (cm <sup>3</sup> )	3302.11
Peso de muestra de piedra seca compactada en recipiente (gr)	5345
Peso de muestra de piedra seca suelta en recipiente (gr)	4630

**COMPACTADO**

Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1619
---	------

**SUELTO**

Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1402
---	------

*Note: La muestra fue proporcionada por el solicitante.*

  
Sra. H. Eugenia Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 80150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**

INDECOP EXP. N° 97251-022

Contactos: 976029889

Correo: [consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com](mailto:consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com)

RUC: 20601253365



**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS (MTC E-206)**

**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**PROCEDENCIA** : San Pedro  
**MUESTRA** : Piedra Chanoada  
**FECHA** : Marzo, 2024

**Datos obtenidos en laboratorio**

Peso de la muestra saturada superficialmente seca	B	3500
Peso de la muestra saturada dentro del agua	C	2202
Peso de la muestra seca	A	3460

**PESO ESPECÍFICO**

Peso específico de masa	2.67
Peso específico de masa saturada con superficie seca	2.70
Peso específico aparente	2.75

**ABSORCIÓN**

Absorción (%)	1.16
---------------	------

*Nota: La muestra fue proporcionada por el solicitante.*



**Simón H. Eduardo Ramos**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 88158



**Consultoría Geotécnica DEL Norte S.A.C.**  
 INDECOPI EXP. No 972951-2022  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 976029869 - 975751079 Correo: consultorlageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN (f<sub>c</sub>) ASTM C39



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2024  
**SOLICITANTE** : Mbreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**FECHA** : Abril, 2024

**CODIGO:** NTP 336.004-1999  
**TITULO:** NORMAS (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto  
**Codigo:** ASTM C39/C39M-2004  
**Titulo:** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO:**  
**DIAMETRO** 10.16 cm  
**LONGITUD** 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA:** RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCION	f <sub>c</sub> Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	DIAMETRO DE PROBETA	Área de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CP	210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.13	80.60	12800	158.82	75.63%
2	CP	210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.12	80.49	12950	160.89	76.61%
3	CP	210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.14	80.70	13020	161.34	76.83%
4	CP	210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.13	80.60	13700	168.99	80.95%
5	CP	210	18/03/2024	25/03/2024	7	10.13	80.60	14580	180.90	86.14%

Parámetros de ajuste:  
 1 día = 25 - 35%  
 3 días = 42 - 53%  
 7 días = 70 - 85%  
 14 días = 85 - 95%  
 28 días = 100 - 120%  
 60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Buschío Ramos  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 88150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPI EXP. N° 972951-2023

**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751078 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN ( $f_c$ ) ASTM C39



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2024  
**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**FECHA** : Abril, 2024

**CODIGO**: NTP 339.034-1999  
**TITULO**: HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el estudio a la compresion de muestras cilindricas de concreto  
**Codigos**: ASTM C39/C39M-2004  
**Titulo**: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO**:  
**DIAMETRO**: 10.16 cm  
**LONGITUD**: 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA**: RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCION	$f_c$ Especific. $\text{Kg/cm}^2$	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	DIAMETRO DE PROBETA	Area de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia $\text{kg/cm}^2$	% Especific. De la resistencia
1	CVA(30%)	210	19/03/2024	26/03/2024		10.13	80.60	13220	164.03	78.1%
2	CVA(30%)	210	19/03/2024	26/03/2024	7	10.12	80.49	13730	176.68	81.23%
3	CVA(30%)	210	19/03/2024	26/03/2024	7	10.14	80.70	13620	168.77	80.37%
4	CVA(30%)	210	19/03/2024	26/03/2024	7	10.13	80.60	13020	161.55	76.93%
5	CVA(30%)	210	19/03/2024	26/03/2024	7	10.13	80.60	13000	161.30	76.81%

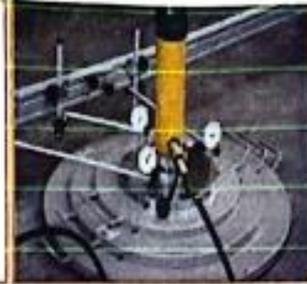
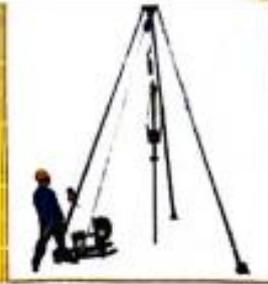
Permeabilidad estimada:

- 1 día = 25 - 30%
- 3 días = 42 - 53%
- 7 días = 70 - 85%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



*Simón H. Eusebio Ramos*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 88150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPÍ EXP. N° 972953-2022

**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365



**ENSAYO DE COMPRESIÓN ( $f_c$ ) ASTM C39**

**PROYECTO :** Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2022.  
**SOLICITANTE :** Mireno Vilanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN :** Chimbote - Santa - Ancash  
**FECHA :** Abril, 2024

**CODIGO:** NTP 338.034-1999  
**TITULO:** NORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el estuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto  
**Codigo:** ASTM C39/C39M-2004  
**Titulo:** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO:**  
**DIAMETRO** 10.16 cm  
**LONGITUD** 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA:** RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCION	$f_c$ Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CVB (36%)	210	20/03/2024	27/03/2024	7	10.13	80.90	14230	178.58	84.08%
2	CVB (36%)	210	20/03/2024	27/03/2024	7	10.12	80.89	14720	182.88	87.09%
3	CVB (36%)	210	20/03/2024	27/03/2024	7	10.14	80.70	14130	176.08	83.38%
4	CVB (36%)	210	20/03/2024	27/03/2024	7	10.13	80.90	14370	178.30	84.90%
5	CVB (36%)	210	20/03/2024	27/03/2024	7	10.14	80.75	14430	178.88	85.00%

Parámetros estimados:

- 1 día = 25 - 30%
- 3 días = 42 - 50%
- 7 días = 70 - 85%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Espinoza Ramos  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 88150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPI EXP. N° 872951-2022

**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN ( $f_c$ ) ASTM C39



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Vilanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**FECHA** : Abril, 2024

**CODIGO:** NTP 339.034-1999  
**TITULO:** NORMA CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
**Codigo:** ASTM C39/C39M-2004  
**Título:** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO:**  
**DIAMETRO** 10.16 cm  
**LONGITUD** 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA:** RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCION	$f_c$ Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CVC (40%)	210	21/03/2024	28/03/2024	7	10.13	80.60	13970	173.34	82.54%
2	CVC (40%)	210	21/03/2024	28/03/2024	7	10.12	80.49	13230	164.37	78.27%
3	CVC (40%)	210	21/03/2024	28/03/2024	7	10.14	80.70	13050	161.71	77.00%
4	CVC (40%)	210	21/03/2024	28/03/2024	7	10.13	80.60	13000	161.30	76.81%
5	CVC (40%)	210	21/03/2024	28/03/2024	7	10.12	80.44	13010	161.74	77.02%

Parámetros estimados:

- 1 día = 25 - 35%
- 3 días = 42 - 57%
- 7 días = 73 - 80%
- 14 días = 85 - 90%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Basilio Ramos  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR. N° 68150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPI EXP. N° 972951-2022

**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN (f<sub>c</sub>) ASTM C39



PROYECTO : Análisis de resistencia a compresión de concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
SOLICITANTE : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
UBICACIÓN : Chimbote - Santa - Ancash  
FECHA : Abril, 2024

CODIGO: NTP 539.034-1999  
TITULO: HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
Codigo: ASTM C39/C39M-2004  
Titulo: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

CILINDRO:  
DIAMETRO 10.16 cm  
LONGITUD 20.32 cm  
TIPO DE FALLA: RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCION	f <sub>c</sub> Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CP	210	18/03/2024	01/04/2024	14	10.13	80.60	13240	164.28	78.23%
2	CP	210	18/03/2024	01/04/2024	14	10.12	80.49	14110	175.30	83.48%
3	CP	210	18/03/2024	01/04/2024	14	10.14	80.70	14820	183.64	87.45%
4	CP	210	18/03/2024	01/04/2024	14	10.12	80.44	14520	180.62	85.98%
5	CP	210	18/03/2024	01/04/2024	14	10.13	80.60	14680	182.14	86.74%

Parámetros estimados:

- 1 día = 25 - 30%
- 3 días = 42 - 53%
- 7 días = 70 - 83%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sabe entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Eusebio Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 88150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPI EXP. N° 972951-2823  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751078 Correo: consultoríageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

