



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas
del concreto de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Sapaico Vargas, Edward (orcid.org/0009-0008-2602-4007)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (orcid.org/0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA — PERÚ

2024

DEDICATORIA

El trabajo de investigación lo dedico a mis padres, hermanos y amigos por el apoyo, la motivación, paciencia y confianza que siempre recibí para poder llegar a realizar mis objetivos como profesional y sobre todo, como persona.

AGRADECIMIENTO

A nuestro Padre Celestial por regalarnos salud y vida, A nuestros progenitores por el apoyo incondicional.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia del Sílice en la evaluación de las propiedades Mecánicas del Concreto de $f'c=210$ kg/cm²", cuyo autor es SAPAICO VARGAS EDWARD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 18 de Marzo del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO DNI: 46000342 ORCID: 0000-0002-6559-0334 | Firmado electrónicamente por: SAAREVALOV el 18- 03-2024 15:56:39 |

Código documento Trilce: TRI - 0740538



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, SAPAICO VARGAS EDWARD estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia del Sílice en la evaluación de las propiedades Mecánicas del Concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|---|
| SAPAICO VARGAS EDWARD DNI: 46899441 ORCID: 0009-0008-2602-4007 | Firmado electrónicamente por: EDSAPAICOVA el 18- 03-2024 21:52:06 |

Código documento Trilce: INV - 1583984

índice de contenidos

| | |
|--|----|
| DEDICATORIA | 1 |
| AGRADECIMIENTO | 2 |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR..... | 3 |
| DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR..... | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 6 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 8 |
| RESUMEN | 10 |
| ABSTRACT..... | 11 |
| I. INTRODUCCIÓN | 12 |
| II. MARCO TEÓRICO | 15 |
| III. METODOLOGÍA | 29 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación | 29 |
| 3.1 Variables y operacionalización | 30 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo | 31 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 33 |
| 3.5 Procedimientos | 34 |
| 3.6 Método de análisis de datos | 35 |
| 3.7 Aspectos éticos | 35 |
| IV RESULTADOS | 36 |
| V. DISCUSIÓN..... | 75 |
| VI. CONCLUSIONES | 76 |
| VII RECOMENDACIONES..... | 77 |
| REFERENCIAS | 78 |
| ANEXOS | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1 | <i>Limites granulométricas según ASTM y NTP para agregados finos</i> | 25 |
| Tabla 2 | <i>Distribución de la Arena</i> | 25 |
| Tabla 3 | <i>Distribución de Consistencia</i> | 26 |
| Tabla 4 | <i>Diámetros máximos de especímenes</i> | 27 |
| Tabla 5 | <i>Edades de ensayo y tolerancias permisibles</i> | 27 |
| Tabla 6 | <i>Cantidad de probetas para la Prueba de Aguante a Compresión</i> | 32 |
| Tabla 7 | <i>Cantidad de Vigas para la Prueba de Aguante a Flexión</i> | 32 |
| Tabla 8 | <i>Cantidad de Muestra para la prueba de Asentamiento</i> | 32 |
| Tabla 9 | <i>Fichas técnicas</i> | 34 |
| Tabla 10 | <i>Análisis granulométrico del material fino</i> | 40 |
| Tabla 11 | <i>Análisis granulométrico del material fino</i> | 41 |
| Tabla 12 | <i>Prueba granulométrico del material fino</i> | 42 |
| Tabla 13 | <i>Peso unitario suelto (material fino)</i> | 43 |
| Tabla 14 | <i>Peso unitario compactado (material fino)</i> | 43 |
| Tabla 15 | <i>Peso unitario suelto (material grueso)</i> | 44 |
| Tabla 16 | <i>Peso unitario compactado (material grueso)</i> | 44 |
| Tabla 17 | <i>Absorción y peso específico del material fino</i> | 45 |
| Tabla 18 | <i>Peso específico y absorción (material grueso)</i> | 45 |
| Tabla 19 | <i>aguante a la compresión diseño $F'_{cr} = 210$</i> | 45 |
| Tabla 20 | <i>Contenido de aire atrapado</i> | 46 |
| Tabla 21 | <i>Volumen unitario del agua</i> | 46 |
| Tabla 22 | <i>Relación a/c por aguante</i> | 47 |
| Tabla 23 | <i>Peso del material grueso</i> | 48 |
| Tabla 24 | <i>Volumen de los componentes de mezcla</i> | 48 |

| | |
|---|----|
| Tabla 25 <i>Volumen de los componentes de mezcla</i> | 49 |
| Tabla 26 <i>Diseño de mezcla patrón</i> | 49 |
| Tabla 27 <i>Diseño de mezcla con 10% de sílice</i> | 50 |
| Tabla 28 <i>Diseño de mezcla con 15% de sílice</i> | 50 |
| Tabla 29 <i>Diseño de mezcla con 20% de sílice</i> | 50 |
| Tabla 30 <i>Resultado del SLUMP por cada diseño</i> | 51 |
| Tabla 31 <i>Resultados de la evaluación del Aguante a Compresión a los 7 Días</i> ... | 56 |
| Tabla 32 <i>Resultados de la evaluación del Aguante a Compresión a los 14 Días</i> . | 56 |
| Tabla 33 <i>Resultados de la Evaluación del Aguante a Compresión 28 Días</i> | 57 |
| Tabla 34 <i>Resultados de la evaluación del Aguante a Flexión a los 7 Días</i> | 58 |
| Tabla 35 <i>Resultados de la evaluación del Aguante a Flexión a los 14 Días</i> | 58 |
| Tabla 36 <i>Resultados de la Evaluación del Aguante a Flexión a los 28 Días</i> | 59 |
| Tabla 37 <i>Resumen del resultado de la Evaluación del asentamiento del concreto</i> <i>F'c=210kg/cm2</i> | 59 |
| Tabla 38 <i>Ensayo de Shapiro-Wilk</i> | 61 |
| Tabla 39 <i>Ensayo de Rho de Spearman</i> | 62 |
| Tabla 40 <i>Correlación de Spearman de la satisfacción</i> | 62 |
| Tabla 41 <i>Resumen de la Evaluación a compresión a los 7 días</i> | 63 |
| Tabla 42 <i>Resumen de la Evaluación a compresión (14 días)</i> | 64 |
| Tabla 43 <i>Síntesis de evaluación a compresión (28 días)</i> | 65 |
| Tabla 44 <i>Ensayo de Shapiro-Wilk</i> | 67 |
| Tabla 45 <i>Ensayo de Rho de Spearman (correlación)</i> | 68 |
| Tabla 46 <i>Correlación de Spearman de la satisfacción</i> | 68 |
| Tabla 47 <i>Resumen de la evaluación a compresión 7, 14, 28 días</i> | 68 |
| Tabla 48 <i>Resumen de la prueba a Flexión (7 días)</i> | 70 |

| | |
|---|----|
| Tabla 49 <i>Resumen de la Prueba a Flexión (14 días)</i> | 71 |
| Tabla 50 <i>Resumen de la Prueba a Flexión (28 días)</i> | 72 |
| Tabla 51 Ensayo de Normalidad..... | 74 |
| Tabla 52 Ensayo de (correlaciones) | 74 |
| Tabla 53 Correlación de Spearman de la satisfacción | 75 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Detalles de los componentes expresados. | 22 |
| Figura 2 agregado Gueso (<i>pedra chancada de 1/2" y 3/4"</i>)..... | 23 |
| Figura 3 <i>agregado fino (arena)</i> | 23 |
| Figura 4 Composición química del cemento | 24 |
| Figura 5 Testigos de hormigón | 26 |
| Figura 6 Dispositivo para la prueba a flexión vigas con cargas a los tercios..... | 28 |
| Figura 7 Sílice en estado natural | 28 |
| Figura 8 Cantera y ubicación del sílice pachacayo..... | 36 |
| Figura 9 Muestras de sílice | 37 |
| Figura 10 Ubicación de la cantera Chillico..... | 37 |
| Figura 11 Agregado grueso, agregado fino, cemento..... | 38 |
| Figura 12 Ubicación del laboratorio | 39 |
| Figura 13 Curva granulométrica AG | 42 |
| Figura 14 En la figura mostramos el retiro del cono de Abrams y posteriormente la toma de lectura del asentamiento | 51 |
| Figura 15 Pesado de los materiales y su posterior mezclado de concreto..... | 52 |
| Figura 16 Apisonado y llenado de las probetas cilíndricas | 53 |
| Figura 17 Materiales y mezclado de concreto | 53 |

| | |
|--|----|
| Figura 18 Apisonado y llenado de las vigas rectángulas | 54 |
| Figura 19 Curado de las probetas y vigas | 54 |
| Figura 20 Medición y pesado de las probetas cilíndricas..... | 55 |
| Figura 21 Rotura de las probetas cilíndricas | 55 |
| Figura 22 Rotura de las vigas..... | 57 |
| Figura 23 Análisis comparativos de mezclas ensayadas | 60 |
| Figura 24 Análisis comparativos del Aguante a compresión vs dosificación (7 días) | 63 |
| Figura 25 Análisis comparativos del Aguante a compresión vs dosificación (14 días) | 65 |
| Figura 26 Análisis comparativos del Aguante a compresión vs dosificación (28 días) | 66 |
| Figura 27 Análisis del Aguante a compresión 7, 14 y 28 días..... | 69 |
| Figura 28 Análisis del Aguante a flexión (7 días)..... | 70 |
| Figura 29 Análisis del Aguante a flexión del concreto vs dosificación (14 días)... | 71 |
| Figura 30 Análisis del Aguante a flexión del concreto vs dosificación (28 días)... | 73 |

RESUMEN

La presente investigación "Influencia del Sílice en la Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ " como **objetivo** general determinar la variación de las propiedades del concreto con adición de sílice, para un concreto base de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$. A partir de la comparación con un concreto convencional (patrón). la **metodología** utilizada es de tipo aplicada, del nivel explicativo, diseño cuasi experimental. Con una población de 36 probetas cilíndricas y 36 probetas tipo viga. Se elaboró el concreto base y posteriormente los diseños con incorporación del sílice para las dosificación del 10%, 15% y 20% en sustitución del agregado fino. Teniendo como **resultados** para la consistencia el incremento con 10%, 15% y 20% de sílice sustituyendo al agregado fino teniendo un incremento de 7.22%, 13.78% y 20.35% respectivamente en referencia al concreto base. Para la evaluación del aguante a compresión para los 28 días la dosificación de la mezcla de sílice del 10% genero una disminución en el aguante del 0.16% respecto al concreto base, en cambio para dosificación de la mezcla de sílice del 15% y 20% alcanzo un aumento del 1.38% y 6.36% respectivamente con el concreto base. Para la evaluación del aguante a flexión a los 28 días, se observa que el concreto preparado con la mezcla base presentaba un módulo medio de rotura de 43,14 kg/cm^2 . Por otra parte, al sustituir el agregado fino por sílice del 10%, el módulo de rotura fue de 40,59 kg/cm^2 , lo que muestra una disminución del 5,92% respecto al concreto base. En la adición de sílice del 15% y 20% el módulo de ruptura fue del 45,08. Kg/cm^2 y 48 Kg/cm^2 que supone un aumento significativo con respecto al concreto base del 4,49% y 11.26% respectivamente. La investigación muestra como **conclusión** que el uso del sílice en mezcla con el agregado fino aumenta las características del concreto, ya sea en la condición fresco o endurecido en comparación a las pruebas mencionadas.

Palabras clave: sílice, concreto, propiedades mecánicas del concreto

ABSTRACT

The present investigation entitled "Influence of Silica in the Evaluation of the Mechanical Properties of Concrete of $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ " has as general objective to determine the variation of the properties of concrete with silica addition, for a base concrete of $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. From the comparison with a conventional concrete (standard), the methodology used is of the applied type, of the explanatory level, quasi-experimental design. With a population of 36 cylindrical specimens and 36 beam specimens. The base concrete was elaborated and later the designs with the incorporation of silica for the dosage of 10%, 15% and 20% in substitution of the fine aggregate. The results for the consistency were the increase with 10%, 15% and 20% of silica replacing the fine aggregate with an increase of 7.22%, 13.78% and 20.35% respectively in reference to the base concrete. For the evaluation of the compressive strength for 28 days, the dosage of the 10% silica mixture generated a decrease in strength of 0.16% with respect to the base concrete, while the dosage of the 15% and 20% silica mixture achieved an increase of 1.38% and 6.36%, respectively, with respect to the base concrete. For the evaluation of flexural strength at 28 days, it was observed that the concrete prepared with the base mix had an average modulus of rupture of 43.14 kg/cm^2 . On the other hand, when replacing the fine aggregate with 10% silica, the modulus of rupture was 40.59 kg/cm^2 , which shows a decrease of 5.92% with respect to the base concrete. With the addition of 15% and 20% silica, the modulus of rupture was 45.08 Kg/cm^2 and 48 Kg/cm^2 which represents a significant increase with respect to the base concrete of 4.49% and 11.26% respectively. The research shows as a conclusion that the use of silica in mixture with fine aggregate increases the characteristics of concrete, either in the fresh or hardened condition compared to the mentioned tests.

Keywords: silica, concrete, mechanical properties of concrete

I.INTRODUCCIÓN

Según (Gimenes, y otros, 2018) “La viabilidad de las construcciones tiene como objetivo contrapesar aspectos como ecológicos, económicos y sociales para impulsar el incremento de la comunidad. Además, la condición de las edificaciones está estrechamente relacionada con la adecuada utilización de recursos y una administración técnica competente en todas las fases de la edificación. Por lo que la situación ha llevado a buscar mejoras tanto en los procesos de construcción como en las pertenencias de los elementos a usar en las estructuras, con el fin de aumentar la eficiencia de las obras y garantizar un rendimiento estupendo. Por lo tanto, este esfuerzo por adquirir conocimientos se centra en investigar exhaustivamente el principio, mecanismos y fuente del desperfecto de las edificaciones actuales, con el objetivo de prevenir posibles fallos en el curso de las fases de diseño, construcción, uso y mantenimiento.”

De acuerdo a (Joya Campos, 2020) Según los datos proporcionados por la Academia Europea de Investigación del Cemento, en el ámbito internacional, más del 90% de los hormigones utilizados en el Continente Europeo incluyen aditivos adaptados a las características específicas de cada diseño. Además, aproximadamente el 70% de ellos emplean aditivos. Estas cifras se conservan actualizadas hasta el momento.

A nivel nacional en Huancayo según (García Kriete, 2018) En la investigación realizada, se ha estudiado y analizado las propiedades y el rendimiento de la micro sílice, así como la incidencia de los superplastificantes al utilizar el agregado procedente de la Cantera de Río Huamancaca - Chico. La adición de superplastificantes incrementa el comportamiento del concreto de alto rendimiento en términos de segregación y exudación. Para llevar a cabo este estudio, se realizaron diseños de mezclas empleando los componentes: cemento Portland Andino tipo I, agregado de la cantera, micro sílice y superplastificantes. Se desarrollaron diversas mezclas con distintas proporciones de adición de micro sílice, siendo del 4%, 6% y 8%, y proporciones de superplastificantes de 0.8%, 1.2% y 1.6%. En cuanto al vínculo agua-cemento, se emplearon proporciones de 0.30, 0.35 y 0.40. En total, se generaron 30 diseños representados por probetas de concreto.

Del mismo modo (De la Cruz Lloclla, y otros, 2020) la intención primordial de la indagación es examinar el impacto de humo de sílice en las propiedades mecánicas del concreto de baja densidad. Como propósitos específicos, se busca definir cómo el humo de sílice afecta el aguante a la compresión y la aguante a la tracción de dicho concreto. El enfoque de la indagación es aplicado, con un criterio cuantitativo y nivel explicativo. Se utilizaron un total de 78 probetas cilíndricas de concreto, divididas en 3 diseños de mezcla, y se realizaron ensayos en el laboratorio para evaluar el aguante a la compresión en dos periodos (7 días y 28 días) y para el aguante a la tracción diametral también en dos periodos (7 días y 28 días).

A nivel local en la región Junín centro del Perú, la sílice (SiO_2), es uno de los materiales que existe en gran cantidad, no obstante, el desconocimiento de los profesionales hace que el uso sea limitado.

(PERFIL DE MERCADO DE SILICE, 2012) la sílice tiene diversos usos en la industria. Este mineral es valioso gracias a las propiedades innatas, que incluyen los siguientes: es capaz de aglutinar sin dejar residuos extraños en la mezcla y de mantener sus cualidades físicas, ya que es químicamente inerte en un amplio intervalo de pH, incluso bajo cargas y temperaturas refractarias. Cuando se muele, se utiliza como componente de relleno en masas de pulido, tales como filtros de fluidos y usos abrasivos en aspectos de ráfaga de arena. Una de las cualidades más relevantes de la sílice es su aguante, de modo que se utilizan buena parte en la industria de la construcción, especialmente en la fabricación de bloques silicocalcáreos que exceden los parámetros de aguante de materiales adicionales. Mientras que un bloque de construcción típico puede resistir una compresión de 160 kg/cm^2 , el bloque silicocalcáreos específico puede resistir de 320 a 350 kg/cm^2 , dependiendo del proceso de agregación y elección del mineral.

Formulación Del Problema

De lo anteriormente expuesto, la investigación se centra básicamente en el uso de la sílice como opción de reemplazo en el agregado fino, es por ello que se plantea la mezcla del sílice en el comportamiento mecánico de un concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Problema general

¿Cómo influye el sílice en el comportamiento mecánico de un concreto de $F'c = 210$ kg/cm²?

Problemas específicos

¿De qué manera influye la sílice en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ Kg/cm² ?

¿De qué manera influye la sílice al concreto en relación al aguante a compresión del concreto base de $F'c=210$ Kg/cm²?

¿De qué manera influye la sílice al concreto en relación al aguante a flexión del concreto base de $F'c=210$ Kg/cm²?

Justificación del estudio

Objetivo general

Determinar la variación de las propiedades del concreto con adición de sílice, para un concreto base de $F'c=210$ kg/cm².

Objetivos específicos

Determinar la influencia de la sílice en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ Kg/cm²

Determinar el efecto de los porcentajes de la sílice en el aguante a la compresión del concreto 210kg/cm².

Determinar el efecto de los porcentajes de la sílice en el aguante a la flexión del concreto 210kg/cm².

Hipótesis general

La mezcla de sílice, influye de manera favorable en las propiedades del concreto $f'c = 210$ Kg/cm².

Hipótesis específica

La sílice influye de manera favorable en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ Kg/cm²

La sílice aumenta de manera favorable en el aguante a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

La sílice aumenta de manera favorable en el aguante a la flexión del concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes nacionales**, de acuerdo con la indagación presentado por (Gamboa Garcia, 2020) tiene como **finalidad** determinar el alcance de la agregación de humo de sílice para mejorar técnica y económicamente el concreto con resiliencia de 210kg/cm^2 . La **metodología** de esta investigación fue del tipo aplicado, de diseño cuasiexperimental usando como única técnica investigativa la observación experimental. Se estudió la utilidad de esta mezcla de concreto de resistencia 210kg/cm^2 , añadido sílice (humo), la prueba fue de treinta y seis tubos de ensayo (probetas cilíndricas) asimismo 24 puntales (vigas prismáticas). Se hizo una mezcla patrón como también se elaboraron distintos diseños de mezcla sustituyendo parcialmente el cemento en porcentajes (9%-10%-11%) con humo de sílice. En esta investigación también se valoró los precios de los componentes por diseño. Los **resultados** que revelaron de la mezcla D2 con el 10% obtuvo mayor renuencia a compresión con 379.2kg/cm^2 , por otra parte, la mezcla D3 con el 11% obtuvo mayor resistencia a flexión con 35 kg/cm ; pero en la mezcla D1 con el 9% solo presentó un menor costo referentemente de $\text{S}/.411.78$ entre los diseños con humo de sílice. Entonces, en las **conclusiones** que presentó el autor Gamboa menciona que la añadidura de humo de sílice al concreto con resistencia de 210kg/cm^2 mejora las fortalezas que adquiere a compactación y doblamiento o flexión, pero existe un incremento en el precio de la mezcla de concreto, para tener más claro la propuesta del autor en relación del costo se menciona que la mezcla con un 9% de humo de sílice evidencia ser el más económico, exponiendo un incremento en las renuencias en la totalidad de edades, compactación de 343kg/cm^2 y doblamiento o flexión de 32.50kg/cm^2 .

Siendo concretos con el estudio ejecutado por (Joya Campos, 2020), la **finalidad** de este proyecto fue precisar la incidencia del sílice derivado de la roca pórfido durante la evaluación de la mezcla de concreto dando una aguante de 210kg/cm^2 . En la presente indagación se realizó pruebas en laboratorio como el del arraigo o

asentamiento se tuvo en cuenta también la carga unitaria (peso) y la renuencia en la compactación. La **metodología** que usó el autor fue el de diseño experimental – cuasi experimental. Mencionando su nivel fue explicativo, pero el enfoque de forma cuantitativa. En cuanto a los resultados, los valores del ensayo de asentamiento para el hormigón normal y sus adiciones de 2%, 4% y 6% de sílice de roca de pórfido fueron de 3", 3", 3 ¼" y 3 ½", respectivamente, Del mismo modo, para los 28 días, obtuvieron los siguientes resultados, para la prueba de aguante a la compresión del concreto con proporciones de sílice del 2%, 4% y 6%, llegando a tener 246,3 kg/cm², 258,4 kg/cm² y 270,5 kg/cm², respectivamente. Los resultados para la prueba del peso unitario del hormigón con añadidura de sílice del 2%, 4% y 6% fue de 2409 kg/m³, 2413,33 kg/m³, 2419,33 kg/m³ y 2424 kg/m³, en ese orden. A finales de la investigación se **concluyó** que el empleo del sílice derivado de la roca Pórfido como agregado en la mezcla de concreto, maximiza sus cualidades, pero menciona también la mejora en estado fresco como endurecido.

(Camargo, 2022) El **propósito** del proyecto de investigación fue conocer el impacto de la añadidura de nanosílice en las características del concreto fresco y endurecido (temperatura, consistencia, extensibilidad, peso unitario, aguante a compresión y flexión). Incluyó una **metodología** de investigación de tipo aplicada, hipotético-deductiva, diseño experimental y nivel explicativo.

Se ensayaron dos aguantes de diseño, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, y se agregaron proporciones de nanosílice del 1,0%, 1,2%, 1,4% y 1,6% en vínculo al peso del conglomerado. La muestra consta de 180 núcleos prismáticos de 15 x 15 x 60 cm sujetos a pruebas de flexión a los 7, 28 y 56 días, y 180 núcleos cilíndricos (4 "x8") sujetos a pruebas de compresión a los 1, 3, 7, 14, 28 y 56 días.

Se **concluyó** que la adición de nanosílice da lugar a una combinación de consistencias fluidas, un pequeño incremento de la temperatura y un incremento del peso unitario. En cuanto al hormigón endurecido, se utilizó nanosílice al 1,4% para producir un mayor aguante a la flexión y un mayor aguante a la compresión para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y se utilizó nanosílice al 1,6% para producir un mayor aguante a compresión para el diseño de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$. El resultado fue un hormigón con elevadas resistencias inicial y final.

Se tiene como **antecedentes internacionales**, en Ecuador donde nos plantea (Barrionuevo, y otros, 2021 pág. 1) teniendo como **objetivo** determinar la mezcla de Micro-Sílice, Nano-Sílice y el impacto que presentará en el hormigón de alto desempeño al sustituir 5%, 10%,15% y 0,75%, 1,5%, 3% respectivamente. Para lo cual se utilizó la **metodología** Experimental de tipo aplicativo. Es posible observar aguantes a la compresión de valores alcanzados para la combinación de micro sílice, lo cual nos da como **resultados** positivos para cada añadidura. La combinación de hormigón y micro sílice al 15% mostró mayor aguante, con valores que aumentaron en 27,24% y 17,42%, respectivamente, en semejanza con la combinación de control en los días 28 y 91. Por lo cual se **finaliza** que al mejorar las características de compresión del concreto , lo que resulta en valores positivos, está claro que el reemplazo con 15% de micro sílice y 3% de nano sílice puede aumentar la aguante hasta en un 17% (81,85 MPa) en comparación con la mezcla de control , respectivamente. % (73,27 MPa), el valor de aguante de la mezcla de control a los 91 días es 69,71 MPa.

En base en la investigación, podemos deducir que el aguante a la compresión del concreto se puede maximizar agregando mayores proporciones de micro y nano sílice dentro de los rangos establecidos.

En otro estudio realizado en Venezuela por, (Gimenes, y otros, 2018), cuyo proyecto tuvo como **finalidad** el análisis de la física y mecanismo en concretos reemplazados con sílice (polvo) exhibidos en un entorno simulado comprobando de acuerdo a la agresividad de esta manipulación. Los autores usaron la **metodología** de investigación aplicada con diseño experimental – descriptiva. Para crear la simulación de entrono agresivo en solución de NaCl al 3% primero tuvo que realizar la valoración física y mecánica en probetas cilíndricas (30cm=h & 15cm= Ø) de acuerdo con el concreto trabajado con reemplazo fragmentado del cemento por ración de sílice (10% y 15%) concordante con el agua-cemento (0,45 & 0,65) con una resistencia de 250kg/cm². La investigación fue exhaustiva por 5 meses donde se examinó el influjo del polvo de sílice como agregado en las mezclas con respecto al diseño patrón. La investigación tuvo como **resultado** en relación agua-cemento el incremento en la renuencia mecánica de 0,45 en relación con el 0,65 de humedad, consiguiendo valores aceptables en semejanza con el aguante mecánica

del diseño base. Para finalizar el proyecto investigado los autores **concluyeron** que se lograron mayor resistencia durante la compresión en los tubos de ensayo (probetas) mezcladas con sílice averiguando la dependencia con las probetas de mezcla inicial y de acuerdo con el vínculo agua – cemento en 0,45 alcanzaron valores máximos en el ensayo, evidenciando un acrecentamiento en la resistencia en un valor porcentual de 60,8% en relación con el diseño tornándose un concreto de gran aguanete con un valor indicativo de 401kg/cm².