**ENSAYO DE COMPRESIÓN ( $f_c$ ) ASTM C39**



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villarueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Arcaish  
**FECHA** : Abril, 2024

**CODIGO:** NTP 336.034-1999  
**TITULO:** NORMAS (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
**Código:** ASTM C39/C39M-2004  
**Título:** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO:**  
**DIAMETRO** 10.16 cm  
**LONGITUD** 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA:** RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCION	$f_c$ Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CWA(30%)	210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.13	80.60	14830	184.01	87.62%
2	CWA(30%)	210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.12	80.49	14200	176.42	84.01%
3	CWA(30%)	210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.14	80.70	14700	182.15	86.74%
3	CWA(30%)	210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.12	80.44	14115	175.48	83.56%
3	CWA(30%)	210	19/03/2024	02/04/2024	14	10.14	80.75	13720	168.90	80.90%

84.57%

Parámetros estimados:

- 1 día = 25 - 30%
- 3 días = 42 - 53%
- 7 días = 70 - 80%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sule entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Eusebio Ramos  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 88150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPÍ EXP. N° 872951-2022

**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN (f<sub>c</sub>) ASTM C39



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023

**SOLICITANTE** : Moreno Vilanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor

**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash

**FECHA** : Abril, 2024

**CODIGO:** NTP 339.034-1999  
**TITULO:** HORMIGON (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
**Codigo:** ASTM C39/C39M-2004  
**Título:** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO:**  
**DIAMETRO** 10.16 cm  
**LONGITUD** 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA:** RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCION	f <sub>c</sub> Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CVB (36%)	210	20/03/2024	03/04/2024	14	10.13	80.60	15060	188.96	89.96%
2	CVB (36%)	210	20/03/2024	03/04/2024	14	10.12	80.49	15440	191.83	91.35%
3	CVB (36%)	210	25/03/2024	03/04/2024	14	10.14	80.70	15720	194.79	92.76%
4	CVB (36%)	210	25/03/2024	03/04/2024	14	10.13	80.80	15310	188.96	90.46%
5	CVB (36%)	210	25/03/2024	03/04/2024	14	10.14	80.75	15600	193.18	91.99%

NORTE S.A.C.

Parámetros estimados:

- 1 día = 25 - 36%
- 3 días = 42 - 53%
- 7 días = 70 - 85%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Busebio Ramos  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 56150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOP EXP. N° 97351-2022  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN (f<sub>c</sub>) ASTM C39



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Vilanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**FECHA** : Abril, 2024

**CODIGO**: NTP 339.034-1999  
**TITULO**: HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
**Código**: ASTM C39/C39M-2004  
**Título**: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO**:  
**DIAMETRO** : 10.16 cm  
**LONGITUD** : 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA**: RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCION	f <sub>c</sub> Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CVC (40%)	210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.13	80.60	14060	174.46	83.07%
2	CVC (40%)	210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.12	80.49	14050	175.06	83.36%
3	CVC (40%)	210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.14	80.70	14150	175.34	83.49%
4	CVC (40%)	210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.12	80.44	14006	174.13	82.92%
5	CVC (40%)	210	21/03/2024	04/04/2024	14	10.13	80.60	14070	174.68	83.13%

Parámetros estimados:

1 día = 25 - 30%  
3 días = 42 - 53%  
7 días = 70 - 80%  
14 días = 85 - 95%  
28 días = 100 - 120%  
60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Eusebio Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 28150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOP EXP. N° 97991-2022

**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

**ENSAYO DE COMPRESIÓN (Fc) ASTM C39**



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**FECHA** : Abril, 2024

**CODIGO:** NTP 309.504-1999  
**TITULO:** HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el estudio a la compresion de muestras cilindricas de concreto  
**Codigo:** ASTM C39/C39M-2004  
**Titulo:** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO:**  
**DIAMETRO** : 0.1016 m  
**LONGITUD** : 0.2032 m  
**TIPO DE FALLA:** RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	DESCRIPCION	Fc Especif. Kg/cm2	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	DIAMETRO DE PROBETA	Area de seccion transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm2	% Especif. De la resistencia
1	CP	210	18/03/2024	15/04/2024	28	10.13	80.60	20910	259.44	123.54%
2	CP	210	18/03/2023	15/04/2023	28	10.12	80.49	20240	251.46	119.74%
3	CP	210	18/03/2023	15/04/2023	28	10.14	80.70	21070	261.08	124.33%
4	CP	210	18/03/2023	15/04/2023	28	10.14	80.75	20750	256.96	122.36%
5	CP	210	18/03/2023	15/04/2023	28	10.13	80.60	20327	252.21	120.10%

**Parametros estimados:**  
 1 dia = 25 - 30%  
 3 dias = 42 - 53%  
 7 dias = 70 - 85%  
 14 dias = 85 - 95%  
 28 dias = 100 - 120%  
 60 dias = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 dias

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

**Simón H. Eusebio Ramos**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR N° 88150



**Consultoria  
Geotecnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOP EXP. N° 972951-2022

**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN (f<sub>c</sub>) ASTM C39



PROYECTO : Análisis de resistencia a compresión de concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2024  
SOLICITANTE : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
UBICACIÓN : Chimbote - Santa - Ancash  
FECHA : Abril, 2024

CODIGO: NTP 309.034-1999  
TITULO: HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
Codigo: ASTM C39/C39M-2004  
Titulo: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

CILINDRO:  
DIAMETRO 10.16 cm  
LONGITUD 20.32 cm  
TIPO DE FALLA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	DESCRIPCION	f <sub>c</sub> Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CVA(30%)	210	19/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.60	18900	235.60	112.54%
2	CVA(30%)	210	19/03/2024	19/04/2024	28	10.12	80.49	18840	234.07	111.46%
3	CVA(30%)	210	19/03/2024	19/04/2024	28	10.14	80.70	19090	236.66	112.64%
4	CVA(30%)	210	19/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.60	19570	242.82	115.63%
5	CVA(30%)	210	19/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.60	18780	233.02	110.96%

Parámetros estimados:

- 1 día = 25 - 35%
- 3 días = 42 - 53%
- 7 días = 70 - 85%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 125%
- 80 días = suab entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Eusebio Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 88150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPI EXP. N° 972951-2022  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

**ENSAYO DE COMPRESIÓN (f<sub>c</sub>) ASTM C39**



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2024  
**SOLICITANTE** : Morano Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**FECHA** : Abril, 2024

**CODIGO:** NTP 330.034-1999  
**TITULO:** HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
**Código:** ASTM C39/C39M-2004  
**Título:** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO:**  
**DIAMETRO** 10.16 cm  
**LONGITUD** 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA:** RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	DESCRIPCION	f <sub>c</sub> Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Dias	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CVB (36%)	210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.13	80.80	21040	261.06	124.31%
2	CVB (36%)	210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.13	80.80	19710	244.88	116.45%
3	CVB (36%)	210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.13	80.80	21790	270.35	128.74%
4	CVB (36%)	210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.12	80.48	21240	263.88	125.66%
5	CVB (36%)	210	20/03/2024	17/04/2024	28	10.13	80.80	21860	271.22	129.15%

Parámetros estándar:

- 1 día = 25 - 30%
- 3 días = 42 - 57%
- 7 días = 70 - 85%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Eusebio Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 88150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPÍ EXP. N° 972951-2022  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN ( $f_c$ ) ASTM C39



PROYECTO : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2024  
SOLICITANTE : Mbrano Vilanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
UBICACIÓN : Chimbote - Santa - Ancash  
FECHA : Abril, 2024

CODIGO: NTP 338.034-1996  
TITULO: HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
Codigo: ASTM C39/C39M-2004  
Titulo: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

CILINDRO:  
DIAMETRO 10.16 cm  
LONGITUD 20.32 cm  
TIPO DE FALLA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	DESCRIPCIÓN	$f_c$ Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CVC (40%)	210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.13	80.80	18500	236.86	112.84%
2	CVC (40%)	210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.12	80.49	19120	237.55	113.12%
3	CVC (40%)	210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.14	80.70	19050	236.06	112.41%
3	CVC (40%)	210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.14	80.75	19010	236.40	112.10%
3	CVC (40%)	210	21/03/2024	18/04/2024	28	10.13	80.60	19100	236.99	112.85%

Parámetros establecidos:

- 1 día = 25 - 35%
- 3 días = 42 - 52%
- 7 días = 70 - 80%
- 14 días = 90 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Bustos  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 82140



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPI EXP. N° 972951-3022  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN (F<sub>c</sub>) ASTM C39

PROYECTO : Análisis de resistencia a compresión de concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2024.  
SOLICITANTE : Moreno Vilanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
UBICACIÓN : Chimbote - Santa - Ancash  
FECHA : Abril, 2024

CODIGO: NTP 338 034-1999  
TITULO: NORMACION (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
Codigo: ASTM C39/C39M-2004  
Titulo: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

CILINDRO:  
DIAMETRO 10.16 cm  
LONGITUD 20.32 cm  
TIPO DE FALLA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	DESCRIPCION	F <sub>c</sub> Especific. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especific. De la resistencia
1	CP-MS-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.90	18040	223.83	106.59%
2	CP-MS-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.90	18780	233.02	110.96%
3	CP-MS-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.90	17750	220.34	104.87%
	CP-MS-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.90	18140	226.88	107.99%
	CP-MS-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.12	80.44	18089	224.89	107.09%
4	CV-MS-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.13	80.60	13910	172.58	82.18%
5	CV-MS-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.13	80.60	19640	243.69	116.04%
6	CV-MS-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.14	80.75	20480	253.62	120.77%
	CV-MS-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.13	80.60	17320	214.90	102.33%
	CV-MS-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.14	80.75	17420	215.72	102.72%
7	CVB-MS-SF(38%)	210	25/03/2024	23/04/2024	28	10.12	80.49	17010	211.33	100.63%
8	CVB-MS-SF(38%)	210	25/03/2024	23/04/2024	28	10.15	80.91	17610	217.84	103.64%
9	CVB-MS-SF(38%)	210	25/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	20790	257.96	122.84%
	CVB-MS-SF(38%)	210	25/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	19430	241.08	114.80%
	CVB-MS-SF(38%)	210	25/03/2024	23/04/2024	28	10.15	80.91	19150	236.67	112.70%
10	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	11680	144.82	69.01%
11	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	20740	257.34	122.54%
12	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.15	80.86	16830	208.14	99.11%
	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.12	80.44	17020	211.60	100.76%
	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.60	19965	210.74	100.35%

Parámetros estimados:

- 1 día = 25 - 35%
- 3 días = 42 - 53%
- 7 días = 70 - 85%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sube entre 12 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Eusebio Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 68150



**Geotecnia  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPI EXP. N° 972951-2022  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN ( $f_c$ ) ASTM C39



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con Wdr reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villanueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**FECHA** : Abril, 2024

**CODIGO:** NTP 309.034-1999  
**TITULO:** NORMAS (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
**Código:** ASTM C39/C39M-2004  
**Título:** Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO:**  
**DIAMETRO** : 10.16 cm  
**LONGITUD** : 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA:** RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	DESCRIPCION	$f_c$ Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CP-S-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.80	18120	224.83	107.00%
2	CP-S-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.12	80.49	18010	223.75	106.55%
3	CP-S-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.14	80.70	18210	225.65	107.45%
4	CP-S-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.12	80.44	18330	227.88	108.52%
5	CP-S-SF	210	22/03/2024	19/04/2024	28	10.13	80.80	18520	229.79	109.42%
6	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.15	80.86	18160	224.58	106.94%
7	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.15	80.91	18510	228.76	108.93%
8	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.14	80.75	17750	219.80	104.67%
9	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.15	80.91	17820	220.23	104.87%
10	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	20/04/2024	28	10.15	80.91	18230	225.30	107.29%
11	CVB-S-SF(36%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.14	80.75	20840	258.07	122.89%
12	CVB-S-SF(36%)	210	25/03/2024	22/04/2024	28	10.12	80.49	19150	237.92	113.29%
13	CVB-S-SF(36%)	210	25/03/2024	22/04/2024	28	10.12	80.38	20060	249.56	118.84%
14	CVB-S-SF(36%)	210	25/03/2024	22/04/2024	28	10.13	80.80	20460	253.86	120.89%
15	CVB-S-SF(36%)	210	25/03/2024	22/04/2024	28	10.12	80.44	19780	245.91	117.10%
16	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.80	15320	190.09	90.52%
17	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.12	80.44	18670	232.11	110.53%
18	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.80	16530	205.10	97.67%
19	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.13	80.80	17360	215.65	102.69%
20	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	23/04/2024	28	10.12	80.44	17220	214.08	101.94%