En Madrid (España), (Moreno, 2018), Nos menciona que el **objetivo** era investigar cómo afecta la incorporación de nano-sílice al cemento y su efecto sobre la microestructura resultante. Para ello se usó la **metodología** experimental. En la cual la ruptura se realizó a los 2, 7, 28 y 90 días. Para ello, añadió un 2% de nano-sílice al cemento. Los **resultados** muestran que el uso en elevadas cantidades de superplastificantes proporciona que el cemento agregado se hidrate adecuadamente, aunque su eficiencia está fuertemente influenciada por la superficie específicas y el tamaño de las partículas de nano-sílice. La **conclusión** es que, dado que los cristales absorben mucha agua durante la primera fase de hidratación, la presencia de nano-sílice en el cemento provoca alteraciones estructurales. Las características mecánicas del cemento también se ven afectadas por la incidencia de nano-sílice en el cemento. Además, la nano-sílice tiene una alta actividad puzolánica en la etapa inicial y absorberá el exceso de agua para la hidratación en los primeros días, por lo que es necesario utilizar un agente reductor de agua de alta eficiencia para continuar la hidratación después de 7 días.

Como **antecedentes en otros idiomas** (Ashhad Imam, y otros, 2017) The study conducted at Sam Higginbottom and sciences which is a university, The purpose of this research was to determine resistance peculiarities in relation to concrete when microsilica was added as a cement substitute. The use of microsilica substituted in 6%,7% and 8% in relation to the concrete was evaluated, with fixed water/cement of 0.40. The **methodological** study was carried out in an applied and experimental approach, using laboratory instruments among other. The effects that stood out determined that the compressive strength of the concrete increased. as the level of microsilica replacement increased. The compressive strength value for the control mix was 33 N/mm² and increased to almost a 25% increase (42 N/mm²) with an

8% substitution of microsilica in place of the cement. A slight increase in strength (from 36 N/mm² to 37 N/mm²) was demonstrated only if it was between 6% or 7%. In **conclusion**, The compressive strength will increase in relation to the increase in microsilica substitution. The optimal value found for microsilica replacement was 8%. These demonstrations indicate that the improvement of microsilica as a cement substitute can significantly improve the strength properties of concrete.

En el estudio realizado, se evidenció que el mejor % de aumento de microsílíce para acrecentar el aguante a la compresión del concreto fue del 8%. Los datos de fortaleza adquiridos fueron 36 MPa, 37 MPa y 42 MPa para los porcentajes del 6%, 7% y 8% respectivamente. Estos efectos nos muestran que a más aumento de este tipo de sílice (micros), la renuencia durante la compactación mejora. En anexo con la capacidad de doblamiento o flexión, se existe ligero aumento en el valor para el porcentaje del 8% de microsílíce. Mientras que el patrón concreto mostró un valor de renuencia a capacidad de doblamiento o flexión de 14 MPa, el concreto con un 8% de microsílíce logró un valor ligeramente mayor de 14 MPa. Estos resultados sugieren que la mejora de microsílíce en el concreto puede tener un efecto positivo en la renuencia durante la compactación, pero su influencia en la renuencia a la capacidad de flexión puede ser limitada o mínima. Es importante considerar estos resultados al evaluar el rendimiento del concreto con microsílíce en diferentes aplicaciones estructurales.

(Alshammari, 2018) Ohio (Estados Unidos). El **objetivo** era precisar los efectos de la nanosílíce sobre el aguante a la compresión, el aguante a la flexión y la porosidad. para los **resultados** en donde se Mezcló varias cantidades de nanosílíce (0%, 0,5%, 1,0%, 2,0% y 3%) con cemento de tipo 3. A los 28 días el aguante de diseño era de 6000 psi. En donde se llega a **concluir** que el aguante a la compresión mejora a medida que se incrementa la proporción de nano-SiO₂, aunque este aumento termina en el 2%. A medida que incrementa la proporción de nano-SiO₂, disminuye la porosidad. Esta disminución de la porosidad fue quizás rentable. Una pequeña cantidad de nano-SiO₂ mostró una reducción sustancial de la porosidad. Se demostró que la añadidura del 1% de nanosílíce al hormigón aumentaba su aguante a la flexión a 7557 lbf, una ganancia insignificante respecto a las 7111 lbf producidas por el hormigón sin adición de nanosílíce.

(Zanón, y otros, 2018) O **objetivo** do estudo realizado foi investigar o efeito da melhoria da nano-sílica dispersa no superplastificante e sua combinação com a sílica ativa em diferentes características do concreto. A **metodología** utilizada é do tipo aplicada com desenho experimental. Além disso, foram efectuados ensaios de durabilidade acelerada de iões cloreto, de resistência à tração por compressão diametral e de absorção de água por capilaridade. Os **resultados** obtidos indicaram que o aprimoramento da nano-sílica nas concentrações de 0,1% a 0,5% não melhorou as propriedades do concreto em nenhum dos ensaios realizados. No entanto, quando os teores de nano-sílica de 0,5% e 0,7% Quando combinados com 10% de fibra solúvel, resultam num aumento da resistência à compressão, redução da absorção capilar e redução da penetração cloreto-aquosa, diminuição da absorção capilar. Esses resultados sugerem que o aumento combinado de nano-sílica e sílica ativa em certas proporções pode ter um efeito melhorado sobre algumas das características do concreto, como a durabilidade e a resistência à compressão. contra a penetração de cloretos. **Concluiu-se** que o melhoramento da nanossílica dispersa no superplastificante nas concentrações de 0,1% a 0,5% não melhora significativamente as propriedades mecânicas e físicas do concreto. Foram efectuadas experiências para avaliar a resistência à compressão, a resistência à compressão diametral, a absorção à compressão e a absorção de água capilar não mostraram diferenças significativas entre o concreto com nanossílica e o concreto de referência.

se demostró que la nano-sílice no tuvo un efecto notable en la disminución de la profundidad de inserción del cloruro en comparación con el concreto de referencia. Esto indica que el agregado de nano - sílice, en las concentraciones estudiadas no brindó una efectiva potencia significativa en la resistencia a la penetración de cloruros, lo que es importante considerar en aplicaciones donde la protección contra la corrosión es una preocupación.

Sin embargo, cuando se usó nano-sílices (0,5% y 0,7%) mezclando con 10% de humo de sílice, se observaron una óptima respuesta en las propiedades del concreto. Mejorando también el aguanete mecánico, disminución en la absorción de agua en mínimos estratos (capilares) y una disminución en la profundidad de introducción de NaCl en comparación con la mezcla patrón.

Como **antecedentes de artículos científicos**: (Torres , y otros, 2021) en la investigación nos indica la debilidad y la disminución de la mezcla de humo de sílice, se pueden reducir utilizando hormigón que contiene fibras gruesas de polipropileno. En el **objetivo** de este estudio, se investigan los efectos del humo de sílice y los agregados sobre el concreto de altas prestaciones modificado con fibras gruesas de polipropileno. Para lo cual la **metodología** usada es de tipo aplicado con diseño experimental, por lo que tenemos. Tres dosificaciones de fibras crudas de polipropileno (fracciones en volumen 0,39%, 0,63% y 0,79%), incluyendo humo de sílice (0,0% y 7,0% cemento acuoso), respecto a 2 tipos de agregado grueso (calizas y cantos rodados) Evaluadas con 2 tamaños representativos máximos. Un total de 96 probetas de concreto fueron sometidas a ensayos de compresión y flexión para determinar la intención de la adición de fibras, humo de sílice y distintos tipos de agregados. Los **resultados** indicaron un hormigón de alto rendimiento, con un aguante a la compresión de 36 MPa a 71 MPa y un aguante a la flexión de 3,6 MPa a 5,8 MPa.

(Zanón, y otros, 2018) tiene como **objetivo** investigar la consecuencia de la nano sílice dispersa en superplastificante y su repercusión combinado con la sílice activada sobre diversas propiedades del hormigón. La **metodología** empleada es experimental. Además de las pruebas de durabilidad acelerada contra iones de cloruro, también se realizaron pruebas de aguante a la compresión, aguante a la tracción por compresión radial y filtración capilar de agua. Los **resultados** mostraron que la añadidura de nano sílice (0,1% a 0,5%) no mejoró el concreto en ninguna de las pruebas realizadas. En cambio, para la combinación de 0,5% y 0,7% de contenido de nano sílice con 10% de sílice activa, el aguante a la compresión aumenta, la asimilación capilar disminuye y la permeabilidad del ion cloruro disminuye. Teniendo como **conclusión** que al utilizar dosificaciones de 0,5% y 0,7% y 10% de sílice activa, además de reducir el frente de penetración del ion cloruro, se observarán aumento en ambas propiedades, incrementando el aguante mecánico y disminuyendo la absorción de agua por acción. capilar. Comparado con el hormigón de referencia.

(Bojorquez, y otros, 2018) En este artículo se mostraron los efectos de un estudio, del uso de desechos industriales (sílice y lodo de papel) generados en Mexicali,

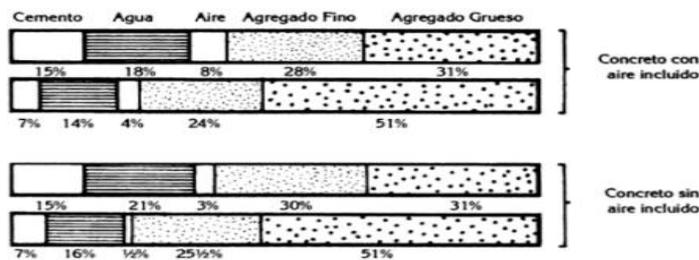
Baja California, incorporados a una mezcla de concreto más liviano, alguno presentó características aglomerantes, la otra baja conductibilidad térmica. A los 28 días se sometió en compresión húmeda para la resistencia mecánica se colocó cemento, cal, sílice y lodo de papel en porciones en una amasadora para mortero, se produjo productos de 0.14x0.14x0.28 m. Para la evaluación térmica fue según norma ASTM C192, en cuyo eje longitudinal, el aguantante eléctrico proporciona energía.

Las bases teóricas, en donde fundamentamos la investigación son:

Concreto: está combinado principalmente por cemento, agregados (piedra chancada y arena), agua y opcionalmente aditivos. es ampliamente utilizado en la construcción debido a sus propiedades y capacidad para satisfacer las necesidades de diversas estructuras en proyectos de ingeniería.

Componentes del concreto: compuesto por 4 componentes principales: cemento, arena, piedra, agua y aditivos opcionales. Estos componentes se combinan en proporciones específicas para obtener una mezcla homogénea que luego se resiste y adquiere las propiedades deseadas.

Figura 1
 Detalles de los componentes expresados.



Nota. (Diego Sánchez de Guzmán, p.22)

Agregado grueso: se define como el elemento del concreto que se conserva en un mínimo del 95% en el Tamiz N°4 (4.75mm), definido por la Norma- NTP 400.037. Este tamiz se emplea para clasificar y definir la dimensión límite del agregado grueso. Este último mencionado puede obtenerse de diferentes fuentes, como rocas naturales, piedras trituradas o gravas. Estos materiales se seleccionan y procesan para asegurar que satisfagan con las dimensiones y las condiciones de calidad exigidos para su uso en el concreto. Los agregados gruesos resistentes y

estables al concreto, ayudando a soportar las cargas aplicadas y contribuyendo a las propiedades mecánicas del material.

Figura 2
agregado Grueso (*pedra chancada de 1/2" y 3/4"*)



Nota. elaboración propia 2023

Agregado fino: se refiere a la arena utilizada en el concreto, la cual deriva de la producción innata o artificial de piedras. Para su uso en el concreto, la arena debe ser triturada finamente, de modo que sus partículas tengan diámetros que pasen a través del tamiz N°3/8" y se retengan en el tamiz N°200, según lo establecido por la Norma NTP 400.037. Es importante obtener un agregado fino que cumpla con ciertas características, como ser limpio, duradero, compacto y libre de impurezas. Esto garantiza que la arena contribuya de manera efectiva a las propiedades y el desempeño del concreto. Al ser uno de los elementos primordiales del concreto, el agregado fino ayuda a llenar los espacios entre los agregados gruesos, mejorando la trabajabilidad, la cohesión y la resistencia del material final.

Figura 3
agregado fino (arena)



Nota. elaboración propia 2023

Agua: siendo una sustancia líquida compuesta por un bioelemento de oxígeno y dos bioelementos de hidrógeno, lo que se conoce como fórmula química H₂O. es importante que el agua utilizada en la combinación de concreto cumpla con ciertas condiciones de calidad para garantizar la integridad del concreto y del refuerzo. El agua debe ser clara y tener una apariencia limpia, lo que indica que está libre de sedimentos, partículas sólidas y materiales en suspensión.

Cemento: polvo fino y suave que se utiliza en la mezcla de concreto. Se produce mediante el calcinamiento de una combinación de caliza y arcilla en un horno a altas temperaturas, seguido de un proceso de molienda para obtener un polvo fino. El proceso químico conocido como hidratación se inicia cuando el cemento y el agua entran en contacto. La hidratación del cemento es un proceso fundamental en la formación de la matriz sólida del concreto.

Figura 4
Composición química del cemento

| Nombre del compuesto | Composición del óxido | Abreviatura |
|-----------------------------|-----------------------|-------------|
| Silicato tricálcico | $3CaOSiO_2$ | C_3S |
| Silicato dicálcico | $2CaOSiO_2$ | C_2S |
| Aluminio tricálcico | $3CaOAl_2O_3$ | C_3A |
| Ferroaluminato tetracálcico | $4CaOFe_2O_3Al_2O_3$ | C_4AF |

Nota. (Diego Sánchez de Guzmán, p.35)

Cemento portland: el cemento hidráulico, especialmente el cemento Portland, es vital en el sector de la construcción por su capacidad para solidificarse y endurecer en presencia o contacto con el agua, proporcionando resistencia y estabilidad a las estructuras. Su versatilidad y durabilidad lo convierten en el material favorito para una amplia gama de aplicaciones constructivas.

Granulometría: El análisis granulométrico es un procedimiento utilizado para delimitar la repartición de la medida de las partículas en un agregado. Permite determinar las proporciones en peso de cada medida de partícula que contribuyen al peso completo del agregado. La separación de las partículas según sus tamaños se lleva a cabo mediante el uso de tamices con aberturas de tamaño específico. El agregado se coloca en los tamices y se realiza un tamizado mecánico o manual

para clasificar las partículas según su tamaño. Este análisis es importante para entender las propiedades y características del agregado en diferentes aplicaciones.

Granulometría de finos: se refiere a la repartición del tamaño de las partes presentes en la arena, y está definida por la norma ASTM C-33. Para determinar esta distribución, se utiliza una serie de tamices normalizados. Los tamices estandarizados utilizados para el agregado fino, como la arena, son los tamices con los números 4, 8, 16, 30, 50 y 100. Estos tamices deben satisfacer con las normas técnicas establecidas en el ASTM C 33. Por lo que a continuación presentamos la tabla (Tabla N° 1) con las aberturas de los tamices resaltados y la acumulación respectiva de partículas que pasan a través de cada tamiz. Esta información permite conocer el reparto de la dimensión de partículas encontradas en la arena y es fundamental para evaluar su idoneidad para diferentes usos en la construcción.

Tabla 1
Limites granulométricas según ASTM y NTP para agregados finos

| Malla | | % que pasa |
|--------|--------|------------|
| 9.5mm | 3/8" | 100 |
| 4.75mm | N°.4 | 95 a 100 |
| 2.36mm | N°.8 | 80 a 100 |
| 1.18mm | N°.16 | 50 a 85 |
| 600µm | N°.30 | 25 a 60 |
| 300µm | N°.50 | 10 a 30 |
| 150µm | N°.100 | 2 a 10 |

Nota. ASTM C 33

Tabla 2
Distribución de la Arena

| MALLA | PORCENTAJE QUE PASA (ACUMULATIVO) |
|----------|-----------------------------------|
| Gruesa | 2.0 - 3.2 gramos |
| Media | 2.2 - 2.9 gramos |
| Fina | 1.5 - 2.2 gramos |
| Muy fina | 1.5 gramos |

Nota. ASTM C 33

Ensayos de consistencia de concreto también conocido como ensayo de revestimiento o asentamiento, se utiliza para evaluar y caracterizar la conducta del concreto en su condición fresco. Fue desarrollado por Abrams, Duft y fue adoptado por ASTM (American Society for Testing and Materials) en 1921, siendo revisado por última vez en 1978.

Según (LOPEZ, 1992 pág. 35) Para nuestra investigación, utilizaremos las proporciones del hormigón para una consistencia plástica, que son de 3 y 4 pulgadas si la consolidación se produce por vibración, y 5 pulgadas o más si la compactación se produce mediante varillaje.

Tabla 3
Distribución de Consistencia

| CONSISTENCIA | ASENTAMIENTO | TRABAJABILIDAD | METODO DE COMPACTACION |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------|
| Seca | 0-2" | Poco Trabajable | Vibración Normal |
| Plástica | 3-4" | Trabajable | Vibración Ligera Chuseado |
| Fluida o Húmeda | 5" a mas | Muy Trabajable | Chuseado |

Nota. Elaboración propia 2023

Resistencia: el aguante del concreto describe la capacidad para aguantar cargamento y dificultades, siendo más favorable durante la compresión que en tracción a razón de las características unidos o afiliados en la pasta de cemento. El aguante del concreto está principalmente influenciada por la densidad de la masa de cemento, reflejada como la conexión agua - cemento por peso. Otras causas que perjudican la resistencia incluyen la temperatura y el tiempo de fraguado. Además, la calidad y características del cemento utilizado, así como la clase de los agregados, también influyen en el aguante del concreto.

Testigos los testigos de hormigón son muestras cilíndricas o prismáticas de hormigón que se extraen de una estructura existente utilizando herramientas mecánicas, como taladros o sierras, y luego se llevan al laboratorio para su acondicionamiento y ensayo. Estas muestras obtuvieron información sobre las propiedades del hormigón utilizado en la estructura, como resistencia, durabilidad y otras características mecánicas y físicas.

Figura 5
Testigos de hormigón



Nota. elaboración propia 2023

Curado el curado del concreto es un proceso crucial para garantizar su adecuado desarrollo de resistencia y durabilidad. Consiste en mantener la temperatura y humedad favorable en el concreto en su etapa inicial de fraguado y endurecimiento.

Durabilidad Se trata de la habilidad para aguantar los efectos dañinos del entorno y mantener su integridad estructural y propiedades durante su vida útil. Es una cualidad importante a considerar en el diseño y construcción de dichas estructuras, ya que afecta su vida útil, rendimiento y costos de mantenimiento.

La resistencia a compresión Determinado por pruebas de laboratorio realizados en muestras de concreto curadas bajo condiciones específicas. Según la normatividad NTP 339.034 y los estándares de prueba, se suele evaluar el aguante del concreto en los 28 días de curado, dado que este período es considera suficiente para que el concreto alcance un aguante significativo.

Tabla 4
Diámetros máximos de especímenes

| Diámetro de espécimen de prueba, mm | máximo Diámetro, mm |
|-------------------------------------|---------------------|
| 50 | 105 |
| 75 | 130 |
| 100 | 165 |
| 150 | 255 |
| 200 | 280 |

Nota. (NTP 339.034, Pag 7)

Tabla 5
Edades de ensayo y tolerancias permisibles

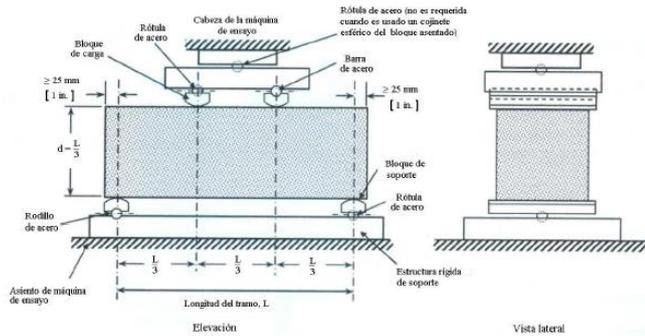
| Edades de Prueba | Tolerancia Permisible |
|------------------|-----------------------|
| 24h | ± 0,5 h ó 2,1% |
| 3d | ± 2 h ó 2,8 % |
| 7d | ± 6 h ó 3,6 % |
| 28d | ± 20h ó 3,0 % |
| 90d | ± 48h ó 2,2 % |

Nota. (NTP 339.034, Pag 12)

Resistencia a flexión es una medida de aguante a la deformación y el quiebre cuando se somete a fuerzas de flexión. En el caso de una viga de hormigón, Se denomina aguante a la flexión al peso máximo que puede soportar un objeto antes de doblarse y fallar. Todo aquello basado en la normatividad del ASTM C-78 / NTP 339.078.

Figura 6

Dispositivo para la prueba a flexión vigas con cargas a los tercios.



Nota. (NTP 339.078, Pag 10)

Sílice: son compuesto químico que se encuentra en abundancia en la naturaleza en forma de minerales compuestos principalmente de silicio y oxígeno. Tanto como el silicio y el oxígeno son elementos abundantes en la corteza terrestre, por lo que la sílice es uno de los compuestos más comunes en la Tierra.

La sílice puede presentarse en diferentes formas, siendo la forma cristalina la más común. Ejemplos de minerales de sílice cristalina son la cristobalita, el cuarzo, y la tridimita. Estos minerales cristalinos tienen una estructura ordenada y regular en su disposición de átomos.

También existe la sílice en estado amorfo, donde los átomos no tienen una estructura ordenada. El ejemplo más conocido de sílice amorfa es el vidrio, que se puede adquirir mediante la fusión de sílice a altas temperaturas y su posterior enfriamiento rápido.

Figura 7

Sílice en estado natural



Nota. elaboración propia 2023

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El proyecto de investigación es **aplicada** ya que el principal fin es resolver los problemas de manera inmediata siguiendo un orden. Según Borja se busca interiorizar una realidad del problema mediante el conocimiento, la actuación, la construcción y modificación. Interviniendo inmediatamente sobre una problemática precedente al desarrollo de un conocimiento que alcance mayor valor. (Borja S., 2012).

Entonces, la adición de la sílice al concreto, en los distintos porcentajes que son 10%, 15%, 20% con relación al agregado fino, de los cuales, indagando las consecuencias en las propiedades del concreto y en relación con los efectos esperados se puede hacer uso el reemplazo del sílice con otros materiales de ésta forma perfeccionar las características del cemento(concreto), o quizá pueda servir como base para los próximos estudios con relación al tema.

Nivel de investigación

Así mismo este proyecto toma en cuenta la definición de Borja donde manifiesta que no solo se describe conceptos o eventualidades incluso la instalación que pueda subsistir entre variables. (Borja S., 2012), todo ello es simplemente para establecer la relación existente o no entre las variables.

En el proyecto que se desarrolla en la investigación es **explicativa**, porque se explicó que el reemplazo del agregado fino por la sílice afecta las cualidades del concreto en su estado endurecido y fresco.

Diseño de investigación

“Para la definición del diseño volvemos a tomar las palabras de Borja quien nos explica que la hipótesis es comprobada si se hace empleo de las variables de manera intencionada de las variables.” (Borja S., 2012), es decir se busca manipular y controlar las variables independientes de manera intencionada para poder analizar el efecto sobre las variables restantes que son las dependientes.

En la investigación el diseño es **cuasiexperimental**, la razón de esto por se sustituyó parcialmente el agregado fino por una mezcla de sílice (variable independiente) en distintos porcentajes de 10%, 15%, 20% por m³ de mezcla de concreto. Para así poder determinar el efecto de sus propiedades en estados endurecido y fresco del concreto de aguante de 210 kg/cm² que viene a ser (variable dependiente).

Enfoque de investigación

Enfoque **cuantitativo** a razón de que Borja, autor citado en esta investigación menciona que para tener datos confiables e importante para la resolución de la realidad del problema debemos hacer uso del acopio y propiamente el análisis de los datos, estas acciones nos ayudarán a dar respuesta a las preguntas de este proyecto como también probar la hipótesis. Siendo así este tipo de investigación cree en la calculo y conteo numérico especialmente en el uso de la estadística. (Borja S., 2012).

La investigación arrojó valores numéricos de la medición de variables al valorar las hipótesis planteadas.

3.1 Variables y operacionalización

Variable independiente: Influencia del sílice

Según la (PERFIL DE MERCADO DE SILICE, 2012). El Sílice compone al máximo arenas de sílice proveniente de rocas de sílice (intrusivas y extrusivas) las sedimentarias como las areniscas. Debido a su estabilidad fisicoquímico es el mineral detrítico más copioso.

Definición operacional: para poder calcular la mezcla de Sílice, se hizo la siguiente dosificación suministrando el 10%, 15%, 20% como sustitución del agregado fino en el concreto.

Variable dependiente: Propiedades del concreto $f'c=210$ Kg/cm²

La maleabilidad del concreto determinará su propiedad de ser ubicado, acabado y comprimido sin tener en cuenta la segregación, ya que se observará la plasticidad, posesividad y compactibilidad de la misma. La maleabilidad de una mezcla se basa en la medición de los granos en sedimentación (granulometría), registro y armonía

del agregado, de la cuantía del cemento, aire incorporado, los aditivos y por último la firmeza. (Abanto Catillo, 2009).

Definición operacional: Las variables fueron medidas por los ensayos de consistencia en la forma fresca del concreto, y en la forma endurecida, se llevó a cabo en las pruebas de compresión y flexión.

Operacionalización de variables: Son los pasos para llevarse a cabo para la medición de variables que han sido enunciadas en la hipótesis, siendo éstas desglosadas en lo que llama el autor, indicadores susceptibles que son importantes para la investigación. (Borja S., 2012).

Por lo tanto, presentamos la operacionalización de variables en el **anexo 1**.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Es un grupo estudiado, definido, cercado y accesible, que servirán de referentes para la correcta selección de muestra, éstas cumplirán un proceso de criterios predeterminados. (Arias Gómez, y otros, 2016).

Para el estudio se estableció como población a la producción del concreto $f'c = 210$ Kg/cm², con un reemplazo parcial del 10%, 15% y 20% de sílice, para así poder ser evaluados con los ensayos de consistencia, exudación, flexión, compresión.

Muestra: Se le entiende mejor como el subconjunto de la población (Universo). Nos ayuda mucho a delimitar este subconjunto de acuerdo con el tiempo y economía del investigador, en este proceso definiremos la unidad de muestreo para su análisis, generación de respuestas y de esta forma determinar indicadores. (Arias Gómez, y otros, 2016).

En la Norma NTP 339.183 en el 5.5, norma ASTM C-192 en el 5.5 y en la norma E.060 en el 5.3.3.2 nos menciona que el número de muestras mínimas son de tres (3) probetas para las pruebas de compresión y flexión. Del mismo modo según la Norma NTP 339.036 y ASTM C-172 para concretos frescos, el mínimo de muestras es dos (2).