Parámetros estimados:

- 1 día = 25 - 35%
- 3 días = 42 - 53%
- 7 días = 70 - 85%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Pasieiro Ramos  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 85150

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN LAS CASUARINAS (SEGUNDA ETAPA) /ANCASH-SANTA-NUEVO CHIMBOTE



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPI EXP. N° 972953-2022  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751075 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN (f<sub>c</sub>) ASTM C39

PROYECTO : Análisis de resistencia a compresión de concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con vítrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
SOLICITANTE : Moreno Villanueva Allica - Ramos Castillo Abigail Flor  
UBICACIÓN : Chimbote - Santa - Ancash  
FECHA : Abril, 2024



CODIGO: NTP 309.034-1999  
TITULO: NORMACION (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
Codigo: ASTM C39/C39M-2004  
Titulo: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

CILINDRO:  
DIAMETRO 10.16 cm  
LONGITUD 20.32 cm  
TIPO DE FALLA: RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCION	f <sub>c</sub> Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Robres	Edad en Días	DIAMETRO DE PROBETA	Area de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CP	210	18032024	13052024	56	10.13	80.60	16430	241.08	114.80%
2	CP	210	18032024	13052024	56	10.12	80.49	16200	226.52	107.87%
3	CP	210	18032024	13052024	56	10.12	80.49	16200	226.28	113.95%
	CP	210	18032024	13052024	56	10.12	80.44	16300	227.81	108.34%
	CP	210	18032024	13052024	56	10.12	80.44	16020	236.48	112.60%
4	CVA(30%)	210	18032024	14052024	56	10.10	80.12	17500	218.43	104.01%
5	CVA(30%)	210	18032024	14052024	56	10.12	80.49	16540	230.34	109.69%
6	CVA(30%)	210	18032024	14052024	56	10.14	80.70	18510	229.36	109.22%
	CVA(30%)	210	18032024	14052024	56	10.12	80.44	16008	223.88	106.61%
	CVA(30%)	210	18032024	14052024	56	10.14	80.75	18210	225.50	107.38%
7	CVB (36%)	210	20032024	15052024	56	10.12	80.49	19430	241.40	114.95%
8	CVB (36%)	210	20032024	15052024	56	10.12	80.44	18300	228.63	108.87%
9	CVB (36%)	210	20032024	15052024	56	10.15	80.86	19910	246.23	117.25%
	CVB (36%)	210	20032024	15052024	56	10.12	80.44	18940	235.47	112.13%
	CVB (36%)	210	20032024	15052024	56	10.14	80.75	18870	233.67	111.27%
10	CVC (40%)	210	21032024	16052024	56	10.14	80.81	18980	216.12	100.06%
11	CVC (40%)	210	21032024	16052024	56	10.14	80.81	15400	190.58	90.75%
12	CVC (40%)	210	21032024	16052024	56	10.12	80.49	13780	171.20	81.53%
	CVC (40%)	210	21032024	16052024	56	10.13	80.60	14340	177.93	84.73%
	CVC (40%)	210	21032024	16052024	56	10.14	80.75	13610	168.64	80.25%

Parámetros estimados:

- 1 día = 25 - 35%
- 3 días = 42 - 67%
- 7 días = 70 - 85%
- 14 días = 85 - 95%
- 28 días = 100 - 120%
- 80 días = sólo entre 12 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Quispe Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 68150



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOP EXP. N° 472951-2632  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN (F<sub>c</sub>) ASTM C39



**PROYECTO** : Análisis de resistencia a compresión de concreto F<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
**SOLICITANTE** : Moreno Villarueva Alicia - Ramos Castillo Abigail Flor  
**UBICACIÓN** : Chimbote - Santa - Ancash  
**FECHA** : 1 Abril, 2024