Para lo ya mencionado con anterioridad en el ensayo de compresión tenemos 36 muestras cilíndricas, del mismo modo para la prueba a flexión tenemos 36 muestras tipo viga, que evaluaremos a los 7, 14 y 28 días para la dosificación en un diseño

de concreto 210 kg/cm². De la misma manera se realizó un total de 8 muestras para lo que es el ensayo de asentamiento.

Para la prueba a compresión tenemos 36 probetas cilíndricas con medidas según la NTP 339.034 (15cm de diámetro y 30cm de altura) por lo que detallaremos en la siguiente tabla según el curado y las dosificaciones.

Tabla 6
Cantidad de probetas para la Prueba de Aguante a Compresión

| PRUEBA DE AGUANTE A LA COMPRESION | | | | | |
|--|---|------------|------------|------------|--------------|
| EDAD (DIAS) | % SUSTITUCION CON MEZCLA DE SILICE | | | | |
| | 0%(patron) | 10% | 15% | 20% | TOTAL |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 14 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 28 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| TOTAL DE PROBETAS | | | | | 36 |

Nota. elaboración propia 2023

Para el ensayo a flexión la muestra es de 36 vigas con sección rectangular según la norma ASTM C-78 / NTP 339.078 es de (15cm x 15cm). De la cual detallaremos en el siguiente cuadro.

Tabla 7
Cantidad de Vigas para la Prueba de Aguante a Flexión.

| PRUEBA DE AGUANTE A FLEXION | | | | | |
|------------------------------------|---|------------|------------|------------|--------------|
| EDAD (DIAS) | % SUSTITUCION CON MEZCLA DE SILICE | | | | |
| | 0%(patron) | 10% | 15% | 20% | TOTAL |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 14 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 28 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| TOTAL DE PROBETAS | | | | | 36 |

Nota. elaboración propia 2023

Para evaluar el ensayo de Asentamiento se consideró 8 muestras según las Normas ASTM C-143 / NTP 339.035. de las cuales detallaremos en el siguiente cuadro.

Tabla 8
Cantidad de Muestra para la prueba de Asentamiento

| PRUEBA DE ASENTAMIENTO | | | | |
|---|------------|------------|------------|--------------|
| % SUSTITUCION CON MEZCLA DE SILICE | | | | |
| 0%(patron) | 10% | 15% | 20% | TOTAL |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| TOTAL DE PROBETAS | | | | 8 |

Nota. elaboración propia 2023

Muestreo

En este caso, tenemos que entender y definir precisamente nuestros objetivos de la investigación ya que de ello depende el seleccionar una muestra probabilística o no probabilística. (Borja S., 2012).

Por lo que nuestra investigación es considerada no probabilístico, en mención a la NTP y el ASTM para las pruebas de la investigación.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

En la fase de recaudación de datos intervienen tres acciones interconectadas entre sí ." (Borja S., 2012).

Elegir la herramienta para recolectar datos, los mismos que tienen que ser confiables y válidos.

Adaptar la herramienta en la muestra de estudio.

Estudiar la indagación recopilada.

Para seleccionar una herramienta de adquisición de datos válida y confiable, se debe tener en cuenta el objetivo del estudio y las variables deseadas. En este caso, se pueden incluir instrumentos de adquisición de datos, ya que se trata de analizar los efectos del intercambio parcial del agregado fino con mezcla de sílice en las características del concreto.

Se utilizan equipos como guías de observación, reales y confiables, y se regulan para esta prueba y recopilación de datos. La investigación es un método estandarizado y está respaldada por estándares técnicos peruanos. Por lo tanto, juzga la validez, Confiabilidad positiva. Las pruebas clínicas están correctamente certificadas, ajustadas y realizadas en dispositivos de mantenimiento actuales.

Instrumentos de acumulación de datos

Fiabilidad, validez y objetividad son las tres condiciones fundamentales que debe cumplir toda medición o herramienta de recopilación de datos. (Hernández, y otros, 2014). Por lo ya expuesto, los instrumentos a utilizar nos ayudaran a reunir información para poder ser analizados durante la investigación.

como herramienta de acumulación de datos en las fichas técnicas, se usaron de acuerdo con las diversas regulaciones en las pruebas realizadas en las características del concreto, por lo que en la **Tabla 9** mostramos las fichas técnicas y sus anexos.

Tabla 9
Fichas técnicas

| ANEXOS | FICHAS TECNICAS |
|---------|--|
| Anexo 3 | Ficha técnica de Acumulación de datos de la Prueba de Asentamiento |
| Anexo 4 | Ficha técnica de Acumulación de datos de la Prueba de Aguante a compresión |
| Anexo 5 | Ficha técnica de Acumulación de datos de la Prueba de Aguante a Flexión |

Nota. elaboración propia 2023

Validez del instrumento

“A mayor relación de las respuestas de la recolección de datos mediante sus instrumentos y criterio nos indicaran mayor validez” (Hernández, y otros, 2014).

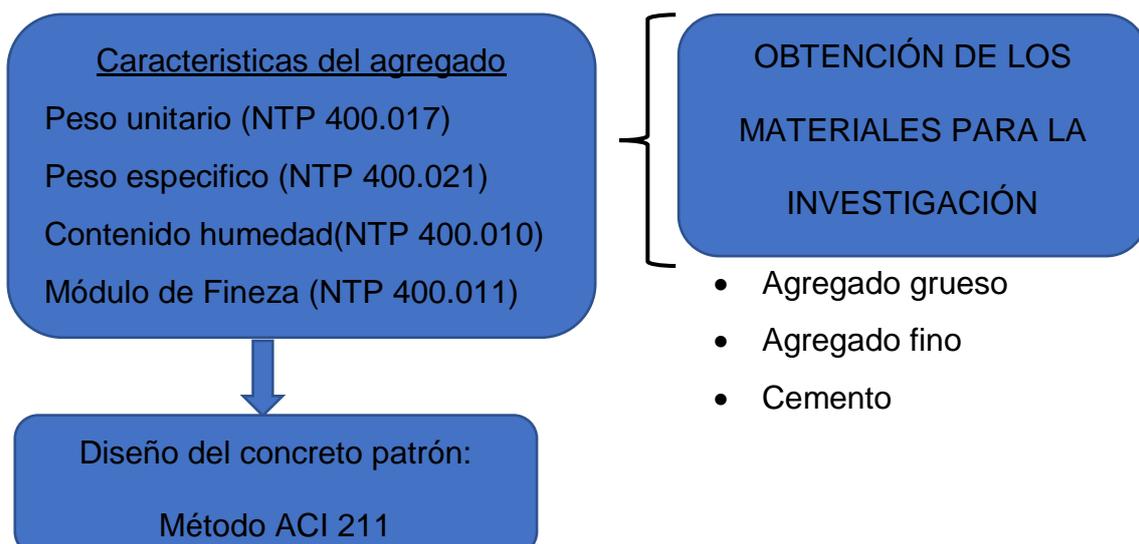
Por lo que para la investigación tenemos a tres (3) expertos que nos validan las fichas técnicas y la recolección de datos, para así poder tener datos confiables que se usara para poder rechazar o de lo contrario aprobar nuestras hipótesis.

Confiabilidad del instrumento

“Aquí tendremos en cuenta hasta qué punto se repitió su aplicación en el mismo sujeto u objeto en relación con los resultados que este nos arrojen (iguales o no)” (Hernández, y otros, 2014).

3.5 Procedimientos

DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO



- Agua
- sílice



Según (Hernández, y otros, 2014) La matriz de datos se somete a análisis mediante un programa informático.

Para la investigación con enfoque cuantitativo los análisis estadísticos adquiridos de los experimentos realizados en el área de trabajo, para tener los efectos del planteamiento de la investigación. Desarrollaremos una comparativa de todas las muestras con respecto al efecto que originó la mezcla de la sílice en el agregado fino con respecto a las pruebas de asentamiento, aguante a la compresión y flexión.

Para poder procesar los datos obtenidos se utilizó el software Excel, mediante el cual usamos cuadros, tablas, ecuaciones y figuras para poder analizar los resultados obtenidos de la incidencia del sílice en el concreto.

3.7 Aspectos éticos

Según (Ñaupás, y otros, 2018) Tenemos que ponerle mucha importancia en la recopilación de datos al ser una etapa expuesta a sesgar los resultados esperados

de la investigación, esto implica la codependencia que existe entre investigador y los variables de estudio. Por ello es importante mantener la ética profesional durante la investigación.

Por lo que para el trabajo de investigación se considera: la autenticidad de los resultados, confiabilidad de la indagación recibida, pertenencia de los autores y por último la identidad de las personas que colaboraron con la investigación.

IV RESULTADOS

4.1 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

ETAPA 1: Recopilación de materiales para el reemplazo del agregado fino.

Recopilación del sílice.

Se realizó la recolección del sílice para el reemplazo parcial del agregado fino en la mezcla, para lo cual visitamos la cantera en la localidad de san juan de pachacayo – jauja.

Ubicación geográfica

Departamento: Junín

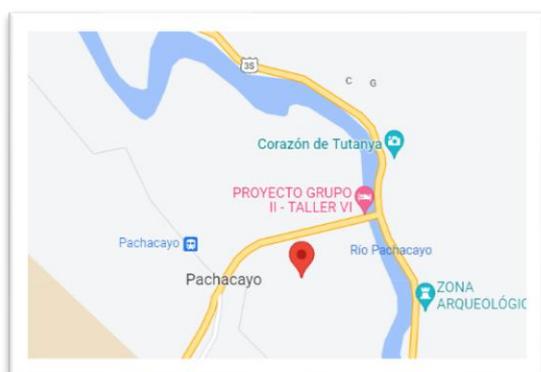
Provincia: Jauja

Distrito: Canchayllo

Coordenadas: 11°46'13.5"S 75°42'39.4"W

Figura 8

Cantera y ubicación del sílice pachacayo.



Nota. elaboración propia 2023

Luego de la visita a la cantera recurrimos a la extracción del sílice en su estado natural, en un aproximado de 80 kg para la elaboración de la tesis.

Figura 9
Muestras de sílice



Nota. elaboración propia 2023

ETAPA 2: Acopio de los agregados

Los agregados los adquiridos en la cantera de Chillico, ubicada en el centro poblado de Viñaca, Ayacucho. La cual tomamos como opción ya que es la más cercana entre todas las canteras y constatando que los materiales de la cantera son de buena calidad.

Figura 10
Ubicación de la cantera Chillico



Nota. elaboración propia 2023

Posteriormente para la investigación se realizaron la compra de los agregados de la misma cantera, ya que se tenía que constatar de que los materiales (agregado fino) y (agregado grueso) sean limpias y sin impurezas, para luego transportarlo al laboratorio.

En el caso del cemento usamos cemento andino tipo I, que se adquirió en la ferretería más cercana al lugar del ensayo.

Figura 11

Agregado grueso, agregado fino, cemento



Nota. elaboración propia 2023

ETAPA 4: Caracterización de los Agregados

Para las pruebas de la investigación, lo realizamos en el laboratorio “VAZATT GEOTEST” por lo que el encargado nos brindó garantía y personal experta, con equipos certificados de acuerdo a las normativas.

Ubicación geográfica

Departamento: Ayacucho

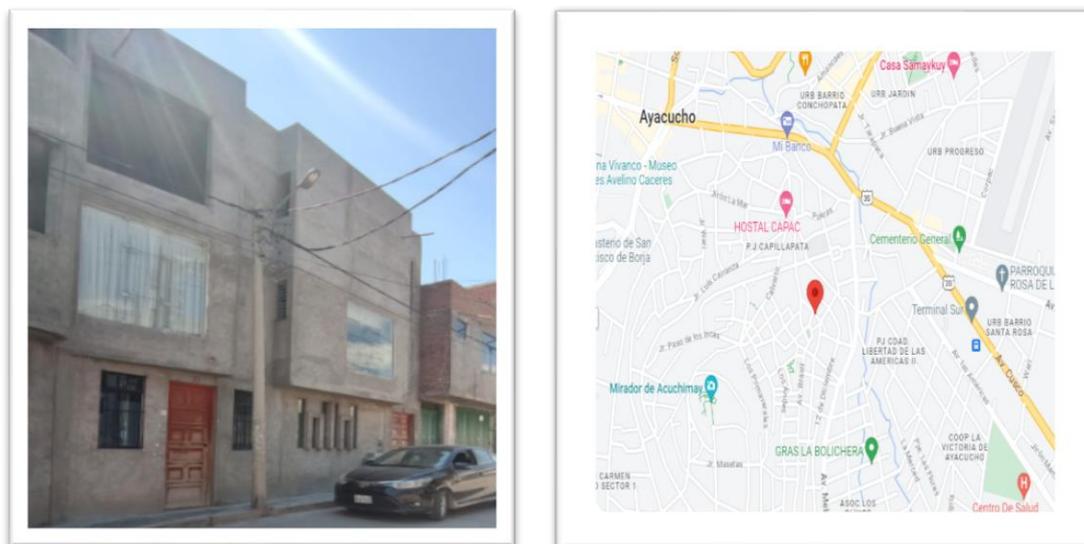
Provincia: Ayacucho

Distrito: Carmen Alto

Coordenadas: 13°10'08.9"S 74°13'03.0"W

Figura 12

Ubicación del laboratorio



Nota. elaboración propia 2023

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

el análisis granulométrico separa las partículas según tamaños por lo cual se puede conocer las cantidades en peso según los tamaños. Para lo cual los tamices en el Perú están normados según NTP 350.001.

Agregado fino

según los parámetros y los procedimientos de la norma **NTP400.012** y **ASTM-C33** se refiere al análisis granulométrico del material fino, grueso y global.

Según la **Tabla 10** nos muestra que en el tamiz #30 tenemos mayor cantidad de retenidos con un porcentaje de 29.20%, en donde obtuvimos como módulo de finura de 2.81, Esto se ajusta a la norma ASTM C125, que establece que el módulo de finura del agregado (arena) debe estar entre 2,3 y 3,1.

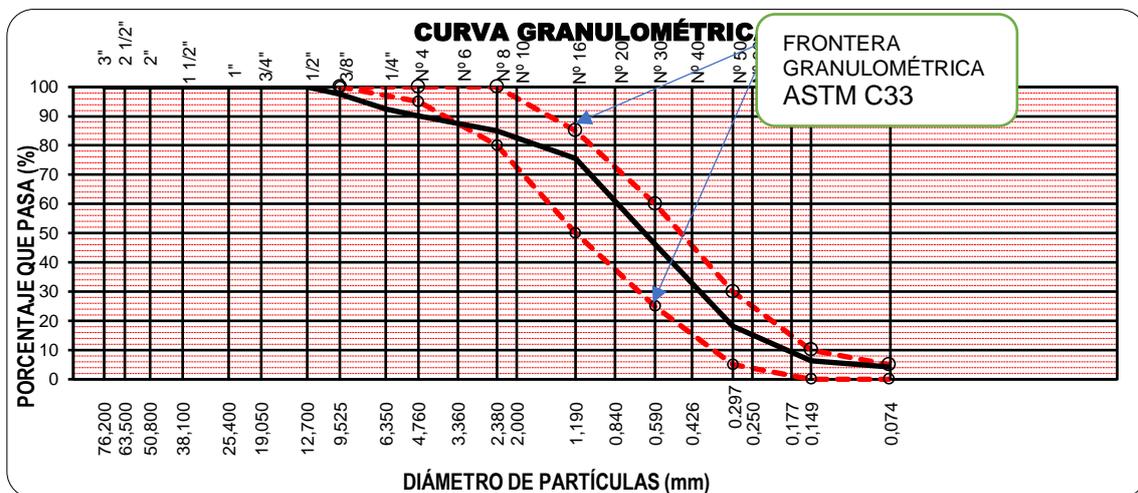
Tabla 10
Análisis granulométrico del material fino

| | TAMIZ | ABERTURA | PESO | % RETENIDO | % RETENIDO | % QUE |
|---|--------|----------|-----------------|---------------|------------|-------------|
| | | (mm) | Retenido (g) | Parcial | Acumulado | Pasa |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | 3" | 76.200 | - | - | - | 100.00 |
| | 2 1/2" | 63.500 | - | - | - | 100.00 |
| | 2" | 50.800 | - | - | - | 100.00 |
| | 1 1/2" | 38.100 | - | - | - | 100.00 |
| | 1" | 25.400 | - | - | - | 100.00 |
| | 3/4" | 19.050 | - | - | - | 100.00 |
| | 1/2" | 12.700 | - | - | - | 100.00 |
| | 3/8" | 9.525 | 26.68 | 2.43 | 2.43 | 97.57 |
| | 1/4" | 6.350 | 55.62 | 5.06 | 7.48 | 92.52 |
| | Nº 4 | 4.760 | 27.51 | 2.50 | 9.98 | 90.02 |
| | Nº 8 | 2.380 | 55.62 | 5.06 | 15.04 | 84.96 |
| | Nº 16 | 1.190 | 104.34 | 9.49 | 24.52 | 75.48 |
| | Nº 30 | 0.590 | 321.25 | 29.20 | 53.73 | 46.27 |
| | Nº 50 | 0.297 | 308.56 | 28.05 | 81.78 | 18.22 |
| | Nº 100 | 0.149 | 131.62 | 11.97 | 93.75 | 6.25 |
| | Nº 200 | 0.075 | 22.25 | 2.02 | 95.77 | 4.23 |
| | Fondo | | - | - | 95.77 | - |
| | Lavado | | 46.55 | 4.23 | 100.00 | - |
| TOTAL | | | 1,100.00 | 100.00 | - | - |
| | | | | | MF | 2.81 |

Nota. elaboración propia 2023

Para mejorar la comprensión de los datos adquiridos, presentamos el siguiente gráfico, en el que se muestra la curva granulométrica del árido fino que se utilizará para fabricar el concreto estándar.

Curva granulométrica AF



Agregado grueso

según los parámetros y los procedimientos de la norma **NTP400.012** y **ASTM-C33** que se refiere al estudio granulométrico del material fino, grueso y global.

Según la **Tabla 11** se puede observar que el tamiz con mayor cantidad de retenido es el 1/2" con un 52.64%, esto significa que el módulo de finura del tamaño máximo nominal de 1/2" es de 7,12.

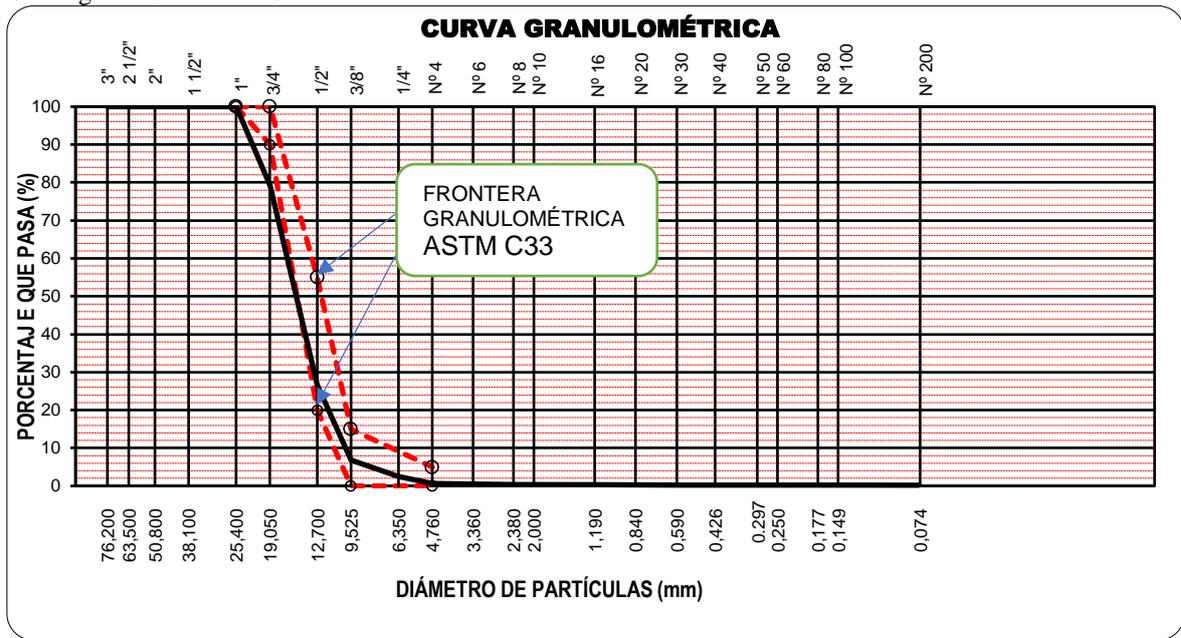
Tabla 11
Análisis granulométrico del material fino

| | TAMIZ | ABERTURA | PESO | % RETENIDO | % RETENIDO | % QUE |
|--------------------------------------|--------------|----------|-----------------|---------------|------------|-------------|
| | | (mm) | Retenido (g) | Parcial | Acumulado | Pasa |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | 3" | 76.200 | - | - | - | 100.00 |
| | 2 1/2" | 63.500 | - | - | - | 100.00 |
| | 2" | 50.800 | - | - | - | 100.00 |
| | 1 1/2" | 38.100 | - | - | - | 100.00 |
| | 1" | 25.400 | - | - | - | 100.00 |
| | 3/4" | 19.050 | 1,028.10 | 20.75 | 20.75 | 79.25 |
| | 1/2" | 12.700 | 2,608.30 | 52.64 | 73.39 | 26.61 |
| | 3/8" | 9.525 | 982.00 | 19.82 | 93.21 | 6.79 |
| | 1/4" | 6.350 | 211.50 | 4.27 | 97.48 | 2.52 |
| | Nº 4 | 4.760 | 95.30 | 1.92 | 99.40 | 0.60 |
| | Nº 8 | 2.380 | 8.00 | 0.16 | 99.56 | 0.44 |
| | Nº 16 | 1.190 | 5.20 | 0.10 | 99.66 | 0.34 |
| | Nº 30 | 0.590 | 3.20 | 0.06 | 99.73 | 0.27 |
| | Nº 50 | 0.297 | 1.75 | 0.04 | 99.76 | 0.24 |
| | Nº 100 | 0.149 | 1.05 | 0.02 | 99.79 | 0.21 |
| | Nº 200 | 0.075 | 0.95 | 0.02 | 99.81 | 0.19 |
| | Fondo | | - | - | 99.81 | - |
| Lavado | | 9.65 | 0.19 | 100.00 | - | |
| | TOTAL | | 4,955.00 | 100.00 | - | - |
| | | | TMN | 1/2" | MF | 7.12 |

Nota. elaboración propia 2023

Para una mejor apreciación de los datos obtenidos, mostramos la siguiente figura de la curva granulométrica del material grueso, la cual cumple con los factores de límites altos y bajos según ASTM-C33, en la cual los resultados están dentro del rango permisible.

Figura 13
Curva granulométrica AG



2. CONTENIDO DE HUMEDAD

representa la proporción de agua almacenada en los materiales de acuerdo a la especificación de la norma **NTP 339.185** y **ASTM C566**, para calcular cuánta agua se necesita en total para el diseño.

Materiales fino y grueso

Tabla 12
Prueba granulométrico del material fino

| CONTENIDO DE HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL | | |
|--|---------------|-----------------|
| Cantera | CHILLICO | CHILLICO |
| Material | MATERIAL FINO | MATERIAL GRUESO |
| Tarro - Recipiente | N° 1 | 2 |
| Peso Suelo Húmedo + Recipiente | (g) 482.5 | 751.0 |
| Peso Suelo Seco + Recipiente | (g) 478.6 | 745.3 |
| Peso Recipiente | (g) 132.5 | 131.9 |
| Peso Seco | (g) 346.1 | 613.5 |
| Porcentaje de Humedad (%) | 1.1 | 0.9 |

Nota. elaboración propia 2023

3. PESO UNITARIO

El peso unitario se calcula dividiendo la mezcla de un agregado en estado seco para obtener su densidad total. El procedimiento se realiza según la norma NTP 400.017 Y ASTM-C29, por lo que buscamos saber el peso del material disperso y compactado que posteriormente nos servirá para poder realizar nuestro diseño de mezcla

Agregado Fino

Tabla 13

Peso unitario suelto (material fino)

| PESO UNITARIO SUELTO SECO | | | | |
|---------------------------------|----------------------|--------------|----------|----------|
| TAMAÑO MÁXIMO | | 3/8" | | |
| ENSAYO | N° | 1 | 2 | 3 |
| Agregado + molde | (g) | 6,955.00 | 6,877.00 | 6,935.00 |
| Peso Molde | (g) | 2,525.00 | 2,525.00 | 2,525.00 |
| Peso Material Suelto | (g) | 4,430.00 | 4,352.00 | 4,410.00 |
| Volumen del Molde | (g) | 2,792.10 | 2,792.10 | 2,792.10 |
| Peso Unitario Suelto Seco | (g/cm ³) | 1.587 | 1.559 | 1.579 |
| MEDIA (g/cm³) | | 1.575 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Tabla 14

Peso unitario compactado (material fino)

| PESO UNITARIO COMPACTO SECO | | | | |
|---------------------------------|----------------------|--------------|---------|---------|
| TAMAÑO MÁXIMO | | 3/8" | | |
| ENSAYO | N° | 01 | 02 | 03 |
| Peso Material + Molde | (g) | 7,235.0 | 7,222.0 | 7,229.0 |
| Peso Molde | (g) | 2,525.0 | 2,525.0 | 2,525.0 |
| Peso Material Suelto | (g) | 4,710.0 | 4,697.0 | 4,704.0 |
| Volumen del Molde | (g) | 2,792.1 | 2,792.1 | 2,792.1 |
| Peso Unitario Compacto Seco | (g/cm ³) | 1.687 | 1.682 | 1.685 |
| MEDIA (g/cm³) | | 1.685 | | |

Nota. Elaboración propia 2023

Material Grueso

Tabla 15

Peso unitario suelto (material grueso)

| PESO UNITARIO SUELTO SECO | | | | |
|-------------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| TAMAÑO MÁXIMO | | 3/4" | | |
| Nº DE ENSAYO | Nº | 1 | 2 | 3 |
| Peso Agregado + Molde | (g) | 19,497.00 | 19,535.00 | 19,484.00 |
| Peso Molde | (g) | 6,228.00 | 6,228.00 | 6,228.00 |
| Peso Agregado Suelto | (g) | 13,269.00 | 13,307.00 | 13,256.00 |
| Volumen del Molde | (g) | 9,386.00 | 9,386.00 | 9,386.00 |
| Peso Unitario Suelto Seco | (g/cm ³) | 1.414 | 1.418 | 1.412 |
| PROMEDIO (g/cm ³) | | 1.415 | | |

Nota. Elaboración propia 2023

Tabla 16

Peso unitario compactado (material grueso)

| PESO UNITARIO COMPACTO SECO | | | | |
|-----------------------------|----------------------|----------|----------|----------|
| TAMAÑO MÁXIMO | | 3/4" | | |
| ENSAYO | Nº | 01 | 02 | 03 |
| Peso Agregado + Molde | (g) | 20,452.0 | 20,505.0 | 20,611.0 |
| Peso Molde | (g) | 6,228.0 | 6,228.0 | 6,228.0 |
| Peso Agregado Suelto | (g) | 14,224.0 | 14,277.0 | 14,383.0 |
| Volumen del Molde | (g) | 9,386.0 | 9,386.0 | 9,386.0 |
| Peso Unitario Compacto Seco | (g/cm ³) | 1.515 | 1.521 | 1.532 |
| MEDIA (g/cm ³) | | 1.523 | | |

Nota. Elaboración propia 2023

4. ABSORCIÓN Y PESO ESPECÍFICO

El proceso implica medir el peso de una muestra de ensayo en condiciones saturadas y secas para el agregado fino, para lo cual nos apoyamos en las normas NTP 400.022 y ASTM-C128.

Material fino

Tabla 17

Absorción y peso específico del material fino

| IDENTIFICACIÓN | PROMEDIO |
|---|-------------|
| Peso Material Saturado Superficial Seca (en Aire) | 830 |
| Peso Frasco + H ₂ O | 742 |
| Peso Frasco + H ₂ O + Peso Material | 1572 |
| Peso de Material + H ₂ O en el frasco | 1248.6 |
| Peso Material Seco en Estufa (105 °C) | 820.1 |
| Pe Bulk (Base Seca) | 2.536 |
| Pe Bulk (Base Saturada) | 2.566 |
| Pe Aparente (Base Saturada) | 2.616 |
| % de Absorción | 1.21 |

Nota. elaboración propia 2023

Material grueso

Tabla 18

Peso específico y absorción (material grueso)

| IDENTIFICACIÓN | PROMEDIO |
|---|--------------|
| Peso Material Saturado Superficial Seca (en Aire) | 805 |
| Peso Material Saturado Superficial Seca (en Agua) | 500.5 |
| Peso Material Seco en estufa (105 °C) | 796.2 |
| Pe Bulk (Base Seca) | 2.615 |
| Pe Bulk (Base Saturada) | 2.644 |
| Pe Aparente (Base Saturada) | 2.693 |
| % de Absorción | 1.105 |

Nota. elaboración propia 2023

DISEÑO SEGÚN MÉTODO ACI 211

1. CÁLCULO DE F'CR

Tabla 19

aguante a la compresión diseño F'cr = 210

| F'c | F'cr | F'cr |
|------------------------------|-------------------------|------------|
| < 210 kg/cm ² | + 70 kg/cm ² | 294 |
| 210 - 350 kg/cm ² | + 84 kg/cm ² | |
| >350 kg/cm ² | + 96 kg/cm ² | |

Nota. ACI 211

En donde:

$$F'cr = 210 + 84$$

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

2. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE AIRE

Tabla 20

Contenido de aire atrapado

| TMN Del Agregado Grueso | Aire Atrapado |
|-------------------------|---------------|
| 3/8" | 3.0% |
| 1/2" | 2.5% |
| 3/4" | 2.0% |
| 1" | 1.5% |
| 1 1/2" | 1.0% |
| 2" | 0.5% |
| 3" | 0.3% |
| 4" | 0.2% |

Nota. ACI 211

3. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE AGUA

De acuerdo al TMN del material grueso y el asentamiento, se calcula el agua.

En donde se obtiene:

Asentamiento = 3" a 5"

TMN = 1/2"

Por lo tanto: **Agua = 216L/m³**

Tabla 21

Volumen unitario del agua

| | AGUA EN L/M3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL MATERIAL GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|------|-----|--------|-----|-----|------|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | ---- |

Nota. ACI 211

Cantidad de agua = **216 m³**

4. CÁLCULO DE AGUA/CEMENTO (A/C)

Tabla 22

Relación a/c por aguante

| F'c (Kg/cm2) | Relación agua/cemento en peso | |
|--------------|-------------------------------|----------------------|
| | sin aire incorporado | con aire incorporado |
| 150 | 0.80 | 0.71 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 400 | 0.43 | |
| 450 | 0.38 | |

Nota. ACI 211

Se realizaron algunos cálculos en los que se obtuvo una relación agua/cemento de F'C=294 kg/cm2.

Relación a/c = 0.56

5. CÁLCULO DEL CEMENTO

Para saber la porción de cemento se usa la formula siguiente

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{Agua}}{\text{relación a/c}}$$

Factor cemento = 385.71 kg

Medida en bolsas de cemento:

$$385.71 \text{ kg} / 42.5 = \mathbf{9.07 \text{ bolsas}}$$

6. CÁLCULO DEL PESO DEL MATERIAL GRUESO

Para el MF del material fino = 2.81

Tabla 23*Peso del material grueso*

| TMN Del Material Grueso | volumen de material grueso para diferentes módulos de fineza del fino. (b/bo) | | | |
|----------------------------------|---|------|------|------|
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8" | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3" | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Nota. ACI 211

Peso del material por unidad de volumen = **0.3367**Peso del material grueso = **906.73kg****7. CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO****Tabla 24***Volumen de los componentes de mezcla*

| Insumo | Peso Especifico | Volumen Absoluto |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Cemento Andino Tipo I | 3120 kg/m ³ | 0.1236 m ³ |
| Agua | 1000 kg/m ³ | 0.2160 m ³ |
| Aire Atrapado ≈ 2.5% | --- | 0.0250 m ³ |
| Agregado Grueso | 2693 kg/m ³ | 0.3367 m ³ |
| | Volumen de Pasta | 0.3646 m ³ |
| | Volumen de Agregados | 0.6354 m ³ |

Nota. elaboración propia 2023

Volumen absoluto total = 0.1236 + 0.2160 + 0.0250 + 0.3367 = 0.6354**Volumen del material fino = 1 - 0.6354 = 0.3646****8. CÁLCULO DEL PESO DEL MATERIAL FINO**

Peso del agreg. fino = volumen del agreg. fino x peso esp. Agreg.fino

Peso del agreg. fino = **781kg****9. PESO SECO DE LA MEZCLA**

Cemento = **385.71kg**

Material grueso = **906.73kg**

Material fino = **781.13kg**

Agua = **216Lt**

10. CORRECCION DE AGUA

$$\text{PESO SECO} = \left(\frac{\% \text{HUMEDAD}}{100} + 1 \right)$$

Peso húmedo (agregado grueso) = **915.43kg**

Peso húmedo (agregado fino) = **789.82kg**

11. DISEÑO FINAL CON OPTIMIZACION DEL AGUA

Tabla 25

Volumen de los componentes de mezcla

| Elemento | Cemento Andino Tipo I | Agua | Material Grueso | Material Fino |
|-------------|-----------------------|-------|-----------------|---------------|
| Peso Seco | 386 kg | 216 l | 906.73kg | 781.13 kg |
| Peso Húmedo | 386 kg | 218 l | 915.43kg | 789.82kg |
| | | | PUT | 2309 kg |

Nota. elaboración propia 2023

A) DISEÑO DE MEZCLA BASE

Tabla 26

Diseño de mezcla patrón

| ELEMENTO | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|-----------------------|-----------|-------------|
| Cemento Andino Tipo I | 386 kg | 386 kg |
| Agregado grueso | 906.73kg | 915.43kg |
| Agregado fino | 781.13 kg | 789.82kg |
| Agua | 216 Lt | 218.25 Lt |

Nota. elaboración propia 2023

B) MEZCLA DE DISEÑO CON REEMPLAZO DE SILICE AL 10% EN AGREGADO FINO.

Tabla 27*Diseño de mezcla con 10% de sílice*

| ELEMENTO | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|-----------------------|-----------|-------------|
| Cemento Andino Tipo I | 386 kg | 386 kg |
| Agregado grueso | 906.73kg | 915.43kg |
| Agregado fino | 781.13 kg | 789.82kg |
| SILICE | 78.113KG | 78.113KG |
| Agua | 216 Lt | 218.25 Lt |

Nota. elaboración propia 2023

C) MEZCLA DE DISEÑO CON REEMPLAZO DE SILICE AL 15% EN AGREGADO FINO.

Tabla 28*Diseño de mezcla con 15% de sílice*

| ELEMENTO | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|-----------------------|-----------|-------------|
| Cemento Andino Tipo I | 386 kg | 386 kg |
| Agregado grueso | 906.73kg | 915.43kg |
| Agregado fino | 781.13 kg | 789.82kg |
| SILICE | 117.16kg | 117.16kg |
| Agua | 216 Lt | 218.25 Lt |

Nota. elaboración propia 2023

D) MEZCLA DE DISEÑO CON REEMPLAZO DE SILICE AL 20% EN AGREGADO FINO.

Tabla 29*Diseño de mezcla con 20% de sílice*

| ELEMENTO | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|-----------------------|-----------|-------------|
| Cemento Andino Tipo I | 386 kg | 386 kg |
| Agregado grueso | 906.73kg | 915.43kg |
| Agregado fino | 781.13 kg | 789.82kg |
| SILICE | 156.22kg | 156.22kg |
| Agua | 216 Lt | 218.25 Lt |

Nota. elaboración propia 2023

ETAPA 5: PREPARACION DE MUESTRAS EN ESTADO FRESCO

A) Evaluación Del Asentamiento Según La Norma NTP 339.035 Y ASTM C-143.

La presente evaluación se llevó a cabo llenando tres capas de la mezcla en el molde (Cono De Abrams) y el compactado se realiza con una varilla lisa dando 25 golpes por capa.

Figura 14

En la figura mostramos el retiro del cono de Abrams y posteriormente la toma de lectura del asentamiento



Nota.

elaboración propia 2023

Tabla 30

Resultado del SLUMP por cada diseño

| Tipo de Concreto | SLUMP |
|----------------------------|-------|
| Concreto Base | 4.57 |
| concreto con 10% de sílice | 4.9 |
| concreto con 15% de sílice | 5.2 |
| concreto con 20% de sílice | 5.5 |

Nota. elaboración propia 2023

En el presente ensayo de consistencia se observa que mediante se incrementa la proporción de sílice la consistencia del concreto patrón 210 kg/cm² incrementa.

En donde se obtiene un aumento en porcentajes del 7.22% para (10% de sílice), 13.78% (15% de sílice) y 20.35% (20% de sílice).

ETAPA 6: PREPARACIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS Y VIGAS DE HORMIGÓN

La fabricación de las muestras cilíndricas y vigas de concreto, se realizaron en función a la norma **NTP 339.183 y ASTM C 199**, en la que nos indica el desarrollo de la elaboración y curado del concreto.

tubo de ensayo cilíndrico

Para el presente ensayo elaboramos la cantidad de 36 probetas cilíndricas con concreto patrón y las adiciones de 10%, 15% y 20% de silice en porcentajes, las probetas cilíndricas tienen las medidas de (15cm de diámetro y 30cm de altura), según la norma **NTP 339.034**.

Equipos materiales y herramientas para dicho ensayo

Cemento Andino portland tipo I, Agregado fino – cantera chillico (centro poblado de Vicaña – Ayacucho, Agregado grueso – cantera chillico (centro poblado de Vicaña – Ayacucho), Silice – cantera de pachacayo (Distrito Canchayllo - Junín), Agua, Mezclador de concreto (Trompo), Balanza digital, Moldes cilíndricos (15cm de diámetro y 30cm de altura), Cono de Abrams (Slump), Varilla de 5/8” de diámetro y 50cm de largo, Espátula , Martillo de goma, Badilejo, Flexómetro, EPP.

Figura 15

Pesado de los materiales y su posterior mezclado de concreto



Nota: elaboración propia 2023

Figura 16

Apisonado y llenado de las probetas cilíndricas



Nota. elaboración propia 2023

Vigas

De la misma para el ensayo realizamos la cantidad de 36 vigas con concreto patrón y adicionales de 10%, 15% y 20% de sílice en porcentajes, las vigas tienen una sección rectangular según la norma ASTM C-78 / NTP 339.078 es de (15cm x 15cm).

Figura 17

Materiales y mezclado de concreto



Nota. elaboración propia 2023

Figura 18

Apisonado y llenado de las vigas rectángulas



Nota. elaboración propia 2023

ETAPA 7: TRATAMIENTO DE LAS PROBETAS Y VIGAS

Posteriormente una vez desmoldadas procedimos a depositarlas en un ambiente húmedo, en nuestro caso lo sumergimos en una poza para cubrir totalmente todos.

Figura 19

Curado de las probetas y vigas



Nota. elaboración propia 2023

ETAPA 8: ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO

1) Prueba de Aguante a Compresión

Para la presente prueba, realizamos de acuerdo a la norma **NTP 339.034 Y ASTM C-39**. En primer lugar, procedemos a pesar, medir el diámetro y altura de cada una de las probetas cilíndricas tanto para la mezcla base y la mezcla con adición de sílice en un 10%, 15% y 20%.

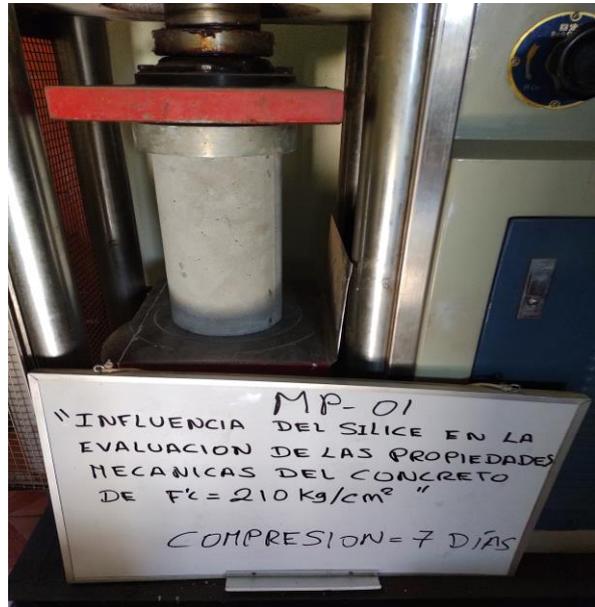
Figura 20
Medición y pesado de las probetas cilíndricas



Nota. elaboración propia 2023

Para el proceso de ruptura de nuestras probetas cilíndricas a los 7, 14 y 28 días, recurrimos a utilizar la prensa hidráulica cilíndrica.

Figura 21
Rotura de las probetas cilíndricas



Nota. elaboración propia 2023

Tabla 31. Estos son los resultados del ensayo de aguante a la compresión de 7 días.

Tabla 31

Resultados de la evaluación del Aguante a Compresión a los 7 Días

| DESCRIPCION | Fecha de Moldeo | Resistencia de Diseño | Fecha de Rotura | Edad | Diámetro de Espécimen (Cm) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (kg/cm ²) | Resistencia |
|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------|--------|----------------------------|---|--|-------------|
| | | (Kg/cm ²) | | (Días) | | (Kg/cm ²) | | (%) |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 15.6 | 202.51 | 210.66 | 100.31% |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 15.6 | 196.63 | | |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 15.6 | 232.82 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 15.6 | 228.23 | 212.22 | 101.06% |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 15.6 | 196.59 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 15.6 | 211.85 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 27/08/2023 | 7 | 15.6 | 232.61 | 213.37 | 101.60% |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 27/08/2023 | 7 | 15.6 | 235.87 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 27/08/2023 | 7 | 15.6 | 171.61 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 28/08/2023 | 7 | 15.6 | 247.87 | 220.01 | 104.77% |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 28/08/2023 | 7 | 15.6 | 250.01 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 28/08/2023 | 7 | 15.6 | 162.14 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Tabla 32. Estos son los resultados del ensayo de aguante a la compresión de 14 días.

Tabla 32

Resultados de la evaluación del Aguante a Compresión a los 14 Días

| DESCRIPCION | Fecha de Moldeo | Resistencia de Diseño | Fecha de Rotura | Edad | Diámetro de Espécimen (Cm) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (kg/cm ²) | Resistencia |
|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------|--------|----------------------------|---|--|-------------|
| | | (Kg/cm ²) | | (Días) | | (Kg/cm ²) | | (%) |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2023 | 14 | 15.6 | 252.05 | 224.92 | 107.10% |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2024 | 14 | 15.6 | 206.4 | | |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2025 | 14 | 15.6 | 216.3 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2026 | 14 | 15.6 | 268.09 | 258.3 | 123.00% |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2027 | 14 | 15.6 | 259.62 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2028 | 14 | 15.6 | 247.2 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 03/09/2029 | 14 | 15.6 | 250.08 | 247.9 | 118.05% |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 03/09/2030 | 14 | 15.6 | 255.36 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 03/09/2031 | 14 | 15.6 | 238.27 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 04/09/2032 | 14 | 15.6 | 268.69 | 267.05 | 127.17% |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 04/09/2033 | 14 | 15.6 | 271.95 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 04/09/2034 | 14 | 15.6 | 260.52 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Tabla 33. Estos son los resultados del ensayo de aguante a la compresión de 28 días.

Tabla 33
Resultados de la Evaluación del Aguante a Compresión 28 Días

| DESCRIPCION | Fecha de Moldeo | Resistencia de Diseño | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Diámetro de Espécimen (Cm) | Resistencia del Espécimen | Resistencia Promedio (kg/cm ²) | Resistencia (%) |
|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-------------|----------------------------|---------------------------|--|-----------------|
| | | (Kg/cm ²) | | | | (Kg/cm ²) | | |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 15.6 | 264.25 | 258.22 | 122.96% |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 15.6 | 242.94 | | |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 15.6 | 267.48 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 15.6 | 259.08 | 257.82 | 122.77% |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 15.6 | 263.3 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 15.6 | 251.08 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 17/09/2023 | 28 | 15.6 | 264.93 | 261.78 | 124.66% |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 17/09/2023 | 28 | 15.6 | 256.16 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 17/09/2023 | 28 | 15.6 | 264.25 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 18/09/2023 | 28 | 15.6 | 277.55 | 274.65 | 130.78% |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 18/09/2023 | 28 | 15.6 | 270.94 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 18/09/2023 | 28 | 15.6 | 275.45 | | |

Nota. elaboración propia 2023

2) Prueba de Aguante a Flexión

Se realizó en base a la norma NTP 339.078 y ASTM C-78. Por lo que la norma nos menciona que la carga se sometió en los puntos tercios de las vigas de concreto, tanto para las vigas del concreto base y para las vigas con adición de sílice en 10%, 15% y 20%.

Figura 22
Rotura de las vigas



Nota. elaboración propia 2023

Tabla 34 Estos son los resultados de nuestra evaluación del aguante a la flexión durante 7 días.

Tabla 34
Resultados de la evaluación del Aguante a Flexión a los 7 Días

| DESCRIPCION | Fecha de Moldeo | Resistencia a Flexión (Kg/cm2) | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Luz libre de Espécimen (mm) | Ancho y altura Espécimen (mm) | Módulo de Rotura (Kg/cm2) | Modulo R. Promedio (Kg/cm2) | % RESPECTO AL F´C |
|-------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 40.21 | 38.27 | 18.23% |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 38.36 | | |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 36.25 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 34.31 | 36.12 | 17.20% |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 39.96 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 26/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 34.09 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 27/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 41.56 | 37.10 | 17.67% |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 27/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 36.89 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 27/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 32.87 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 28/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 45.57 | 41.10 | 19.57% |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 28/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 35.53 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 28/08/2023 | 7 | 450 | 151 | 42.2 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Tabla 35 Estos son los resultados de nuestra evaluación del aguante a la flexión durante 14 días.

Tabla 35
Resultados de la evaluación del Aguante a Flexión a los 14 Días

| DESCRIPCION | Fecha de Moldeo | Resistencia a Flexión (Kg/cm2) | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Luz libre de Espécimen (mm) | Ancho y altura Espécimen (mm) | Modulo de Rotura (Kg/cm2) | Modulo R. Promedio (Kg/cm2) | % RESPECTO AL F´C |
|-------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 40.3 | 39.99 | 19.04% |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 36.33 | | |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 43.34 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 42.49 | 38.65 | 18.40% |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 34.87 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 02/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 38.58 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 03/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 39.58 | 41.85 | 19.93% |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 03/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 46.89 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 03/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 39.09 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 04/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 49.71 | 47.19 | 22.47% |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 04/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 47.02 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 04/09/2023 | 14 | 450 | 151 | 44.82 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Tabla 36 Estos son los resultados de nuestra evaluación del aguante a la flexión durante 28 días.

Tabla 36
Resultados de la Evaluación del Aguante a Flexión a los 28 Días

| DESCRIPCION | Fecha de Coldeo | Resistencia a Flexion (Kg/cm2) | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Luz libre de Espécimen (mm) | Ancho y altura Espécimen(m m) | Modulo de Rotura (Kg/cm2) | Modulo R.Promedio (Kg/cm2) | % RESPECTO AL F'c |
|-------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 43.18 | 43.14 | 20.54% |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 41.98 | | |
| PATRON | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 44.26 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 41.50 | 40.59 | 19.33% |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 40.68 | | |
| MEZCLA 10% | 19/08/2023 | 210 | 16/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 39.58 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 17/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 41.85 | 45.08 | 21.46% |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 17/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 48.65 | | |
| MEZCLA 15% | 20/08/2023 | 210 | 17/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 44.73 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 18/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 42.58 | 48.00 | 22.86% |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 18/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 50.22 | | |
| MEZCLA 20% | 21/08/2023 | 210 | 18/09/2023 | 28 | 450 | 151 | 51.19 | | |

Nota. elaboración propia 2023

4.2 RESULTADOS

Indicador VD1. Consistencia

Evaluación del asentamiento, también conocido como Slump, fue utilizado para evaluar la resistencia del concreto. Según ASTM C-143, se configuraron los parámetros para el diseño patrón $f'c=210$ Kg/cm² y se sustituyó el agregado fino en 10%, 15% y 20% de la mezcla con sílice, lo que resultó en diferentes medidas de asentamiento que se muestra en conformidad con la tabla que sigue.

Tabla 37
Resumen del resultado de la Evaluación del asentamiento del concreto $F'c=210$ kg/cm².

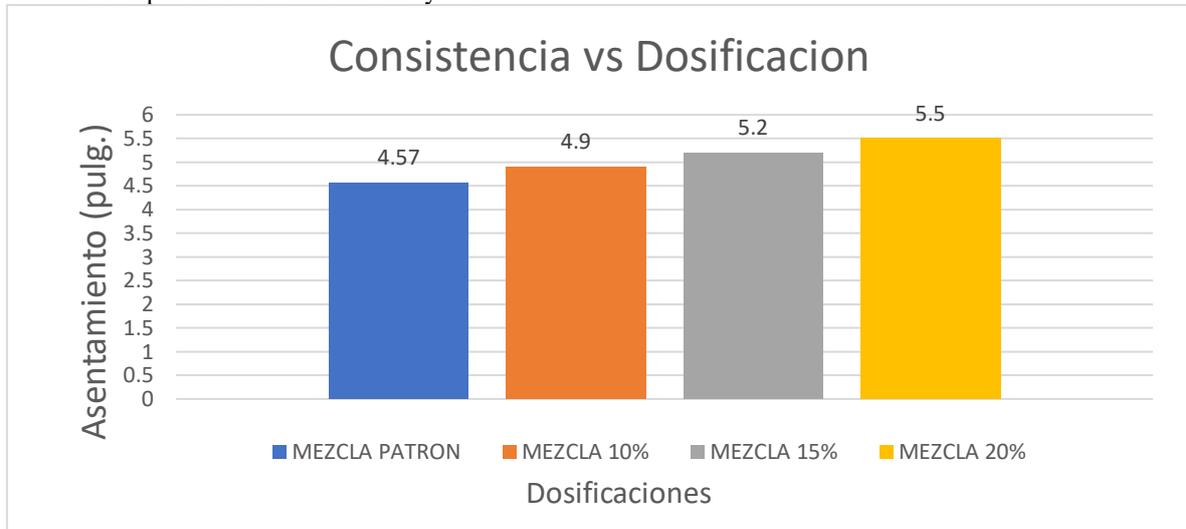
| DESCRIPCION | DENOMINACION | ASENTAMIENTO | PROMEDIO | TIPO DE CONSISTENCIA |
|--------------------|--------------|--------------|----------|----------------------|
| | | pulgada | pulgada | |
| MUESTRA PATRON | M1 | 4.7 | 4.57 | PLASTICO |
| | M2 | 4.2 | | |
| | M3 | 4.8 | | |
| MUESTRA CON EL 10% | M4 | 4.8 | 4.90 | PLASTICO |
| | M5 | 5 | | |
| | M6 | 4.9 | | |
| MUESTRA CON EL 15% | M7 | 5.1 | 5.20 | FLUIDO |
| | M8 | 5.5 | | |

| | | | | |
|-----------------------|-----|-----|------|--------|
| | M9 | 5 | | |
| MUESTRA CON EL 20% | M10 | 5.4 | 5.50 | FLUIDO |
| | M11 | 5.6 | | |
| | M12 | 5.5 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Figura 23

Análisis comparativos de mezclas ensayadas



Según la **Tabla 37** y **Figura 23**. Podemos notar que de la evaluación de asentamiento de concreto base con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ dio una consistencia de 4.57", que indica que es de tipo plástico. Para la mezcla del 10% de sílice nos dio un resultado de 4.9" que es de tipo plástico aumentando en un 7.22% en comparación al concreto base, y para la mezcla del 15% de sílice nos dio un resultando de 5.2" que es de tipo fluido aumentando en un 13.78% en comparación al concreto base y por ultimo tenemos la mezcla del 20% de sílice que nos dio una consistencia del 5.5" que es también de tipo fluido aumentando en un 20.35% en comparación al concreto base. Se deriva de lo mencionado con anterioridad que el diseño base es inferior al diseño con sustitución del agregado fino en 10%, 15% y 20%, por lo que a mayor reemplazo de la dosificación del concreto la consistencia tiende a aumentar la fluidez. Por ende, la hipótesis específica 1 se afirma ya que aumenta con el reemplazo de la sílice. y mejora la trabajabilidad.