**CODIGO**: NTP 309.034-1999  
**TITULO**: HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto  
**Código**: ASTM C39/C39M-2004  
**Título**: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**CILINDRO**:  
**DIAMETRO**: 10.16 cm  
**LONGITUD**: 20.32 cm  
**TIPO DE FALLA**: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	DESCRIPCIÓN	F <sub>c</sub> Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CP-S-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.60	17880	221.85	105.64%
2	CP-S-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.12	80.44	17860	222.04	105.73%
3	CP-S-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.60	18000	223.34	106.35%
4	CP-S-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.60	17750	220.24	104.87%
5	CP-S-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.60	17850	221.48	105.47%
6	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.15	80.68	18100	223.84	106.59%
7	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.15	80.91	17580	217.27	103.46%
8	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.14	80.75	17170	212.62	101.25%
9	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.15	80.91	17190	212.45	101.17%
10	CVA-S-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.15	80.91	17960	222.34	105.87%
11	CVB-S-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.14	80.75	18788	232.67	110.79%
12	CVB-S-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.48	17620	218.91	104.24%
13	CVB-S-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.38	18650	244.48	116.41%
14	CVB-S-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.13	80.60	18000	223.34	106.35%
15	CVB-S-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.44	17860	222.04	105.73%
16	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	15140	187.85	89.45%
17	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	18120	224.83	107.06%
18	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	18470	204.35	97.31%
19	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.60	17000	210.93	100.44%
20	CVC-S-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.12	80.44	17002	211.37	100.85%

Parámetros estimados:  
 1 día = 25 - 30%  
 3 días = 42 - 53%  
 7 días = 70 - 83%  
 14 días = 85 - 95%  
 28 días = 100 - 120%  
 60 días = sube entre 10 y 13 de la resistencia de 28 días



Simón H. Pascual Ramos  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 88150

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



**Consultoría  
Geotécnica  
DEL  
Norte S.A.C.**  
INDECOPI EXP. N° 972951-2022  
**LABORATORIO**

WhatsApp: 962073554 - 975751079 Correo: consultoriageotecnicadelnorte@hotmail.com RUC: 20601253365

INFORME

ENSAYO DE COMPRESIÓN (F<sub>c</sub>) ASTM C39



PROYECTO : Análisis de resistencia a compresión de concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup> con vidrio reciclado expuesto a condiciones de sulfato, Chimbote, 2023  
SOLICITANTE : Mirano Villanueva Alcala - Ramona Castillo Abigail Flor  
UBICACIÓN : Chimbote - Santa - Ancash  
FECHA : Abril, 2024

CODIGO: NTP 339.034-1999  
TITULO: HORMIGON (CONCRETO) Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresion de muestras cilindricas de concreto  
Codigo: ASTM C39/C39M-2004  
Titulo: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

CILINDRO:  
DIAMETRO: 10.16 cm  
LONGITUD: 20.32 cm  
TIPO DE FALLA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	DESCRIPCION	F <sub>c</sub> Especif. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad en Días	DIAMETRO DE PROBETA	Área de sección transversal	Lectura en pantalla (Kg)	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	% Especif. De la resistencia
1	CPMS-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.14	80.75	17290	213.73	101.78%
2	CPMS-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.49	16420	226.85	106.98%
3	CPMS-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.14	80.75	16990	210.63	100.29%
4	CPMS-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.13	80.80	18005	223.40	106.38%
5	CPMS-SF	210	22/03/2024	17/05/2024	56	10.12	80.44	17110	212.71	101.29%
6	CVMS-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.13	80.80	13700	169.98	80.94%
7	CVMS-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.14	80.75	16430	228.22	106.68%
8	CVMS-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.14	80.75	16630	230.71	109.86%
9	CVMS-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.13	80.80	17300	214.66	102.22%
10	CVMS-SF(30%)	210	23/03/2024	18/05/2024	56	10.14	80.75	17410	215.69	102.66%
11	CVS-MS-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.12	80.49	17000	211.21	100.58%
12	CVS-MS-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.15	80.91	17430	215.41	102.58%
13	CVS-MS-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.13	80.80	19540	242.46	115.45%
14	CVS-MS-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.13	80.80	16980	235.60	112.14%
15	CVS-MS-SF(36%)	210	25/03/2024	20/05/2024	56	10.13	80.80	16990	235.62	112.20%
16	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.14	80.75	11700	144.88	68.99%
17	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.80	17980	223.09	106.23%
18	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.15	80.88	16140	199.60	95.05%
19	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.12	80.44	17006	211.45	100.69%
20	CVC-MS-SF(40%)	210	26/03/2024	21/05/2024	56	10.13	80.80	16899	209.68	99.85%

Parámetros estimados:  
1 día = 25 - 33%  
3 días = 42 - 53%  
7 días = 70 - 85%  
14 días = 85 - 95%  
28 días = 100 - 120%  
60 días = sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Nota: Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.