Comprobación de la hipótesis

Para evaluar la hipótesis del estudio era imprescindible llevar a cabo una investigación estadística, donde es crucial averiguar si los datos tienen o no tienen

una distribución normal, partiendo de este punto utilizando los resultados de normalidad como guía, realizamos el ensayo Rho de Spearman más adecuada. Basándonos en los resultados de la prueba realizamos el ensayo de Shapiro-Wilk, ya que los resultados del ensayo mostraron que los datos no tenían una distribución normal.

H0: La Característica del concreto fresco: la trabajabilidad tiene una distribución normal.

Ha: La Característica del concreto fresco: la trabajabilidad no tiene una distribución normal.

Tabla 38
Ensayo de Shapiro-Wilk

| | Estadístico | gl | P |
|--------------|-------------|----|-------|
| % | 0.856 | 12 | 0.043 |
| Asentamiento | 0.661 | 12 | 0.000 |

Nota. resultados prueba SPSS

Parámetro de decisión:

Si **p** menor a **0.05** refutamos la **H0** y admitimos la **Ha**

Como **p** menor a **0.05** entonces refutamos la **H0** y admitimos la **Ha**, entonces los datos de las Características del concreto fresco: nos indica que la trabajabilidad no tiene una partición normal. Por consiguiente, aplicamos la estadística no paramétrica.

Ensayo de Rho de Spearman

H0: La sílice no influye de manera favorable en la trabajabilidad del concreto f'c=210 Kg/cm2

Ha: La sílice si influye de manera favorable en la trabajabilidad del concreto f'c=210 Kg/cm2

Parámetros de decisión:

Si p menor **0.05** admitimos la **Ha** y refutamos la **H0**

Si p mayor o igual a **0.05** refutamos la **Ha** y admitimos la **H0**

Tabla 39

Ensayo de Rho de Spearman

| | | | Porcentaje | Asentamiento |
|-----------------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Rho de Spearman | Porcentaje | factor de correlación | 1 | ,684* |
| | | Sig. (bilateral) | | 0.014 |
| | | N | 12 | 12 |
| | Asentamiento | factor de correlación | ,684* | 1 |
| | | Sig. (bilateral) | 0.014 | |
| | | N | 12 | 12 |

Nota. resultados prueba SPSS

Tabla 40

Correlación de Spearman de la satisfacción

| | ρ | p | N |
|------------------------------|--------|-------|----|
| PORCENTAJE - ASENTAMIENTO | 0.684 | 0.014 | 12 |

Nota. resultados prueba SPSS

Visualizando la **Tabla 40** como conclusión nos muestra que la significancia del valor $p=0.014 < 0.05$ se acepta la H_a y rechazamos la H_0 , la cual la sílice si influye en la trabajabilidad del concreto. entonces, el porcentaje y el asentamiento están relacionados, esta proporción es directa, lo que nos indica que a mayor porcentaje de sílice, mayor es la trabajabilidad del concreto, asimismo tenemos una relación alta ya que $\rho=0.684$.

Indicador VD2. Resistencia a Compresión

Para aumentar la confiabilidad de los resultados conseguidos, se siguieron los procedimientos normativos mencionados de acuerdo con la NTP.339.034.

Tabla 41

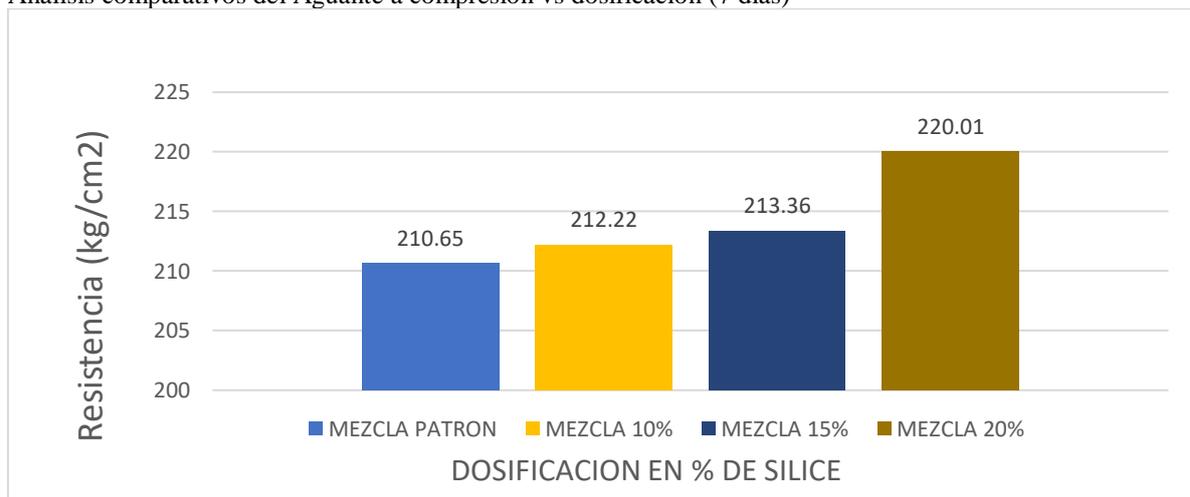
Resumen de la Evaluación a compresión a los 7 días

| DOSIFICACION | EDAD | ESFUERZO (kg/cm ²) | ESFUERZO MEDIO (kg/cm ²) | % DE VARIACION CON BASE |
|--------------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| MEZCLA BASE | 7 | 202.51 | 210.65 | - |
| | 7 | 196.63 | | |
| | 7 | 232.82 | | |
| SUSTITUCION CON MEZCLA DE 10% SILICE | 7 | 228.23 | 212.22 | +0.75% |
| | 7 | 196.59 | | |
| | 7 | 211.85 | | |
| SUSTITUCION CON MEZCLA DE 15% SILICE | 7 | 232.61 | 213.36 | +1.29% |
| | 7 | 235.87 | | |
| | 7 | 171.61 | | |
| SUSTITUCION CON MEZCLA DE 20% SILICE | 7 | 247.87 | 220.01 | +4.4% |
| | 7 | 250.01 | | |
| | 7 | 162.14 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Figura 24

Análisis comparativos del Aguante a compresión vs dosificación (7 días)



Como podemos ver la **Tabla 41** y **Figura 24**, el estudio de compresión a los 7 días mostró el Aguante promedio del concreto preparado con la mezcla base es de 210.65 Kg/cm². Del mismo modo, se logró un incremento en el concreto con sustitución del material fino por sílice, para la dosificación del 10% el aguante promedio es 212.22 Kg/cm², con un incremento de 0.75%, en cambio para

dosificación del 15% el aguante promedio es 213.36 Kg/cm² que viene a ser un incremento del 1.29%, mientras que para la dosificación del 20% el aguante promedio es de 220.01Kg/cm² que viene a ser un incremento del 4.4% con relación al concreto base.

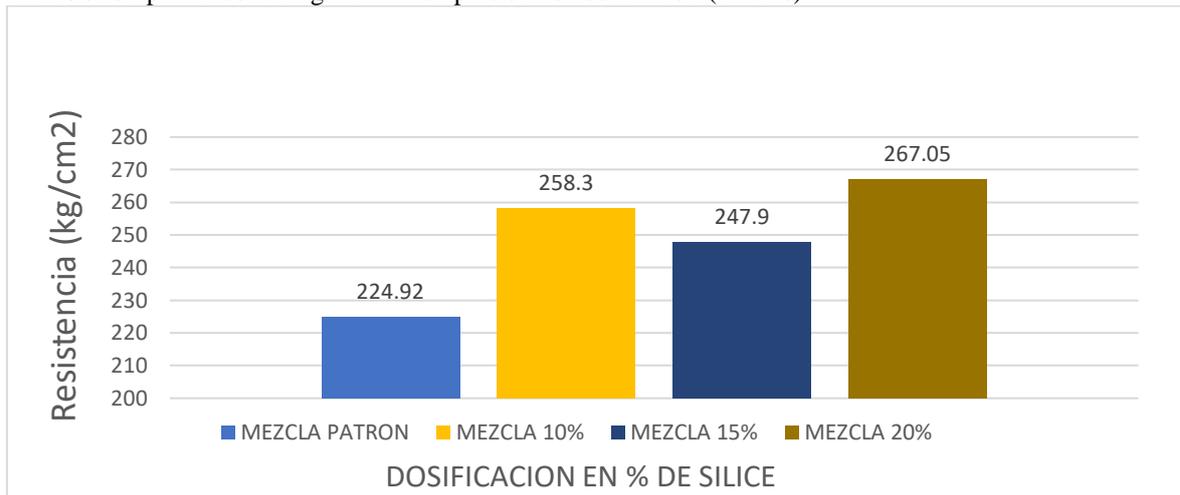
Tabla 42
Resumen de la Evaluación a compresión (14 días)

| DOSIFICACION | EDAD | ESFUERZO (kg/cm ²) | ESFUERZO MEDIO | % DE VARIACION CON BASE |
|--------------------------------------|------|--------------------------------|----------------|-------------------------|
| MEZCLA BASE | 14 | 252.05 | 224.92 | - |
| | 14 | 206.40 | | |
| | 14 | 216.30 | | |
| SUSTITUCION CON MEZCLA DE 10% SILICE | 14 | 268.09 | 258.30 | +14.84% |
| | 14 | 259.62 | | |
| | 14 | 247.20 | | |
| SUSTITUCION CON MEZCLA DE 15% SILICE | 14 | 250.08 | 247.90 | +10.22% |
| | 14 | 255.36 | | |
| | 14 | 238.27 | | |
| SUSTITUCION CON MEZCLA DE 20% SILICE | 14 | 268.69 | 267.05 | +18.73% |
| | 14 | 271.95 | | |
| | 14 | 260.52 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Figura 25

Análisis comparativos del Aguante a compresión vs dosificación (14 días)



Como podemos ver la **Tabla 42** y **Figura 25**, el estudio de compresión a los 14 días mostró que la resistencia promedio del concreto realizado con la mezcla base es de 224.92 Kg/cm², Así mismo, se logró un incremento en el concreto con el cambio del material fino por sílice para la dosificación del 10%, el aguante promedio es de 258.30 Kg/cm², con incremento de 14.84%, en cambio para dosificación del 15%, el aguante promedio es de 247.90Kg/cm² que viene a ser un incremento del 10.22%, en tanto para la dosificación del 20%, el aguante promedio es de 267.05Kg/cm² que viene a ser un incremento del 4.4% con relación al concreto base.

Tabla 43*Síntesis de evaluación a compresión (28 días)*

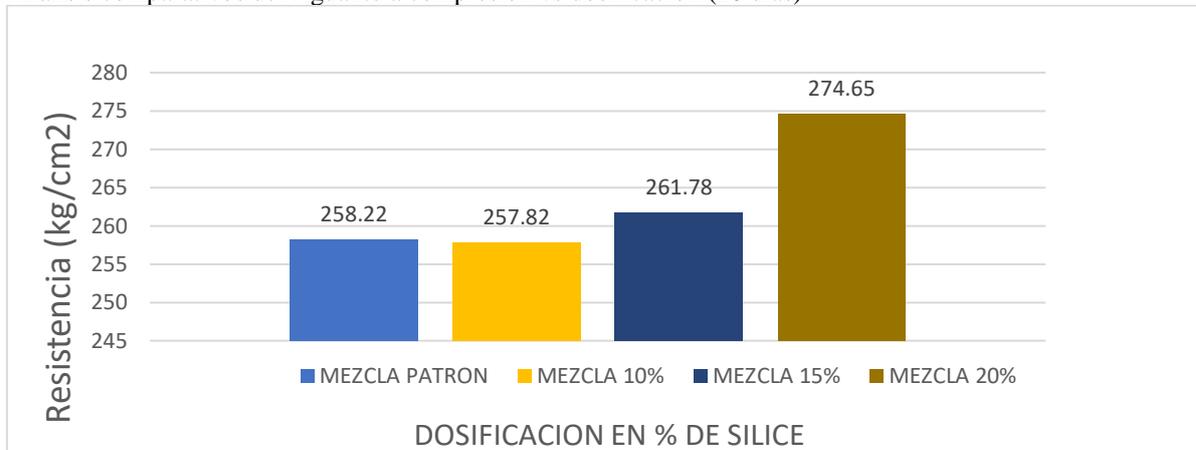
| DOSIFICACION | EDAD | ESFUERZO (kg/cm ²) | ESFUERZO MEDIO | % DE VARIACION CON BASE |
|--------------------------------------|------|--------------------------------|----------------|-------------------------|
| MEZCLABASE | 28 | 264.25 | 258.22 | - |
| | 28 | 242.94 | | |
| | 28 | 267.48 | | |
| SUSTITUCION CON MEZCLA DE 10% SILICE | 28 | 259.08 | 257.82 | -0.16% |
| | 28 | 263.30 | | |
| | 28 | 251.08 | | |
| SUSTITUCION CON MEZCLA DE 15% SILICE | 28 | 264.93 | 261.78 | +1.38% |
| | 28 | 256.16 | | |

| | | | | |
|--|----|--------|--------|--------|
| | 28 | 264.25 | | |
| SUSTITUCION CON MEZCLA DE 20% SILICE | 28 | 277.55 | 274.65 | +6.36% |
| | 28 | 270.94 | | |
| | 28 | 275.45 | | |
| | 28 | 275.45 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Figura 26

Análisis comparativos del Aguante a compresión vs dosificación (28 días)



Como podemos ver la **Tabla 43** y **Figura 26**. El estudio de compresión a los 28 días mostró que la resistencia media del concreto con la mezcla base es de 258.22Kg/cm², sin embargo se generó una disminución de resistencia en el concreto, el cambio del material fino por sílice para la dosificación del 10%, se consiguió un aguante de 257.82 Kg/cm², con un descenso de 0.16%, en cambio para dosificación del 15%, la resistencia promedio es de 261.78 Kg/cm² que viene a ser un incremento del 1.38%, mientras para la dosificación del 20%, el aguante promedio es de 274.65Kg/cm² que viene a ser un incremento del 6.36% con relación al concreto base.

comprobación de la hipótesis

Para refutar la hipótesis número dos del estudio, se examina los resultados de la prueba a compresión de los 28 días. Empezamos realizando el ensayo de normalidad de Shapiro-Wilk ya que contamos con datos menores a 50, con un nivel de confianza del 95%. en la cual es esencial determinar si los datos tienen o no tienen una distribución normal.

posteriormente realizamos el ensayo de Rho de Spearman

H0: La Característica del concreto en estado endurecido: el aguante a compresión tiene una distribución normal.

Ha: La Característica del concreto en estado endurecido: el aguante a compresión no tiene una distribución normal.

Tabla 44

Ensayo de Shapiro-Wilk

| | Estadístico | gl | p |
|-------------|-------------|----|-------|
| % | 0.856 | 12 | 0.043 |
| Resistencia | 0.460 | 12 | 0.000 |

Nota. resultados prueba SPSS

Parámetro de decisión:

Si **p** menor a **0.05** rechazamos la **H0** y aceptamos la **Ha**

Como **p** menor a **0.05** entonces refutamos la **H0** y admitimos la **Ha**, entonces los datos de la Característica del concreto endurecido: el aguante a compresión no tiene una distribución normal. Por consiguiente, aplicamos estadística no paramétrica.

Prueba Rho de Spearman

H0: (no existe correlación). La sílice no aumenta de manera favorable en el aguante a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

Ha: (si existe correlación). La sílice si aumenta de manera favorable en el aguante a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

Criterio de decisión:

Si **p** menor a **0.05** admitimos la **Ha** y refutamos la **H0**

Si **p** mayor o igual a **0.05** refutamos la **Ha** y admitimos la **Ho**

Tabla 45

Ensayo de Rho de Spearman (correlación)

| | | | PORCENTAJE | RESISTENCIA |
|-----------------|-------------|-----------------------|------------|-------------|
| Rho de Spearman | PORCENTAJE | factor de correlación | 1 | ,606* |
| | | Sig. (bilateral) | | 0.037 |
| | | N | 12 | 12 |
| | RESISTENCIA | factor de correlación | ,606* | 1 |
| | | Sig. (bilateral) | 0.037 | |
| | | N | 12 | 12 |

Nota. resultados prueba SPSS

Tabla 46

Correlación de Spearman de la satisfacción

| | ρ | p | N |
|--------------------------------|--------|-------|----|
| PORCENTAJE - RESISTENCIA | 0.606 | 0.037 | 12 |

Nota. resultados prueba SPSS

Visualizando la **Tabla 46** como conclusión nos muestra que la significancia del valor $p=0.037 < 0.05$ se acepta la H_a y rechazamos la H_0 , La sílice si aumenta de manera favorable en el aguate a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$. entonces, hay una relación entre el porcentaje y el aguate a compresión, lo que nos indica que a mayor porcentaje de sílice es mayor el aguate a compresión del concreto, asimismo tenemos una relación alta ya que $\rho=0.606$.

Tabla 47

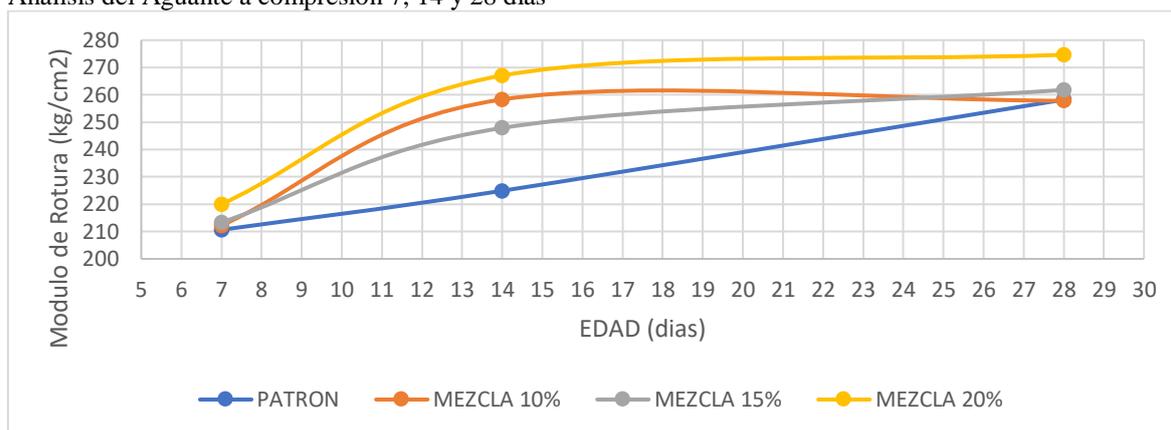
Resumen de la evaluación a compresión 7, 14, 28 días

| EDAD (días) | DOSIFICACION | | | |
|-------------|--------------|--------|--------|--------|
| | PATRÓN | 10% | 15% | 20% |
| 7 | 210.65 | 212.22 | 213.36 | 220.01 |
| 14 | 224.92 | 258.30 | 247.90 | 267.05 |
| 28 | 258.22 | 257.82 | 261.78 | 274.65 |

Nota. elaboración propia 2023

Figura 27

Análisis del Aguante a compresión 7, 14 y 28 días



De acuerdo a la **Tabla 47 y Figura 27**. La investigación determinó que el cambio del material fino en 10%, 15% y 20% por la mezcla de sílice para la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días, en donde podemos notar que para los 7 días las dosificaciones que son del 10%, 15% y 20% aumento en la resistencia de 0.75%, 1.29% y 4.4% respectivamente en comparación al concreto base, del mismo modo para los 14 días las dosificaciones de la mezcla de sílice del 10%, 15% y 20% genero un incremento en el aguante de 14.84%, 10.22% y 18.73% en el respectivo orden en semejanza con el concreto base, en tanto que para los 28 días la dosificación de la mezcla de sílice del 10% genero una disminución en la resistencia del 0.16% respecto al concreto base, en cambio para dosificación de la mezcla de sílice del 15% y 20% alcanzo un aumento del 1.38% y 6.36% respectivamente con el concreto base. Entonces se rechaza la **Hipótesis específica 2** para la dosificación del 10% debido a que tiende a generar perdida en la resistencia, pero se acepta para la dosificación del 15% y 20% ya que resultó de forma positiva en el aguante del concreto.

Indicador VD3. Aguante a flexión

Para los resultados logrados, se siguieron los procedimientos normativos mencionados de acuerdo con la norma **NTP 339.078** y **ASTM C-78**.

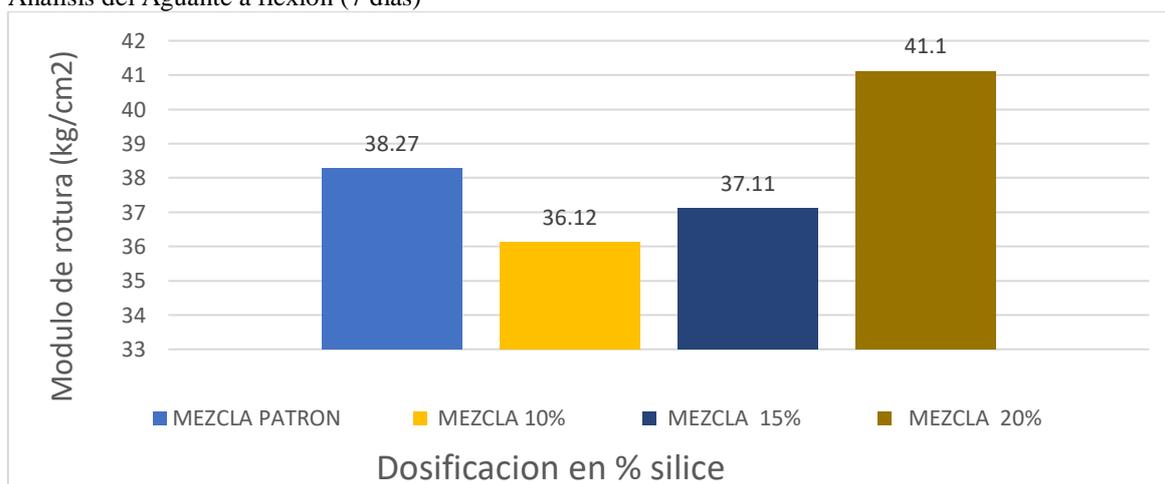
Tabla 48*Resumen de la prueba a Flexión (7 días)*

| DOSIFICACION | EDAD | MODULO DE ROTURA | MODULO DE ROTURA MEDIA | % DE VARIACION CON BASE |
|----------------------|------|------------------|------------------------|-------------------------|
| MEZCLA BASE | 7 | 40.21 | 38.27 | - |
| | 7 | 38.36 | | |
| | 7 | 36.25 | | |
| MEZCLA DE 10% SILICE | 7 | 34.31 | 36.12 | -5.63% |
| | 7 | 39.96 | | |
| | 7 | 34.09 | | |
| MEZCLA DE 15% SILICE | 7 | 41.56 | 37.11 | -3.05% |
| | 7 | 36.89 | | |
| | 7 | 32.87 | | |
| MEZCLA DE 20% SILICE | 7 | 45.57 | 41.10 | +7.39% |
| | 7 | 35.53 | | |
| | 7 | 42.2 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Figura 28

Análisis del Aguante a flexión (7 días)



De acuerdo a la **Tabla 50** y **Figura 28**. Durante la evaluación a flexión a los 7 días, se observa que el concreto con la mezcla base presentó un módulo medio de rotura de 38.27Kg/cm². Por el contrario al cambiar el material fino con la mezcla de sílice en 10% el módulo de rotura fue de 36.12Kg/cm² representando una disminución de 5.63% referente al concreto base, del mismo modo al cambiar el material fino

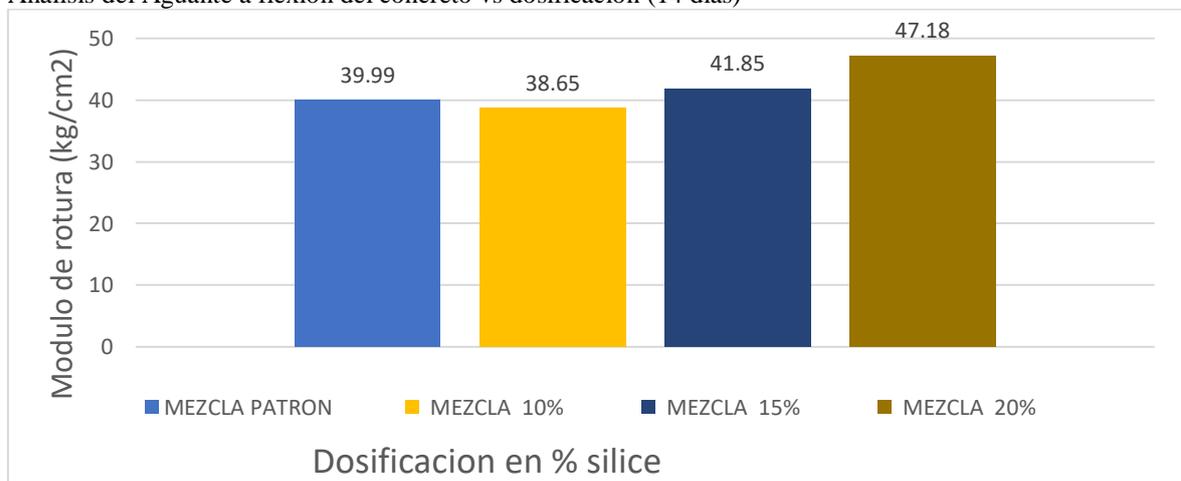
con la mezcla de sílice en 15% el módulo de rotura fue de 37.11Kg/cm² representando una disminución de 3.5%, mientras que al cambiar el material fino con la mezcla de sílice en 20% el módulo de rotura fue de 41.1Kg/cm² representando un aumento del 7.39% todo respecto al concreto base.

Tabla 49
Resumen de la Prueba a Flexión (14 días)

| DOSIFICACION | EDAD | MODULO DE ROTURA | MODULO DE ROTURA MEDIA | % DE VARIACION CON BASE |
|----------------------|------|------------------|------------------------|-------------------------|
| MEZCLA BASE | 14 | 40.3 | 39.99 | - |
| | 14 | 36.33 | | |
| | 14 | 43.34 | | |
| MEZCLA DE 10% SILICE | 14 | 42.49 | 38.65 | -3.39% |
| | 14 | 34.87 | | |
| | 14 | 38.58 | | |
| MEZCLA DE 15% SILICE | 14 | 39.58 | 41.85 | +4.66% |
| | 14 | 46.89 | | |
| | 14 | 39.09 | | |
| MEZCLA DE 20% SILICE | 14 | 49.71 | 47.18 | +17.99% |
| | 14 | 47.02 | | |
| | 14 | 44.82 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Figura 29
Análisis del Aguante a flexión del concreto vs dosificación (14 días)



De acuerdo a la **Tabla 49** y **Figura 29**. Para la evaluación de flexión a los 14 días, se observa que el concreto preparado con la mezcla base presentó un módulo de medio de rotura de 39.99Kg/cm². Sin embargo al cambiar el material fino con la mezcla de sílice en 10% el módulo de rotura fue de 38.65 Kg/cm² representando una disminución de 3.39% referente al concreto base, del mismo modo al cambiar el material fino con la mezcla de sílice en 15% el módulo de rotura fue de 41.85Kg/cm² representando un aumento 4.66%, mientras que al cambiar el material fino con la mezcla de sílice en 20% el módulo de rotura fue de 47.18Kg/cm² representando un aumento significativo del 17.99% todo respecto al concreto base.

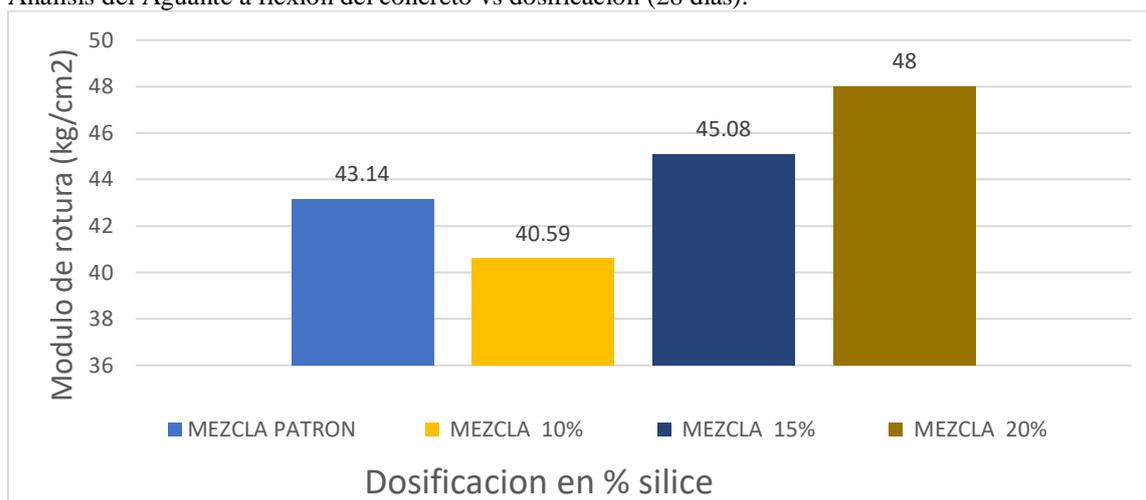
Tabla 50
Resumen de la Prueba a Flexión (28 días)

| DOSIFICACION | EDAD | MODULO DE ROTURA | MODULO DE ROTURA MEDIA | % DE VARIACION CON BASE |
|----------------------|------|------------------|------------------------|-------------------------|
| MEZCLA BASE | 28 | 43.18 | 43.14 | - |
| | 28 | 41.98 | | |
| | 28 | 44.26 | | |
| MEZCLA DE 10% SILICE | 28 | 41.5 | 40.59 | -5.92% |
| | 28 | 40.68 | | |
| | 28 | 39.58 | | |
| MEZCLA DE 15% SILICE | 28 | 41.85 | 45.08 | +4.49% |
| | 28 | 48.65 | | |
| | 28 | 44.73 | | |
| MEZCLA DE 20% SILICE | 28 | 42.58 | 48.00 | +11.26% |
| | 28 | 50.22 | | |
| | 28 | 51.19 | | |

Nota. elaboración propia 2023

Figura 30

Análisis del Aguante a flexión del concreto vs dosificación (28 días).



De acuerdo a la **Tabla 50** y **Figura 30**. Para la evaluación del aguante a flexión a los 28 días, se observa que el concreto preparado con la mezcla base presentaba un módulo medio de ruptura de 43,14 kg/cm². Por otra parte, al sustituir el agregado fino por sílice del 10%, el módulo de rotura fue de 40,59 kg/cm², lo que muestra una disminución del 5,92% respecto al concreto base. En la adición de sílice del 15% y 20% el módulo de ruptura fue del 45,08. Kg/cm² y 48Kg/cm² que supone un aumento significativo con respecto al concreto base del 4,49% y 11.26% respectivamente.

Comprobación de la hipótesis

Para refutar la hipótesis número tres del estudio, se examina los resultados de la prueba a flexión de los 28 días. En primer lugar, Empezamos realizando el ensayo de normalidad de Shapiro-Wilk ya que contamos con datos menores a 50, con un nivel de confianza del 95%. en la cual es esencial determinar si los datos tienen o no tienen una distribución normal.

Ho: La Característica del concreto endurecido: el aguante a Flexión tiene una distribución normal.

Ha: La Característica del concreto endurecido: el aguante a Flexión no tiene una distribución normal.

Tabla 51
Ensayo de Normalidad

| | Shapiro-Wilk | | |
|------------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| % | 0.856 | 12 | 0.043 |
| R. Flexión | 0.618 | 12 | 0.000 |

Nota. resultados prueba SPSS

Si p menor a **0.05** refutamos la **H0** y admitimos la **Ha**

Como $p < 0.05$ entonces refutamos la **H0** y admitimos la **Ha**, entonces los datos de la característica del concreto endurecido: el aguante a Flexión no tiene una distribución normal. Por consiguiente, aplicamos la estadística no paramétrica.

Ensayo Rho de Spearman

Ho: (no existe correlación). La sílice no aumenta de manera favorable en el aguante a la flexión del concreto $f'c=210$ Kg/cm².

Ha: (si existe correlación). La sílice si aumenta de manera favorable en el aguante a la flexión del concreto $f'c=210$ Kg/cm².

Parámetro de decisión:

Si p menor a **0.05** admitimos la **Ha** y refutamos la **H0**.

Si $p \geq 0.05$ refutamos la **Ha** y admitimos la **H0**.

Tabla 52
Ensayo de (correlaciones)

| | | | Porcentaje | R. Flexión |
|-----------------|------------|-----------------------|------------|------------|
| Rho de Spearman | Porcentaje | Factor de correlación | 1 | 0.475 |
| | | Sig. (bilateral) | | 0.019 |
| | | N | 12 | 12 |
| | R. Flexión | Factor de correlación | 0.475 | 1 |

| | | | | |
|--|--|------------------|-------|----|
| | | Sig. (bilateral) | 0.019 | |
| | | N | 12 | 12 |

Nota. resultados prueba SPSS

Tabla 53

Correlación de Spearman de la satisfacción

| | ρ | p | N |
|------------------------|--------|-------|----|
| Porcentaje- R. Flexión | 0.475 | 0.019 | 12 |

Nota. resultados prueba SPSS

Visualizando la **Tabla 53** como conclusión nos muestra que la significancia del valor $p=0.019 < 0.05$ se acepta la H_a y rechazamos la H_o , la cual la sílice si aumenta de manera favorable en el aguate a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. entonces, existe una relación entre el porcentaje y aguate a Flexión, esta relación es directa, es decir a mayor porcentaje de sílice mayor es el aguate a Flexión, asimismo tenemos una relación regular ya que $\rho=0.475$.

V. DISCUSIÓN

En función a los resultados logrados las discusiones las formulamos en orden a los objetivos planteados.

Discusión 1: Se tiene resultados de la trabajabilidad en el análisis de consistencia que alcanza valores de 4.9", 5.2" y 5.5" con 10%, 15% y 20% de adición de sílice respectivamente. En confrontación con los 4.57" del concreto base, de los cuales representan un aumento de 7.22%, 13.78% y 20.35%. En comparación con los resultados de (Joya Campos, 2020), el concreto base tuvo un Slump de 3", por otra parte para sus aumentos de 2%; 4% y 6% de sílice se consiguió una consistencia de 3"; 3 ¼" y 3, respectivamente. En consecuencia, podemos concluir que la sílice tiene un efecto favorable en la prueba de asentamiento. Basándonos en esa comparación, también podemos concluir que el efecto es directamente proporcional, esto implica que el asentamiento mejora mucho a medida que aumenta la proporción de sílice.

Discusión 2: con los resultados obtenidos en la prueba de aguante a compresión alcanzan valores 257.82kg/cm², 261.78kg/cm² y 274.65kg/cm² con 10%, 15% y 20% de adición de sílice respectivamente. En confrontación con los 258.22kg/cm² del concreto base, de los cuales representan una disminución de 0.16%, aumento de 1.38% y aumento de 6.36%. Así mismo para (Joya Campos, 2020) según los resultados obtenidos se halló una resistencia de 231,1 kg/cm² para el hormigón normal, mientras que se encontraron valores de 246,3 kg/cm², 258,4 kg/cm² y 270,5 kg/cm² para los porcentajes del 2%, 4% y 6%, respectivamente. Después de 28 días, todos los especímenes de hormigón con contenido de sílice superaron al espécimen de hormigón típico. Dado que el aguante del concreto aumenta con la concentración de sílice, podemos concluir que es directamente proporcional.

Discusión 3: con los resultados obtenidos en la prueba de aguante a flexión alcanzan valores 40.59kg/cm², 45.08kg/cm² y 48kg/cm² con 10%, 15% y 20% de adición de sílice respectivamente. En confrontación con los 43.14kg/cm² del concreto base, de los cuales representan una disminución de 5.92%, aumento de 4.49% y aumento de 11.26%. de acuerdo a (Gamboa Garcia, 2020) en el estudio el aguante a flexión a los 28 días dio los siguientes resultados, el diseño estándar D0+0% resistió 31,50 kg/cm², el diseño con adición de humo de sílice D1+9%, D2+10%, D3+11% donde se obtuvo aguantes de 32,50 kg/cm², 33 kg/cm², 35 kg/cm², respectivamente, con una variaciones positivas de 3,17%, 4,76%, 11,11% con respecto al diseño estándar. En cuanto al antecedente, los resultados de esta investigación se distinguen por los hallazgos.

VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos las conclusiones las formulamos en orden a los objetivos específicos

Conclusión 1: En cuanto a la trabajabilidad se concluye mediante el ensayo de RHO DE SPEARMAN, nos muestra que la significancia del valor $p=0.014<0.05$, la cual nos indica que la sílice si influye en la trabajabilidad del concreto. entonces, el porcentaje y el asentamiento están relacionados, esta proporción es directa, lo que nos indica que a mayor porcentaje de sílice, mayor es la trabajabilidad del concreto, en nuestro caso la sílice resulta ser beneficiosa para la mezcla del concreto. por lo que nuestros resultados muestran que el asentamiento alcanza valores de 4.9” , 5.2”

y 5.5" con 10%, 15% y 20% de adición de sílice respectivamente. En confrontación con los 4.57" del concreto base, de los cuales representan un aumento de 7.22%, 13.78% y 20.35%. y mejora la trabajabilidad.

Conclusión 2: para el aguante a compresión, después de efectuar el ensayo de RHO DE SPEARMAN nos muestra que la significancia del valor $p=0.037 < 0.05$, tal cual nos indica que la sílice si aumenta de manera favorable en el aguante a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$. entonces, hay una relación entre el porcentaje y el aguante a compresión, lo que nos indica que a mayor porcentaje de sílice mayor es el aguante a compresión, por lo que nuestros resultados revelan que el concreto alcanzan valores 257.82 kg/cm^2 , 261.78 kg/cm^2 y 274.65 kg/cm^2 con 10%, 15% y 20% de adición de sílice respectivamente. En confrontación con los 258.22 kg/cm^2 del concreto base, de los cuales con adición del 10% de sílice representan una disminución de 0.16%, mientras que con el 15% y 20% tiene un incremento de 1.38% y de 6.36%.

Conclusión 3: para la resistencia a flexión después de efectuar el ensayo de RHO DE SPEARMAN nos muestra que la significancia del valor $p=0.019 < 0.05$, la cual la sílice si aumenta de manera favorable en el aguante a la flexión del concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$. entonces, existe una relación entre el porcentaje y aguante a Flexión, esta relación es directa, es decir a mayor porcentaje de sílice mayor es el aguante a Flexión, por lo que nuestros resultados revelan que el concreto alcanza valores 40.59 kg/cm^2 , 45.08 kg/cm^2 y 48 kg/cm^2 con 10%, 15% y 20% de adición de sílice respectivamente. En confrontación con los 43.14 kg/cm^2 del concreto base, de los cuales con adición del 10% de sílice representan una disminución de 5.92%, en cambio con el incremento del 15% y 20% de sílice tiene un incremento de 4.49% y de 11.26%.

VII RECOMENDACIONES

El orden en el que se formularon las conclusiones influyó en la realización de las recomendaciones.

Recomendación 1: se recomienda usar el sílice en porcentajes menores al 15% y 20%, por lo que mediante aumentamos el porcentaje, el concreto tiende a ser más fluido, teniendo como asentamiento máximo del 5%

Recomendación 2: se recomienda el uso del sílice en un 20% para lograr alcanzar un máximo de 274.65kg/cm², valores inferiores al 20% también tienden a incrementar el aguante a compresión.

Recomendación 3: se recomienda el uso del sílice en un 20% para lograr un máximo de 48kg/cm², valores inferiores al 20% también tienden a aumentar el aguante a flexión.

REFERENCIAS

Abanto Catillo, Flavio. 2009. *Tecnología del Concreto*. Lima : Editorial San Marcos E.I.R.L, 2009.

Almanza, Sayda p. 2020. *Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto f'c=210Kg/cm²*, La Libertad - 2020. la libertard : s.n., 2020.

Alshammari, Saleh. 2018. El efecto de la nanosílice sobre la porosidad y la resistencia. [En línea] 2018.
https://etd.ohiolink.edu/acprod/odb_etd/etd/r/1501/10?clear=10&p10_accession_num=dayton1544644895468858.

Arias Gómez, Jesús , Ángel Villasís, Miguel y Guadalupe Miran, Keever María . 2016. Metodología de la investigación. [En línea] 2016.

Ashhad Imam, Vikas Srivastava y Atul Pandey. 2017. Effect of Micro Silica on the properties of hardened concrete. [En línea] 2017.
https://www.researchgate.net/publication/321134437_Effect_of_Micro_Silica_on_the_properties_of_hardened_concrete.

Barrionuevo, Alexis y Tapia, Jhon. 2021. Estudio de un hormigón Eco-Amigable de alto desempeño (HPC) fabricado con la incorporación de una mezcla entre Micro-Nano Sílice. [En línea] 13 de 01 de 2021. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/188d84f5-709e-48af-9c0f-04e880b04c51>.

Bojorquez, Gonzales , Luna, Anibal y Gallegos, Ricardo. 2018. Sílice y lodo de papel, uso de residuos industriales industria como agregados en un concreto cligero . [En línea] 2018. https://mmi.utm.mx/edi_anteriores/pdf/e1003.pdf.

Borja S., Manuel. 2012. metodologia de la investigacion cientifica. [En línea] 2012. https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil.

Camargo Perez y Higuera Sandoval. 2016. CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON SÍLICE OBTENIDA DE LA CASCARILLA DEL ARROZ. [En línea] 2016. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702017000100006.

Camargo, Victor Raúl. 2022. *“Efecto de la adición del nanosílice en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido empleando agregados de la ciudad de Abancay- Apurímac - 2019.* Abancay : s.n., 2022.

De la Cruz Lloclla, Luis David y Mucho Ticona, Edson Jhimmy. 2020. Influencia del humo de sílice relacionado a las propiedades mecánicas del concreto celular de baja densidad Lima-2020. [En línea] 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57388>.

Dinamarca Cárcamo, Patricio Andrés. 2013. EFECTOS DE LA SÍLICE AMORFA EN LA CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN EL CONCRETO. [En línea] 2013. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcd583e/doc/bmfcd583e.pdf>.

Gamboa Garcia, Jhonathan Gaston. 2020. Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando humo de sílice, Lima – 2020. [En línea] 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66996>.

García Kriete, Luis Gabriel. 2018. Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsilice y superplastificante en la ciudad de Huancayo. [En línea] 2018. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4908>.

Gimenes, Alejandro y Olavarrieta, Maria Alice. 2018. ESTUDIO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETOS SUSTITUIDOS CON POLVO DE SÍLICE EXPUESTOS EN AMBIENTE AGRESIVO SIMULADO. [En línea] 2018. <https://www.redalyc.org/journal/5703/570360789005/html/>.

Goyo Piñero, Edgar Fernando y Rojas Baccel, Carlos Horacio. 2014. “EVALUACION DE MEZCLAS DE CONCRETO CON ADICIONES DE ARENA DE SILICEEN UN 5 Y 10% COMO SUSTITUTO DEL PESO DEL CEMENTO. [En línea] 2014. <https://docplayer.es/14114318-Evaluacion-de-mezclas-de-concreto-con-adiciones-de-arena-de-silice-en-un-5-y-10-como-sustituto-del-peso-del-cemento.html>.

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. 2014. *Metodología de la investigación 6ta edición*. Mexico : Mc Graw Hill Education, 2014.

—. 2014. *Metodología de la investigación 6ta edición*. Mexico : Mc Graw Hill Education, 2014. 978-1-4562-2396-0.

Joya Campos, Ronald Manuel. 2020. Influencia de la sílice de la roca pórfido en la evaluación del concreto 210 kg/cm², Distrito de Mala – 2020. [En línea] 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63925>.

LOPEZ, ENRIQUE RIVVA. 1992. DISEÑO DE MEZCLA. LIMA : s.n., 1992, pág. 290.

Moreno, Ángela. 2018. Optimización en la incorporación de nanoadiciones al cemento para la mejora de sus prestaciones y durabilidad. [En línea] 2018. <https://oa.upm.es/54128/>.

Ñaupas, Humberto, y otros. 2018. *Metodología de la investigación*. 5. bogota : Ediciones de la U, 2018.

PERFIL DE MERCADO DE SILICE. SECRETARIA DE ECONOMIA. 2012. 2012, pág. https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/mineria_estadisticas_300513/estadisticas_perfiles_silice_0513.pdf.

Sanchez, y otros. 2016. Propiedades reológicas y mecánicas de un hormigón autocompactante con adición de nano-sílice y micro-sílice. [En línea] 2016. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-68352016000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Torres , Ramon, y otros. 2021. *Hormigón de alta resistencia con agregados naturales, humo de sílice y macrofibras de polipropileno*. Colombia : Editorial Neogranadina, 2021. Vol. vol.31(2). 0124-8170.

Zanón, Thiago, Schmals, Rosana y Ferreira, Fernanda. 2018. *Evaluación de los efectos del nanosílice en hormigones sometidos a la acción de iones cloruros.* São Carlos Brasil : Revista ALCONPAT, 2018. 2007-6835.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

| VARIABLE (S) | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICION |
|--|--|---|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| influencia del silice (independiente) | silice es el nombre dado a un grupo de minerales compuestos por silicio y oxigeno (SiO ₂), los dos elementos mas abundantes en la corteza terrestre. La forma mas frecuente de presentacion es en forma cristalina, y mas raramente en estado amorfo. La forma de silice cristalina se presentan principalmente en cuatro formas: cuarzo, cristobalita, tridimita y tripoli, siendo la primera la mas abundante. | Para medir la mezcla de silice, se llevará a cabo su dosificación aplicando 10%, 15% y 20% como reemplazo del agregado fino en el concreto. | porcentaje de silice | 10% 15% 20% | Razón |
| | | | Propiedades fisicas | trabajabilidad | Razón |
| Propiedades del Concreto f _c =210Kg/cm ² (Dependiente) | El concreto tiene importantes propiedades durante el proceso de elaboración, en la etapa inicial el material es moldeable y blando, la segunda etapa es el tiempo de fraguado donde empieza a incrementar rigidez y la tercera fase pertenece al endurecimiento que es capaz de adquirir el hormigón. | La variable se medirá a través de los ensayos de asentamiento para las propiedades del concreto en estado fresco, mientras que los ensayos de compresión y flexión para las propiedades en estado endurecido. | Propiedades en estado Fresco | trabajabilidad (SLUMP) | (pul) |
| | | | Propiedades en Estado Endurecido | Resistencia a La Compresión | (kg/cm ²) |
| | | | | Resistencia a la Flexión | (kg/cm ²) |

Anexo 2. Matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPOTESIS | METODOLOGÍA | POBLACIÓN Y MUESTRA |
|---|---|--|---|--|
| Problema general: | Objetivo general: | Hipótesis general: | Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Explicativa Diseño de la investigación: Cuasiexperimental Enfoque de investigación: Cuantitativo | Población: producción del concreto f'c=210 Kg/cm2, con sustitución parcial de sílice Muestra: el ensayo en estado fresco, para el asentamiento se realizo 8 muestras, y en el estado endurecido, para el ensayo de compresion y flexión se realizo 36 muestras de cada uno |
| ¿Cómo influye el sílice en las comportamiento mecánicas de un concreto de F'c = 210 kg/cm2? | Determinar la variación de las propiedades del concreto con adición de sílice , para un concreto base de F'c=210 kg/cm2. | La mezcla de sílice, influye de manera favorable en las propiedades del concreto f'c =210 Kg/cm2 | | |
| Problemas específicos: | Objetivos específicos: | Hipótesis específicas: | | |
| ¿De que manera influye la sílice en la trabajabilidad del concreto f'c=210 Kg/cm2 ? | Determinar la influencia de la sílice en en la trabajabilidad del concreto f'c=210 Kg/cm2 | La sílice influye de manera favorable en la trabajabilidad del concreto f'c=210 Kg/cm2 | | |
| ¿De que manera influye la sílice al concreto en relación a la resistencia a compresión del concreto base de F'c=210Kg/cm2? | Determinar el efecto de los porcentajes de la sílice en la resistencia a la compresion del concreto 210kg/cm2 | La sílice aumenta de manera favorable en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 Kg/cm2 | | |
| ¿De que manera influye la sílice al concreto en relación a la resistencia a flexion del concreto base de F'c=210Kg/cm2? | Determinar el efecto de los porcentajes de la sílice en la resistencia a la flexion del concreto 210kg/cm2 | La sílice aumenta de manera favorable en la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 Kg/cm2 | | |

Anexo 3. Ficha técnica del ensayo de asentamiento

| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | FICHA TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS | | | |
|---------------------------------|---|---|---|--------------------------------------|---|
| ENSAYO: | | ASENTAMIENTO (ASTM C-143) | | | |
| TESIS: | | "Influencia del Silice en la Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto de $f_c=210$ kg/cm ² " | | | |
| TESISTA: | | : Bach. Edward Sapaico Vargas | | | |
| DESCRIPCION | DENOMINACION | ASENTAMIENTO | | PROMEDIO | |
| | | pulg. | cm. | pulg. | cm. |
| MUESTRA PATRON | M1 | | | | |
| | M2 | | | | |
| | M3 | | | | |
| | M4 | | | | |
| MUESTRA CON EL 10% | M5 | | | | |
| | M6 | | | | |
| | M7 | | | | |
| MUESTRA CON EL 15% | M8 | | | | |
| | M9 | | | | |
| | M10 | | | | |
| MUESTRA CON EL 20% | M11 | | | | |
| | M12 | | | | |
| CLASIFICACION POR CONSISTENCIA | | | | | |
| CONSISTENCIA | | ASENTAMIENTO | | COMPORTAMIENTO | |
| SECO | | 0"a2" | | POCO TRABAJABLE | |
| PLASTICO | | 3"a4" | | TRABAJABLE | |
| FLUIDO | | >5" | | MUY TRABAJABLE | |
| EXPERTO N°1 | FIRMA | EXPERTO N°2 | FIRMA | EXPERTO N°3 | FIRMA |
| PEREZ SANCHEZ, ROGER MARIANO |  ROGER MARIANO PEREZ SANCHEZ Ingeniero Civil CIP N° 285485 | OLAYA AVLEZ, HERNAN LAUREANO |  Hernan Laureano Olaya Avilez INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 74734 | RODRIGUEZ TORRES, ANGLY YOSELY |  Angly Torres Rodriguez Torres INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 201479 |

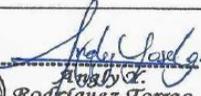
Anexo 4. Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Resistencia a Compresión

| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | | | |
|---------------------------|-----|--|------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|--------------|-------------|
| | | ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION (ASTM C-39) | | | | | | |
| TESIS: | | "Influencia del Sílice en la Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ " | | | | | | |
| TESISTA: | | : Bach. Edward Sapaico Vargas | | | | | | |
| F'c DE DISEÑO | | 210KG/CM2 | TIPO DE MUESTRA: | | CONCRETO ENDURECIDO | | | |
| F'c REQUERIDO | | 210KG/CM2 | PRESENTACION | | PROBETAS CILINDRICAS 4"x8" | | | |
| TIPO DE FALLA | |  | | | | | | |
| DESCRIPCION | | DENOMINACION | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | TIPO DE FALLA | RELACION ALTURA/DIAMETRO | F'c OBTENIDA | F'c ROMEDIO |
| MUESTRA PATRON | M1 | | | | | | | |
| | M2 | | | | | | | |
| | M3 | | | | | | | |
| MUESTRA CON EL 10% | M4 | | | | | | | |
| | M5 | | | | | | | |
| | M6 | | | | | | | |
| MUESTRA CON EL 15% | M7 | | | | | | | |
| | M8 | | | | | | | |
| | M9 | | | | | | | |
| MUESTRA CON EL 20% | M10 | | | | | | | |
| | M11 | | | | | | | |
| | M12 | | | | | | | |

| EXPERTO N°1 | FIRMA | EXPERTO N°2 | FIRMA | EXPERTO N°3 | FIRMA |
|------------------------------|--|-------------------------------|---|--------------------------------|---|
| PEREZ SANCHEZ, ROGER MARIANO |  ROGER MARIANO PEREZ SANCHEZ Ingeniero Civil CIP N° 293485 | OLAYA AVILEZ, HERNAN LAUREANO |  Hernan Laureano Olaya Avilez INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 74734 | RODRIGUEZ TORRES, ANGLY YOSELY |  Rodriguez Torres INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 201470 |

Anexo 5. Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Resistencia a Flexión

| UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | | | |
|---------------------------|--------------|--|------------------|------|------------------------------------|----------------|---------------------------|----------------------|
| | | ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN (ASTM C-39) | | | | | | |
| TESIS: | | "Influencia del Sílice en la Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ " | | | | | | |
| TESISTA: | | : Bach. Edward Sapaico Vargas | | | | | | |
| F'C DE DISEÑO | | 210KG/CM2 | TIPO DE MUESTRA: | | CONCRETO ENDURECIDO | | | |
| F'C REQUERIDO | | 210KG/CM2 | TIPO DE MUESTRA: | | VIGAS RECTANGULARES DE 15cm x 15cm | | | |
| DESCRIPCION | DENOMINACION | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (CM) | MODULO DE ROTURA (KG/CM2) | MR PROMEDIO (KG/CM2) |
| MUESTRA PATRON | M1 | | | | | | | |
| | M2 | | | | | | | |
| | M3 | | | | | | | |
| MUESTRA CON EL 10% | M4 | | | | | | | |
| | M5 | | | | | | | |
| | M6 | | | | | | | |
| MUESTRA CON EL 15% | M7 | | | | | | | |
| | M8 | | | | | | | |
| | M9 | | | | | | | |
| MUESTRA CON EL 20% | M10 | | | | | | | |
| | M11 | | | | | | | |
| | M12 | | | | | | | |

| EXPERTO N°1 | FIRMA | EXPERTO N°2 | FIRMA | EXPERTO N°3 | FIRMA |
|---------------------------------|---|------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| PEREZ SANCHEZ, ROGER MARIANO |  ROGER MARIANO PEREZ SANCHEZ Ingeniero Civil CIP N° 295465 | OLAYA AMLEZ, HERNAN LAUREANO |  Hernan Laureano Olaya Avilez INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 74734 | RODRIGUEZ TORRES, ANGLY YOSELY |  Angly Torres INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 201470 |

Anexo 6. Análisis Granulométrico del Agregado Fino.