Simón H. Eusebio Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 88150

## Anexo 08: Panel fotográfico

Imagen 01. Cemento Pacasmayo tipo I.



Imagen 02. Agregado fino.



Imagen 03. Agregado grueso.



**Imagen 04.** Análisis granulométrico de agregado fino.



**Imagen 05.** Análisis granulométrico de agregado grueso.



**Imagen 06.** Peso unitario suelto y compactado.



Imagen 07 y 08. Peso específico de agregado fino.



Imagen 09, 10 y 11. Peso específico de agregado grueso.

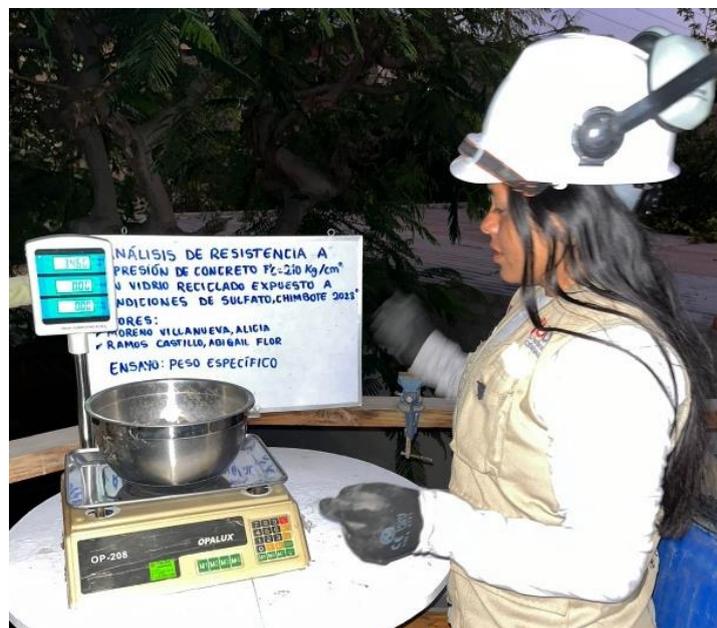


Imagen 12, 13 y 14. Contenido de humedad.



Imagen 15 y 16. Abrasión Los ángeles para triturado de vidrio.

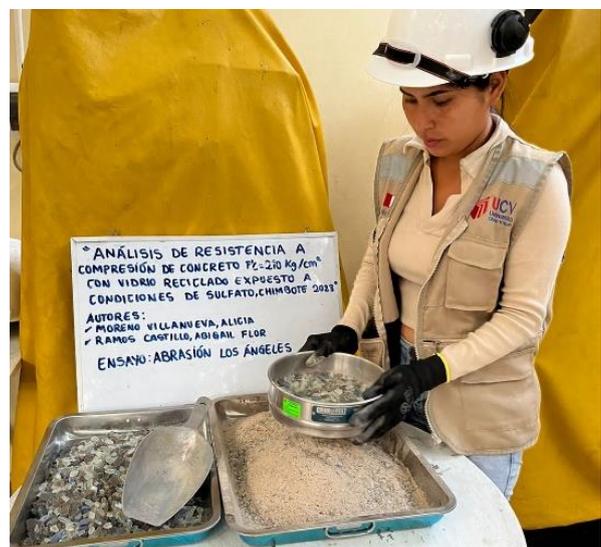


Imagen 17. Asentamiento mediante el Cono de Abrams.



Imagen 18. Curado normal de probetas.



Imagen 19 y 20. Sulfato de magnesio.



**Imagen 21 y 22. Pesaje de probetas previo a su exposición.**



**Imagen 23. Exposición a sulfato de magnesio.**



**Imagen 24. Rotura de probetas en curado normal.**



**Imagen 25.** Rotura de probetas luego de su exposición a sulfato durante 28 días.



**Imagen 25.** Rotura de probetas luego de su exposición a sulfato durante 56 días.