VAZATT GEOTEST SRL

ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO DE F'c=210 KG/CM²

Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS

Departamento : AYACUCHO

Cantera : Chillico

Provincia : HUANTA

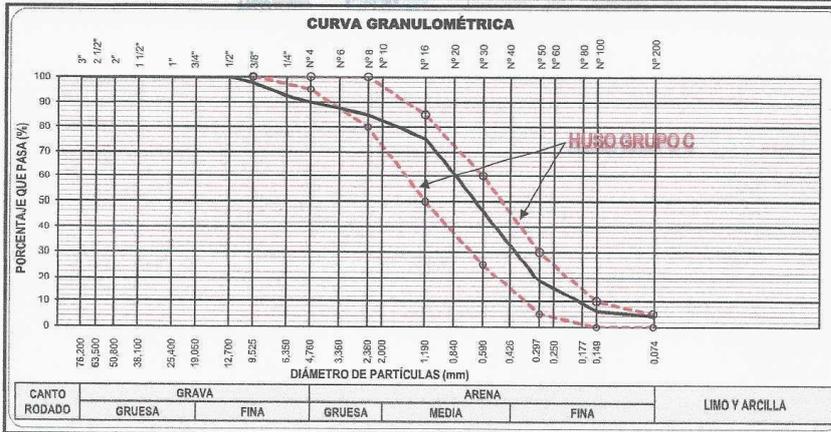
Material : Agregado Fino

Distrito : HUANTA

Fecha : Octubre del 2023

Lugar : HUANTA

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO Retenido (g) | % RETENIDO Parcial | % RETENIDO Acumulado | % QUE Pasa | HUSO GRUPO C | DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | |
|--------------|------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|-----------------|---|--------------------|
| | | | | | | | PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA | |
| 3" | 76.200 | - | - | - | 100.00 | | Peso Seco Inicial (g) | 1100.00 |
| 2 1/2" | 63.500 | - | - | - | 100.00 | | Peso Seco Lavado (g) | 1053.45 |
| 2" | 50.800 | - | - | - | 100.00 | | Pérdida por Lavado (g) | 46.55 |
| 1 1/2" | 38.100 | - | - | - | 100.00 | | PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA | |
| 1" | 25.400 | - | - | - | 100.00 | | % Grava | 10.0 |
| 3/4" | 19.050 | - | - | - | 100.00 | | % Grava Gruesa | 0.0 |
| 1/2" | 12.700 | - | - | - | 100.00 | | % Grava Fina | 10.0 |
| 3/8" | 9.525 | 26.68 | 2.43 | 2.43 | 97.57 | 100 - 100 | % Arena | 2.887081818 |
| 1/4" | 6.350 | 55.62 | 5.06 | 7.49 | 92.52 | | % Arena Gruesa | 5.1 |
| N° 4 | 4.760 | 27.51 | 2.50 | 9.98 | 90.02 | 95 - 100 | % Arena Media | 38.7 |
| N° 6 | 3.360 | - | - | 9.98 | 90.02 | | % Arena Fina | 42.0 |
| N° 8 | 2.380 | 55.62 | 5.06 | 15.04 | 84.96 | 80 - 100 | % de Finos | 4.2 |
| N° 10 | 2.000 | - | - | 15.04 | 84.96 | | CLASIFICACIÓN DE SUELOS | |
| N° 16 | 1.190 | 104.34 | 9.49 | 24.52 | 75.48 | 50 - 85 | Clasificación SUCS | SP |
| N° 20 | 0.840 | - | - | 24.52 | 75.48 | | Nombre de Grupo | Arena Mal Graduada |
| N° 30 | 0.590 | 321.25 | 29.20 | 53.73 | 46.27 | 25 - 60 | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | |
| N° 40 | 0.426 | - | - | 53.73 | 46.27 | | Tamaño Máximo Nominal (") | 1/4 |
| N° 50 | 0.297 | 308.86 | 28.05 | 81.78 | 18.22 | 5 - 30 | Contenido de Humedad (%) | 1.13 |
| N° 60 | 0.250 | - | - | 81.78 | 18.22 | | Peso Especifico de los Sólidos | 2.62 |
| N° 80 | 0.177 | - | - | 81.78 | 18.22 | | Absorción (%) | 1.21 |
| N° 100 | 0.149 | 131.62 | 11.97 | 93.75 | 6.25 | 0 - 10 | Peso Unitario Suelto (g/cm ³) | 1.575 |
| N° 200 | 0.075 | 22.25 | 2.02 | 95.77 | 4.23 | 0 - 5 | Peso Unitario Compactado (g/cm ³) | 1.685 |
| Fondo | - | - | - | 95.77 | - | | Módulo de Fineza | 2.81 |
| Lavado | - | 46.55 | 4.23 | 100.00 | - | | | |
| TOTAL | | 1,100.00 | 100.00 | | | | | |



Observación: Muestra identificada y Preparada por el Solicitante.

PROYECTO: Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm²

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Cahuido N° 315 / San Juan Bautista / Ayacucho.



Del. 97684896

Anexo 7. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.

VAZATT GEOTEST SRL ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2

Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS

Departamento : AYACUCHO

Cantera : Chillico

Provincia : HUANTA

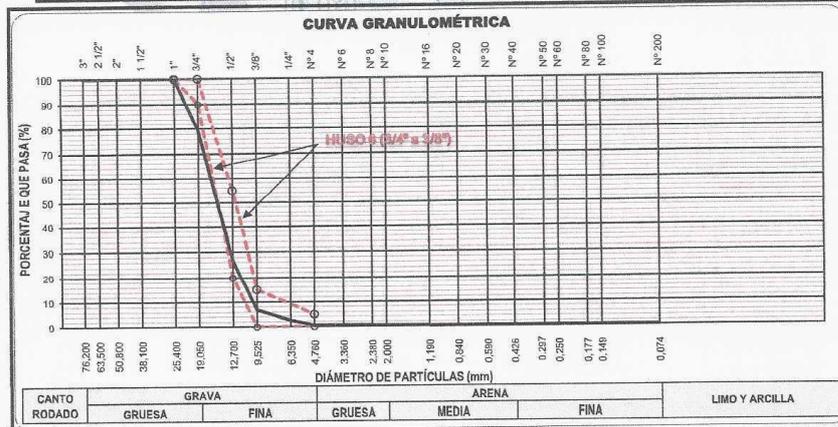
Material : Agregado Grueso

Distrito : HUANTA

Fecha : Octubre 2023

Lugar : HUANTA

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO Retenido (g) | % RETENIDO Parcial | % RETENIDO Acumulado | % QUE Pasa | HUSO 6 (3/4" a 3/8") | DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | |
|--------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------------|------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------|
| | | | | | | | | |
| 3" | 76.200 | - | - | - | 100.00 | | PESES DE LA MUESTRA ENSAYADA | |
| 2 1/2" | 63.500 | - | - | - | 100.00 | | Peso Seco Inicial (g) | 4955.00 |
| 2" | 50.800 | - | - | - | 100.00 | | Peso Seco Lavado (g) | 4945.35 |
| 1 1/2" | 38.100 | - | - | - | 100.00 | | Pérdida por Lavado (g) | 9.65 |
| 1" | 25.400 | - | - | - | 100.00 | 100 - 100 | PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA | |
| 3/4" | 19.050 | 1,028.10 | 20.75 | 20.75 | 79.25 | 90 - 100 | % Grava | 99.4 |
| 1/2" | 12.700 | 2,606.30 | 52.64 | 73.39 | 26.61 | 20 - 55 | % Grava Gruesa | 0.0 |
| 3/8" | 9.525 | 982.00 | 19.82 | 93.21 | 6.79 | 0 - 15 | % Grava Fina | 99.4 |
| 1/4" | 6.350 | 211.50 | 4.27 | 97.48 | 2.52 | | % Arena | 0.4 |
| N° 4 | 4.760 | 95.30 | 1.92 | 99.40 | 0.60 | 0 - 5 | % Arena Gruesa | 7.12 0.2 |
| N° 6 | 3.360 | - | - | 99.40 | 0.60 | | % Arena Media | 0.2 |
| N° 8 | 2.380 | 8.00 | 0.16 | 99.56 | 0.44 | | % Arena Fina | 0.1 |
| N° 10 | 2.000 | - | - | 99.56 | 0.44 | | % de Finos | 0.2 |
| N° 16 | 1.190 | 5.20 | 0.10 | 99.66 | 0.34 | | CLASIFICACIÓN DE SUELOS | |
| N° 20 | 0.840 | - | - | 99.66 | 0.34 | | Clasificación SUCS | GP |
| N° 30 | 0.590 | 3.20 | 0.06 | 99.73 | 0.27 | | Nombre de Grupo | Grava Mal Graduada |
| N° 40 | 0.426 | - | - | 99.73 | 0.27 | | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | |
| N° 50 | 0.297 | 1.75 | 0.04 | 99.76 | 0.24 | | Tamaño Máximo (") | 1 |
| N° 60 | 0.250 | - | - | 99.76 | 0.24 | | Tamaño Máximo Nominal (") | 3/4 |
| N° 80 | 0.177 | - | - | 99.76 | 0.24 | | Contenido de Humedad (%) | 0.93 |
| N° 100 | 0.149 | 1.05 | 0.02 | 99.79 | 0.21 | | Peso Especifico de los Sólidos | 2.69 |
| N° 200 | 0.075 | 0.95 | 0.02 | 99.81 | 0.19 | | Absorción (%) | 1.11 |
| Fondo | - | - | - | 99.81 | 0.19 | | Peso Unitario Suelto (g/cm³) | 1.415 |
| Lavado | - | 9.65 | 0.19 | 100.00 | - | | Peso Unitario Compactado (g/cm³) | 1.523 |
| TOTAL | | 4,955.00 | 100.00 | | | | | |



Observación: Muestra identificada y Preparada por el Solicitante.

PROYECTO: Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Cahuaña N° 315 / San Juan Bautista / Ayacucho



Cel. 971961898

Anexo 8. Contenido de humedad, porcentajes de vacíos

VAZATT GEOTEST SRL

ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

% VACIOS, % HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL (ASTM C 566, NTP-339.185)

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES
 MECÁNICAS DEL CONCRETO DE F'c=210 KG/CM2
 Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS
 Cantera : Chillico y Chillico
 Material : Agregado Fino y Agregado Grueso
 Fecha : Octubre 2023

Departamento AYACUCHO
 Provincia :HUANTA
 Distrito :HUANTA
 Lugar :HUANTA

| PORCENTAJE DE VACIOS | | |
|--|---------------|-----------------|
| Cantera | CHILLICO | CHILLICO |
| Material | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
| Peso Unitario Suelto Seco (g/cm ³) | 1574.93 | 1414.59 |
| Peso Unitario Compactado Seco (g/cm ³) | 1684.64 | 1522.98 |
| Gravedad Especifica de Masa | 2.62 | 2.69 |
| Peso de los Sólidos (g) | 2615.95 | 2692.59 |
| Porcentaje de Vacíos (%) Agregado Suelto | 39.80 | 47.46 |
| Porcentaje de Vacíos (%) Agregado Ventilado | 35.60 | 43.44 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL | | |
|--|---------------|-----------------|
| Cantera | CHILLICO | CHILLICO |
| Material | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
| Tarro - Recipiente N° | 1 | 2 |
| Peso Suelo Húmedo + Recipiente (g) | 482.5 | 751.0 |
| Peso Suelo Seco + Recipiente (g) | 478.6 | 745.3 |
| Peso Agua (g) | 3.9 | 5.7 |
| Peso Recipiente (g) | 132.5 | 131.9 |
| Peso Seco (g) | 346.1 | 613.5 |
| Absorción (%) | 1.2 | 1.1 |
| Porcentaje de Humedad (%) | 1.1 | 0.9 |
| Absorción Efectiva (%) | 0.1 | 0.2 |
| Humedad Superficial (%) | 0.0 | 0.0 |

Observación: Muestra Identificada y Proporcionada por el Solicitante.

7. ESPECIMEN DE ENSAYO

7.1 Para los contenidos de humedad que se determinen en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad mínima de espécimen especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.

7.2 La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

| Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%) | Tamaño de malla estándar | Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 0.1\%$ | Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 1\%$ |
|---|--------------------------|---|---|
| 2 mm o menos | ITINTEC 2.00 mm (N° 10) | 20 g | 20 g* |
| 4.75 mm | ITINTEC 4.75 mm (N° 4) | 100 g | 20 g* |
| 9.5 mm | ITINTEC 9.51 mm (N° 20) | 500 g | 50 g |
| 19.0 mm | ITINTEC 19.0 mm (N° 10) | 2.5 kg | 250 g |
| 37.5 mm | ITINTEC 38.1 mm (N° 5) | 10 kg | 1 kg |
| 75.0 mm | ITINTEC 76.1 mm (N° 20) | 50 kg | 5 kg |

Nota: * Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.



PROYECTO: Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Catuinde N° 315 / San Juan Bautista / Ayacucho.

Cel. 971661898

Anexo 9. Peso unitario.

VAZATT GEOTEST SRL

ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

PESO UNITARIO DE AGREGADOS

NTP 400.017 Y ASTM C-29

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE F_c=210 KG/CM²
 Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS Departamento : AYACUCHO
 Cantera : Chillico y Chillico Provincia : HUANTA
 Material : Agregado Fino y Agregado Grueso Distrito : HUANTA
 Fecha : Octubre 2023 Lugar : HUANTA

| AGREGADO FINO | | | | |
|-------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|
| PESO UNITARIO SUELTO SECO | | | | |
| TAMAÑO MÁXIMO | | 3/8" | | |
| ENSAYO | N° | 01 | 02 | 03 |
| Peso Agregado + Molde | (g) | 6,955.0 | 6,877.0 | 6,935.0 |
| Peso Molde | (g) | 2,525.0 | 2,525.0 | 2,525.0 |
| Peso Agregado Suelto | (g) | 4,430.0 | 4,352.0 | 4,410.0 |
| Volumen del Molde | (g) | 2,792.1 | 2,792.1 | 2,792.1 |
| Peso Unitario Suelto Seco | (g/cm ³) | 1.587 | 1.559 | 1.579 |
| PROMEDIO (g/cm ³) | | 1.575 | | |

| PESO UNITARIO COMPACTO SECO | | | | |
|-------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|
| TAMAÑO MÁXIMO | | 3/8" | | |
| ENSAYO | N° | 01 | 02 | 03 |
| Peso Agregado + Molde | (g) | 7,236.0 | 7,222.0 | 7,229.0 |
| Peso Molde | (g) | 2,525.0 | 2,525.0 | 2,525.0 |
| Peso Agregado Suelto | (g) | 4,710.0 | 4,697.0 | 4,704.0 |
| Volumen del Molde | (g) | 2,792.1 | 2,792.1 | 2,792.1 |
| Peso Unitario Compacto Seco | (g/cm ³) | 1.687 | 1.682 | 1.685 |
| PROMEDIO (g/cm ³) | | 1.685 | | |

| AGREGADO GRUESO | | | | |
|-------------------------------|----------------------|----------|----------|----------|
| PESO UNITARIO SUELTO SECO | | | | |
| TAMAÑO MÁXIMO | | 3/4" | | |
| N° DE ENSAYO | N° | 01 | 02 | 03 |
| Peso Agregado + Molde | (g) | 19,497.0 | 19,535.0 | 19,484.0 |
| Peso Molde | (g) | 6,228.0 | 6,228.0 | 6,228.0 |
| Peso Agregado Suelto | (g) | 13,269.0 | 13,307.0 | 13,256.0 |
| Volumen del Molde | (g) | 9,386.0 | 9,386.0 | 9,386.0 |
| Peso Unitario Suelto Seco | (g/cm ³) | 1.414 | 1.418 | 1.412 |
| PROMEDIO (g/cm ³) | | 1.415 | | |

| PESO UNITARIO COMPACTO SECO | | | | |
|-------------------------------|----------------------|----------|----------|----------|
| TAMAÑO MÁXIMO | | 3/4" | | |
| ENSAYO | N° | 01 | 02 | 03 |
| Peso Agregado + Molde | (g) | 20,452.0 | 20,505.0 | 20,611.0 |
| Peso Molde | (g) | 6,228.0 | 6,228.0 | 6,228.0 |
| Peso Agregado Suelto | (g) | 14,224.0 | 14,277.0 | 14,383.0 |
| Volumen del Molde | (g) | 9,386.0 | 9,386.0 | 9,386.0 |
| Peso Unitario Compacto Seco | (g/cm ³) | 1.515 | 1.521 | 1.532 |
| PROMEDIO (g/cm ³) | | 1.523 | | |

Observación: Muestra Identificada y Proporcionada por el Solicitante.

PROYECTO: Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F_c=210kg/cm²

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Calvoide N° 215 / San Juan Bautista / Ayacucho.



Anexo 10. Peso específico y absorción

VAZATT GEOTEST SRL ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

NTP 400.021, NTP 400.022

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO DE F'c=210 KG/CM2
Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS
Cartera : Chillico y Chillico
Material : Agregado Fino y Agregado Grueso
Fecha : Octubre 2023
Departamento : AYACUCHO
Provincia : HUANTA
Distrito : HUANTA
Lugar : HUANTA

| AGREGADO FINO | | |
|---|--|----------|
| IDENTIFICACIÓN | | PROMEDIO |
| Peso Material Saturado Superficial Seca (en Aire) | | 830.0 |
| Peso Frasco + H ₂ O | | 742.0 |
| Peso Frasco + H ₂ O + Peso Material | | 1572.0 |
| Peso de Material + H ₂ O en el frasco | | 1248.6 |
| Volumen de Masas + Volumen de Vacíos | | 323.4 |
| Peso Material Seco en Estufa (105 °C) | | 820.1 |
| Volumen de Masa | | 313.5 |
| Pe Bulk (Base Seca) | | 2.536 |
| Pe Bulk (Base Saturada) | | 2.566 |
| Pe Aparente (Base Saturada) | | 2.616 |
| % de Absorción | | 1.21 |

| AGREGADO GRUESO | | |
|---|--|----------|
| IDENTIFICACIÓN | | PROMEDIO |
| Peso Material Saturado Superficial Seca (en Aire) | | 805.0 |
| Peso Material Saturado Superficial Seca (en Agua) | | 500.5 |
| Volumen de Masas + Volumen de Vacíos | | 304.5 |
| Peso Material Seco en estufa (105 °C) | | 796.2 |
| Volumen de Masa | | 295.70 |
| Pe Bulk (Base Seca) | | 2.615 |
| Pe Bulk (Base Saturada) | | 2.644 |
| Pe Aparente (Base Saturada) | | 2.693 |
| % de Absorción | | 1.105 |

| | |
|---|-------|
| GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO | 2.683 |
| % ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO | 1.105 |
| GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO | 2.616 |
| % ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO | 1.207 |

Observación: Muestra Identificada y Proporciónada por el Solicitante.



PROYECTO: Influencia del silice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Cahuipe N° 315 / San Juan Bautista / Ayacucho.

Col. 97668936

Anexo 11. Diseño de mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

VAZATT GEOTEST SRL ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - MÉTODO DEL ACI

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

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO DE $f'c=210 \text{ KG/CM}^2$

Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS

Fecha : Oct-23

Agregado : Agregado Fino / Agregado Grueso Cemento : Andino Tipo I $f'c$ de diseño : 210 kg/cm²
Cantera : Chillico y Chillico Asentamiento : 3" - 4"

- | | | |
|---|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ | 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.5% | 7. FIBRAS Fibras sintéticas = No aplica |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO $R_{a/c} = 0.56$ $R_{a/cte} =$: No aplica | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 385.7 kg = 9.07 Bolsa x m ³ | 8. ADITIVOS Aditivo = No aplica |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 216 l | 6. ADICIONES Adición Mineral = No aplica | |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| Insuno | Peso Especifico | Volumen Absoluto | Descripción | Agregado Grueso | Agregado Fino |
|--|------------------------|-----------------------|---|-----------------|---------------|
| Cemento Andino Tipo I | 3120 kg/m ³ | 0.1236 m ³ | | | |
| Agua | 1000 kg/m ³ | 0.2160 m ³ | Contenido de Humedad (%) | 0.93% | 1.13% |
| Aire Atrapado = 2.5% | --- | 0.0250 m ³ | Absorción (%) | 1.11% | 1.21% |
| Adición Mineral 0.0% 0 kg/m ³ | No aplica | 0.0000 m ³ | Peso Seco Suelto (kg/m ³) | 1414.59 | 1574.93 |
| Aditivo 0.0% 0 kg/m ³ | No aplica | 0.0000 m ³ | Peso Seco Compactado (kg/m ³) | 1522.98 | 1684.64 |
| Agregado Grueso | 2693 kg/m ³ | 0.3367 m ³ | Módulo de Fineza | 6.82 | 2.81 |
| Agregado Fino | 2616 kg/m ³ | 0.2986 m ³ | T _{máx} | 3/4 | --- |
| | Volumen de Pasta | 0.3646 m ³ | | | |
| | Volumen de Agregados | 0.6354 m ³ | | | |

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado Grueso 53.0% = 0.3367 m³ = 907 kg
Agregado Fino 47.0% = 0.2986 m³ = 781 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 216 l

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado Grueso 915 kg
Agregado Fino 790 kg

915.43

13. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

| Componente | Cemento Andino Tipo I | Adición Mineral | Aditivo | Fibras Sintéticas | Agua | Agregado Grueso | Agregado Fino |
|-------------|-----------------------|-----------------|---------|-------------------|-------|-----------------|---------------|
| Peso Seco | 386 kg | 0.0 kg | 0.0 kg | 0.000 kg | 216 l | 907 kg | 781 kg |
| Peso Húmedo | 386 kg | 0.0 kg | 0.0 kg | 0.000 kg | 216 l | 915 kg | 790 kg |
| | | | | | | PUT | 2309 kg |

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

| Cemento (Bolsa) | Piedra Chancada (ft ³) | Arena Zarandeada (ft ³) | Aditivo | Adición Mineral | Agua (l) | Fibras |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------|-----------------|----------|--------|
| 1 | 2.5 | 2.0 | #1DIV/0! | 0.0 kg | 24.0 l | 0.0 g |

15. PROPORCIÓN POR METRO CÚBICO DE CONCRETO

| Cemento (Bolsa/m ³) | Piedra Chancada (m ³) | Arena Zarandeada (m ³) | Agua (m ³) |
|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 9.5 | 0.68 | 0.53 | 0.23 |



OBSERVACIONES:

- * Muestras previstas e identificadas por el solicitante
- * Se ha considerado un desperdicio de 5%
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

PROYECTO: Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Bahúide N° 315 / San Juan Bautista / Ayacucho.

Cel. 971961896

Anexo 12. Ensayo De Resistencia A Compresión Del Concreto A Los 7 Días.

VAZATT GEOTEST SRL ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

NORMAS ASTM C 39 // AASHTO T 22 // MTC E 704-2000 // NTP 339.034

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE F'c=210KG/CM2

Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS Departamento : AYACUCHO
Estructura : VARIOS Provincia : HUANTA
Muestra : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO Distrito : HUANTA
Fecha : Setiembre del 2023 Lugar : HUANTA

| Nº | estructura da procedencia | Fecha de Moidao | Resistencia de Diseño (Kg/cm ²) | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Díámetro de Espécimen (Cm) | Lectura en (KN) | Lectura en (Kg) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (kg/cm ²) | Resistencia (%) |
|----|---------------------------|-----------------|---|-----------------|-------------|----------------------------|-----------------|-----------------|---|--|-----------------|
| 01 | PATRON | 19/08/23 | 210 | 26/08/23 | 7 | 15.60 | 379.59 | 38,707.41 | 202.51 | 210.66 | 100.31% |
| 02 | PATRON | 19/08/23 | 210 | 26/08/23 | 7 | 15.60 | 368.57 | 37,583.68 | 196.63 | | |
| 03 | PATRON | 19/08/23 | 210 | 26/08/23 | 7 | 15.60 | 436.39 | 44,499.40 | 232.82 | | |
| 04 | 10% | 19/08/23 | 210 | 26/08/23 | 7 | 15.60 | 427.79 | 43,622.44 | 228.23 | 212.22 | 101.06% |
| 05 | 10% | 19/08/23 | 210 | 26/08/23 | 7 | 15.60 | 368.48 | 37,574.50 | 196.59 | | |
| 06 | 10% | 19/08/23 | 210 | 26/08/23 | 7 | 15.60 | 397.09 | 40,491.91 | 211.85 | | |
| 07 | 15% | 20/08/23 | 210 | 27/08/23 | 7 | 15.60 | 436.00 | 44,459.63 | 232.61 | 213.37 | 101.60% |
| 08 | 15% | 20/08/23 | 210 | 27/08/23 | 7 | 15.60 | 442.12 | 45,083.69 | 235.87 | | |
| 09 | 15% | 20/08/23 | 210 | 27/08/23 | 7 | 15.60 | 321.67 | 32,801.21 | 171.61 | | |
| 10 | 20% | 21/08/23 | 210 | 28/08/23 | 7 | 15.60 | 464.61 | 47,377.03 | 247.87 | 220.01 | 104.77% |
| 11 | 20% | 21/08/23 | 210 | 28/08/23 | 7 | 15.60 | 468.62 | 47,785.94 | 250.01 | | |
| 12 | 20% | 21/08/23 | 210 | 28/08/23 | 7 | 15.60 | 303.92 | 30,991.22 | 162.14 | | |

- Los testigos de concreto han sido preparados en el laboratorio.

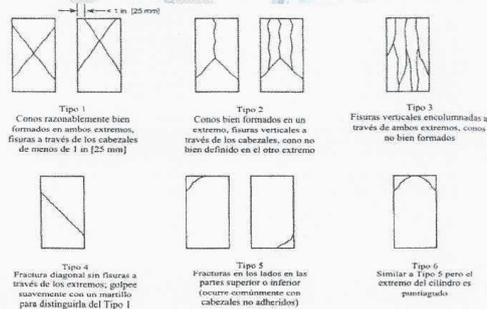


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos



PROYECTO: Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm²

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Cahuide Nº 315 / San Juan Bautista / Ayacucho.

Del. 97561856

Anexo 13. Ensayo De Resistencia A Compresión Del Concreto A Los 14 Días.

VAZATT GEOTEST SRL ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

NORMAS ASTM C 39 // AASHTO T 22 // MTC E 704-2000 // NTP 339.034

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE F'c=210KG/CM2

| | |
|--|-------------------------|
| Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS | Departamento : AYACUCHO |
| Estructura : VARIOS | Provincia : HUANTA |
| Muestra : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO | Distrito : HUANTA |
| Fecha : Setiembre del 2023 | Lugar : HUANTA |

| Nº | Fecha de Moldeo | Resistencia de Diseño (Kg/cm ²) | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Diámetro de Espécimen (Cm) | Lectura en (KN) | Lectura en (Kg) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (kg/cm2) | Resistencia (%) |
|----|-----------------|---|-----------------|-------------|----------------------------|-----------------|-----------------|---|-------------------------------|-----------------|
| 01 | PATRON | 210 | 02/09/23 | 14 | 15.60 | 472.44 | 48,175.47 | 252.05 | 224.92 | 107.10% |
| 02 | PATRON | 210 | 02/09/23 | 14 | 15.60 | 386.87 | 39,449.76 | 206.40 | | |
| 03 | PATRON | 210 | 02/09/23 | 14 | 15.60 | 405.43 | 41,342.35 | 216.30 | | |
| 04 | 10% | 210 | 02/09/23 | 14 | 15.60 | 502.51 | 51,241.76 | 268.09 | 258.30 | 123.00% |
| 05 | 10% | 210 | 02/09/23 | 14 | 15.60 | 486.62 | 49,621.43 | 259.62 | | |
| 06 | 10% | 210 | 02/09/23 | 14 | 15.60 | 463.35 | 47,248.55 | 247.20 | | |
| 07 | 15% | 210 | 03/09/23 | 14 | 15.60 | 468.74 | 47,798.18 | 250.08 | 247.90 | 118.05% |
| 08 | 15% | 210 | 03/09/23 | 14 | 15.60 | 478.64 | 48,807.70 | 255.36 | | |
| 09 | 15% | 210 | 03/09/23 | 14 | 15.60 | 446.62 | 45,542.57 | 238.27 | | |
| 10 | 20% | 210 | 04/09/23 | 14 | 15.60 | 503.63 | 51,355.97 | 268.69 | 267.05 | 127.17% |
| 11 | 20% | 210 | 04/09/23 | 14 | 15.60 | 509.74 | 51,979.01 | 271.95 | | |
| 12 | 20% | 210 | 04/09/23 | 14 | 15.60 | 488.32 | 49,794.78 | 260.52 | | |

- Los testigos de concreto han sido preparados en el laboratorio.

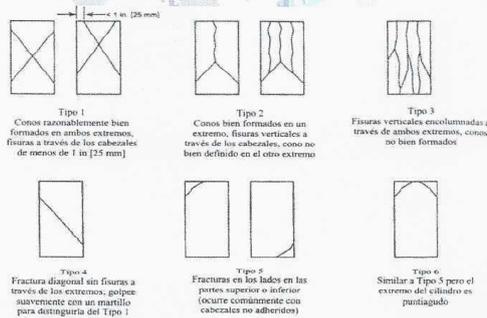


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos



PROYECTO: Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Tahuide Nº 915 / San Juan Bautista / Ayacucho.

Tel. 571616936

Anexo 14. Ensayo De Resistencia A Compresión Del Concreto A Los 28 Días.

VAZATT GEOTEST SRL ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

NORMAS ASTM C 39 // AASHTO T 22 // MTC E 704-2000 // NTP 339.034

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE F'c=210KG/CM²

Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS

Departamento : AYACUCHO

Estructura : VARIOS

Provincia : HUANTA

Muestra : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

Distrito : HUANTA

Fecha : Setiembre del 2023

Lugar : HUANTA

| Nº | Estructura de Procedencia | Fecha de Moldeo | Resistencia de Diseño (Kg/cm ²) | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Díámetro de Espécimen (Cm) | Lectura en (KN) | Lectura en (Kg) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (kg/cm ²) | Resistencia (%) |
|----|---------------------------|-----------------|---|-----------------|-------------|----------------------------|-----------------|-----------------|---|--|-----------------|
| 01 | PATRON | 19/08/23 | 210 | 16/09/23 | 28 | 15.60 | 495.30 | 50,506.54 | 264.25 | 258.22 | 122.96% |
| 02 | PATRON | 19/08/23 | 210 | 16/09/23 | 28 | 15.60 | 455.36 | 46,433.80 | 242.94 | | |
| 03 | PATRON | 19/08/23 | 210 | 16/09/23 | 28 | 15.60 | 501.36 | 51,124.49 | 267.48 | | |
| 04 | 10% | 19/08/23 | 210 | 16/09/23 | 28 | 15.60 | 485.62 | 49,519.46 | 259.08 | 257.82 | 122.77% |
| 05 | 10% | 19/08/23 | 210 | 16/09/23 | 28 | 15.60 | 493.52 | 50,325.03 | 263.30 | | |
| 06 | 10% | 19/08/23 | 210 | 16/09/23 | 28 | 15.60 | 470.62 | 47,989.88 | 251.08 | | |
| 07 | 15% | 20/08/23 | 210 | 17/09/23 | 28 | 15.60 | 496.58 | 50,637.07 | 264.93 | 261.78 | 124.66% |
| 08 | 15% | 20/08/23 | 210 | 17/09/23 | 28 | 15.60 | 480.14 | 48,960.65 | 256.16 | | |
| 09 | 15% | 20/08/23 | 210 | 17/09/23 | 28 | 15.60 | 495.30 | 50,506.54 | 264.25 | | |
| 10 | 20% | 21/08/23 | 210 | 18/09/23 | 28 | 15.60 | 520.24 | 53,049.72 | 277.55 | 274.65 | 130.78% |
| 11 | 20% | 21/08/23 | 210 | 18/09/23 | 28 | 15.60 | 507.85 | 51,786.29 | 270.94 | | |
| 12 | 20% | 21/08/23 | 210 | 18/09/23 | 28 | 15.60 | 516.30 | 52,647.95 | 275.45 | | |

- Los testigos de concreto han sido preparados en el laboratorio.

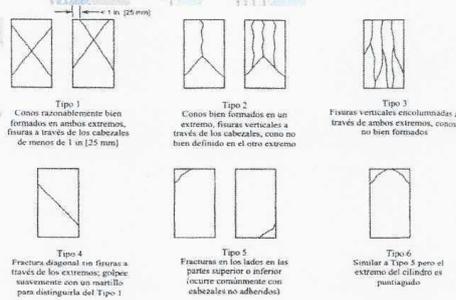


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos



PROYECTO: Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm²

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Cabude Nº 015 / San Juan Bautista / Ayacucho.

Tel. 87681898

Anexo 15. Ensayo De Resistencia A Flexión Del Concreto A Los 7 Días.

VAZATT GEOTEST SRL ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

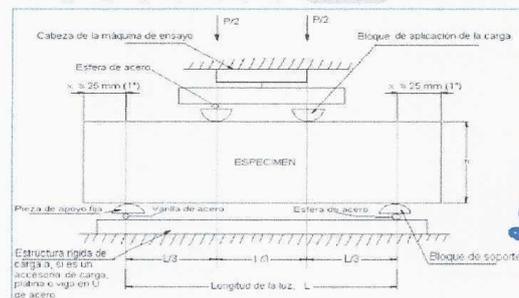
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO ASTM C 78 // AASHTO T 97 // MTC E 709 - 2000 // NTP 339.078

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE F'c=210KG/CM2

Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS Departamento : AYACUCHO
Estructura : VARIOS Provincia : HUANTA
Muestra : PRISMAS DE CONCRETO ENDURECIDO Distrito : HUANTA
Fecha : Setiembre del 2023 Lugar : HUANTA

| Nº | Fecha de Moldeo | Resistencia de Diseño a Compresión (Kg/cm ²) | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Luz libre de Espécimen (mm) | Ancho Espécimen (mm) | Alttura Espécimen (mm) | Fuerza de Rotura (KN) | Modulo de Rotura (MPa) | Modulo de Rotura (Kg/cm2) | Modulo de Rotura Promedio (Kg/cm2) | % RESPECTO AL F'c | |
|----|-----------------|--|-----------------|-------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------|--------|
| 01 | PATRON | 19/08/23 | 210.00 | 26/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 30.17 | 3.94 | 40.21 | 38.27 | 18.23% |
| 02 | PATRON | 19/08/23 | 210.00 | 26/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 28.76 | 3.76 | 38.36 | | |
| 03 | PATRON | 19/08/23 | 210.00 | 26/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 27.20 | 3.56 | 36.25 | | |
| 04 | 10% | 19/08/23 | 210.00 | 26/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 25.74 | 3.36 | 34.31 | 38.12 | 17.20% |
| 05 | 10% | 19/08/23 | 210.00 | 26/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 29.98 | 3.92 | 39.96 | | |
| 06 | 10% | 19/08/23 | 210.00 | 26/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 25.58 | 3.34 | 34.09 | | |
| 07 | 15% | 20/08/23 | 210.00 | 27/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 31.18 | 4.08 | 41.56 | 37.10 | 17.67% |
| 08 | 15% | 20/08/23 | 210.00 | 27/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 27.68 | 3.62 | 36.89 | | |
| 09 | 15% | 20/08/23 | 210.00 | 27/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 24.66 | 3.22 | 32.87 | | |
| 10 | 20% | 21/08/23 | 210.00 | 28/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 34.19 | 4.47 | 45.57 | 41.10 | 19.57% |
| 11 | 20% | 21/08/23 | 210.00 | 28/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 26.66 | 3.48 | 35.53 | | |
| 12 | 20% | 21/08/23 | 210.00 | 28/08/23 | 7 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 31.66 | 4.14 | 42.20 | | |

NOTA: Las vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.
Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
Las vigas fueron ensayadas en las caras horizontales que no presenten deformaciones ni irregularidades que alteren el resultado.



AZATT CONSULTORÍA GENERAL S.R.L.
WENESLAO VARGAS CRUZATT
INGENIERO CIVIL

PROYECTO: Influencia del silice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Cahuida Nº 315 / San Juan Bautista / Ayacucho.

Cal. 97886886

Anexo 16. Ensayo De Resistencia A Flexión Del Concreto A Los 14 Días.

VAZATT GEOTEST SRL ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO ASTM C 78 // AASHTO T 97 // MTC E 709 - 2000 // NTP 339.078

Proyecto : INFLUENCIA DEL SÍLICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE F'c=210KG/CM2

Solicitante : EDWARD SÁPAICO VARGAS

Departamento : AYACUCHO

Estructura : VARIOS

Provincia : HUANTA

Muestra : PRISMAS DE CONCRETO ENDURECIDO

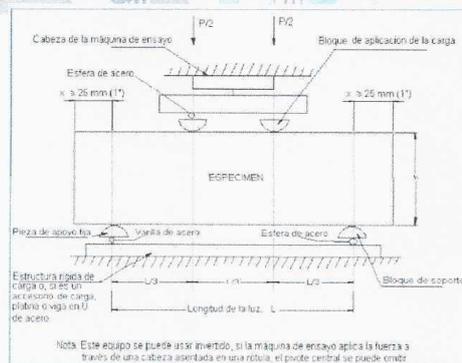
Distrito : HUANTA

Fecha : Setiembre del 2023

Lugar : HUANTA

| N° | | Fecha de Moldeo | Resistencia de Diseño a Compresión | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Luz libre de Espécimen (mm) | Ancho Espécimen (mm) | Altura Espécimen (mm) | Fuerza de Rotura (KN) | Modulo de Rotura (MPa) | Modulo de Rotura (Kg/cm2) | Modulo de Rotura Promedio (Kg/cm2) | % RESPECTO AL F'c |
|----|--------|-----------------|------------------------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------|
| 01 | PATRON | 19/08/23 | 210.00 | 02/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 30.24 | 3.95 | 40.30 | 39.99 | 19.04% |
| 02 | PATRON | 19/08/23 | 210.00 | 02/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 27.26 | 3.56 | 36.33 | | |
| 03 | PATRON | 19/08/23 | 210.00 | 02/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 32.52 | 4.25 | 43.34 | | |
| 04 | 10% | 19/08/23 | 210.00 | 02/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 31.88 | 4.17 | 42.49 | 38.65 | 18.40% |
| 05 | 10% | 19/08/23 | 210.00 | 02/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 26.16 | 3.42 | 34.67 | | |
| 06 | 10% | 19/08/23 | 210.00 | 02/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 28.95 | 3.78 | 38.58 | | |
| 07 | 15% | 20/08/23 | 210.00 | 03/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 29.70 | 3.88 | 39.58 | 41.85 | 19.93% |
| 08 | 15% | 20/08/23 | 210.00 | 03/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 35.18 | 4.60 | 46.89 | | |
| 09 | 15% | 20/08/23 | 210.00 | 03/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 29.33 | 3.83 | 39.09 | | |
| 10 | 20% | 21/08/23 | 210.00 | 04/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 37.30 | 4.88 | 49.71 | 47.19 | 22.47% |
| 11 | 20% | 21/08/23 | 210.00 | 04/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 35.28 | 4.61 | 47.02 | | |
| 12 | 20% | 21/08/23 | 210.00 | 04/09/23 | 14 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 33.63 | 4.40 | 44.82 | | |

NOTA: Las vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.
Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
Las vigas fueron ensayadas en las caras horizontales que no presenten deformaciones ni irregularidades que alteren el resultado.



PROYECTO: Influencia del sílice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Cahuide N° 315 / San Juan Bautista / Ayacucho.

Cel. 97601886

Anexo 17. Ensayo De Resistencia A Flexión Del Concreto A Los 28 Días.

VAZATT GEOTEST SRL ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

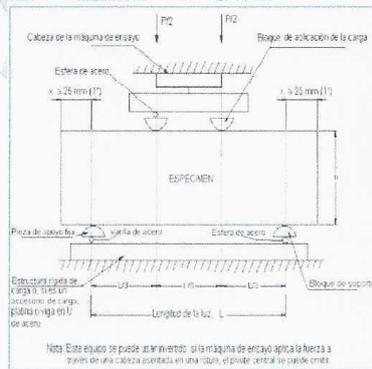
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO ASTM C 78 // AASHTO T 97 // MTC E 709 - 2000 // NTP 339.078

Proyecto : INFLUENCIA DEL SILICE EN LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE F'C=210KG/CM2

Solicitante : EDWARD SAPAICO VARGAS Departamento : AYACUCHO
Estructura : VARIOS Provincia : HUANTA
Muestra : PRISMAS DE CONCRETO ENDURECIDO Distrito : HUANTA
Fecha : Setiembre del 2023 Lugar : HUANTA

| Nº | Fecha de Moldeo | Resistencia de Diseño a Compresión | Fecha de Rotura | Edad (Días) | Luz libre de Espécimen (mm) | Ancho Espécimen (mm) | Altura Espécimen (mm) | Fuerza de Rotura (KN) | Modulo de Rotura (MPa) | Modulo de Rotura (Kg/cm2) | Modulo de Rotura Promedio (Kg/cm2) | % RESPECTO AL F'C |
|----|-----------------|------------------------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------|
| 01 | PATRON 19/08/23 | 210.00 | 16/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 32.40 | 4.23 | 43.18 | 43.14 | 20.54% |
| 02 | PATRON 19/08/23 | 210.00 | 16/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 31.50 | 4.12 | 41.98 | | |
| 03 | PATRON 19/08/23 | 210.00 | 16/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 33.21 | 4.34 | 44.26 | | |
| 04 | 10% 19/08/23 | 210.00 | 16/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 31.14 | 4.07 | 41.50 | 40.59 | 19.33% |
| 05 | 10% 19/08/23 | 210.00 | 16/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 30.52 | 3.99 | 40.68 | | |
| 06 | 10% 19/08/23 | 210.00 | 16/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 29.70 | 3.88 | 39.58 | | |
| 07 | 15% 20/08/23 | 210.00 | 17/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 31.40 | 4.10 | 41.85 | 45.08 | 21.46% |
| 08 | 15% 20/08/23 | 210.00 | 17/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 36.50 | 4.77 | 48.65 | | |
| 09 | 15% 20/08/23 | 210.00 | 17/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 33.56 | 4.39 | 44.73 | | |
| 10 | 20% 21/08/23 | 210.00 | 18/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 31.95 | 4.18 | 42.58 | 48.00 | 22.86% |
| 11 | 20% 21/08/23 | 210.00 | 18/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 37.68 | 4.92 | 50.22 | | |
| 12 | 20% 21/08/23 | 210.00 | 18/09/23 | 28 | 450.00 | 151.00 | 151.00 | 38.41 | 5.02 | 51.19 | | |

NOTA: Las vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.
Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
Las vigas fueron ensayadas en las caras horizontales que no presenten deformaciones ni irregularidades que alteren el resultado.



PROYECTO: Influencia del silice en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c=210kg/cm2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Calvide Nº 315 / San Juan Bautista / Ayacucho.

Tel. 97966666

Anexo 18. Certificado De Calibración De Maquina a Compresión y Flexión



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-013-2023

Página 1 de 4

| | | |
|---------------------------------|--|--|
| 1. Expediente | 0247 | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| 2. Solicitante | VAZATT GEOTEST CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L. | Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| 3. Dirección | JR. CAHUIDE NRO. 315 BAR. CAPILLPATA - AYACUCHO - HUAMANGA - SAN JUAN BAUTISTA | |
| 4. Instrumento calibrado | MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO) | <p>CALIBRATEC 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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p> |
| Marca | ASA INSTRUMENTS | |
| Modelo | STYE-2000 | |
| N° de serie | 121009 | |
| Identificación | No indica | |
| Procedencia | China | |
| Intervalo de indicación | 0 kN a 20000 kN | |
| Resolución | 0,1 kN | |
| Clase de exactitud | No indica | |
| Modo de fuerza | Compresión | |
| 6. Fecha de calibración | 2023-03-11 | |

Fecha de Emisión

2023-03-15



Jefe de Laboratorio

Firmado digitalmente por:
 ASTETE SOPHIA LUICIO FIR
 42017540 hard
 título: Soy el autor del documento
 Fecha: 2023.03.15 14:39:33-0500



Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-013-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Materiales de VAGECONS SRL

8. Condiciones de calibración

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 21,0 °C | 21,5 °C |
| Humedad relativa | 44 % | 44 % |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|---|----------------------------|
| PUCP | Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 241 kg | INF-LE N° 042-22 (B) |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-013-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

| Indicación de la máquina de ensayo | | Indicación del transductor de fuerza patrón | | | | | | Promedio | Error de medición | |
|------------------------------------|-----|---|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|-------------------|-----------|
| | | 1ra Serie | | 2da Serie | | 3ra Serie | | | | 4ta Serie |
| | | Acoenso | Acoenso | Acoenso | Decoenso | Acoenso | Acoenso | | | |
| % | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | kN | | |
| 10 | 100 | 99,5 | 99,3 | 99,5 | -- | -- | 99,4 | 0,5 | | |
| 20 | 200 | 200,9 | 200,7 | 200,8 | -- | -- | 200,8 | -0,8 | | |
| 30 | 300 | 301,6 | 301,3 | 301,5 | -- | -- | 301,5 | -1,5 | | |
| 40 | 400 | 400,7 | 400,5 | 400,4 | -- | -- | 400,5 | -0,5 | | |
| 50 | 500 | 501,6 | 501,3 | 501,2 | -- | -- | 501,4 | -1,4 | | |
| 60 | 600 | 600,5 | 600,2 | 600,3 | -- | -- | 600,3 | -0,3 | | |
| 70 | 700 | 701,7 | 700,7 | 700,5 | -- | -- | 701,0 | -1,0 | | |
| 80 | 800 | 800,0 | 799,8 | 799,8 | -- | -- | 799,9 | 0,1 | | |
| 90 | 900 | 900,7 | 900,5 | 900,6 | -- | -- | 900,6 | -0,6 | | |
| 100 | 980 | 981,7 | 981,5 | 981,7 | -- | -- | 981,6 | -1,6 | | |

| Indicación de la máquina de ensayo | | Errores relativos de medición | | | | | Incertidumbre de medición relativa |
|------------------------------------|-----|-------------------------------|---------------|----------------|------------|-----------|------------------------------------|
| | | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad | Resolución | Error con | |
| | | q | b | v | relativa | acoensio | |
| % | kN | % | % | % | % | % | |
| 10 | 100 | 0,57 | 0,25 | -- | 0,10 | -- | 0,63 |
| 20 | 200 | -0,40 | 0,07 | -- | 0,05 | -- | 0,38 |
| 30 | 300 | -0,50 | 0,08 | -- | 0,03 | -- | 0,32 |
| 40 | 400 | -0,13 | 0,07 | -- | 0,03 | -- | 0,29 |
| 50 | 500 | -0,28 | 0,08 | -- | 0,02 | -- | 0,28 |
| 60 | 600 | -0,05 | 0,05 | -- | 0,02 | -- | 0,27 |
| 70 | 700 | -0,14 | 0,17 | -- | 0,01 | -- | 0,28 |
| 80 | 800 | 0,02 | 0,02 | -- | 0,01 | -- | 0,26 |
| 90 | 900 | -0,07 | 0,02 | -- | 0,01 | -- | 0,26 |
| 100 | 980 | -0,17 | 0,02 | -- | 0,01 | -- | 0,26 |

| Clase de la escala de la máquina de ensayo | Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1) | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------|----------------|------------|--------|
| | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad | Resolución | Cero |
| | q | b | v | relativa | r0 |
| % | % | % | % | % | |
| 0,5 | ± 0,50 | 0,5 | ± 0,75 | ± 0,25 | ± 0,05 |
| 1 | ± 1,00 | 1,0 | ± 1,50 | ± 0,50 | ± 0,10 |
| 2 | ± 2,00 | 2,0 | ± 3,00 | ± 1,00 | ± 0,20 |
| 3 | ± 3,00 | 3,0 | ± 4,50 | ± 1,50 | ± 0,30 |

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (r₀) 0,00 %

Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@calibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-013-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

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 $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

0103-001

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1. Extrusión de los material de ensayo



Fotografía 2. Extrusión del sílice



Fotografía 3. Laboratorio Vazatt Geotest SRL



Fotografía 4. Selección de materiales



Fotografía 5. Pesaje de los materiales a usar



Fotografía 6. Diseño de mezcla



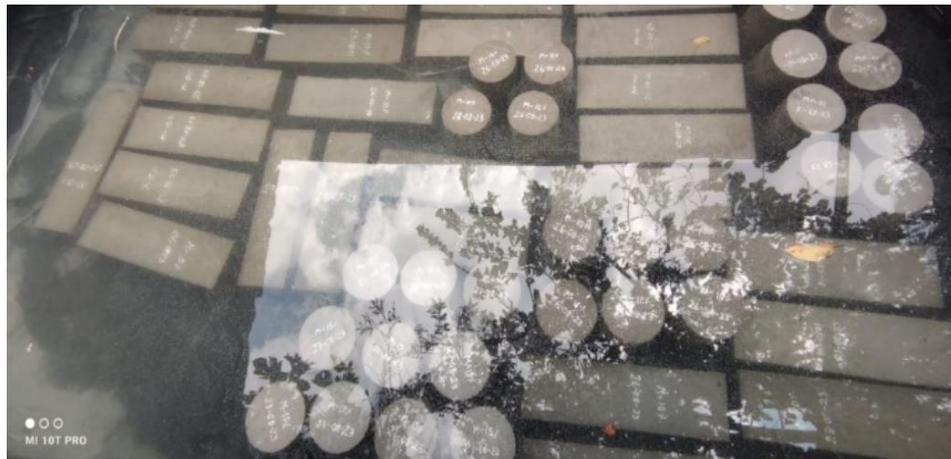
Fotografía 7. Llenado, compactado de probetas cilíndricas y vigas



Fotografía 8. slump



Fotografía 9. Curado de las probetas

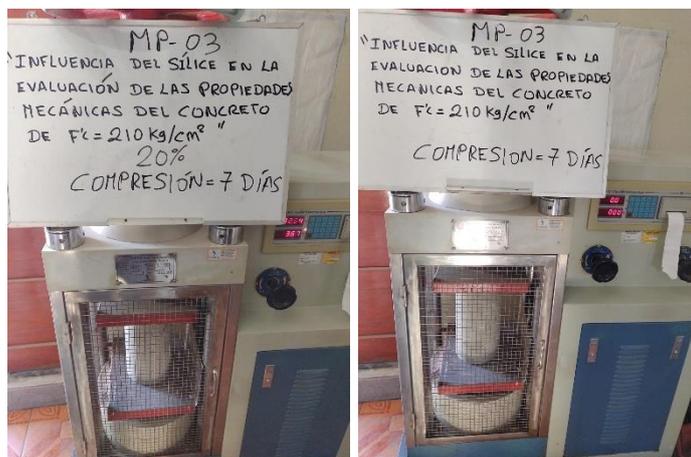




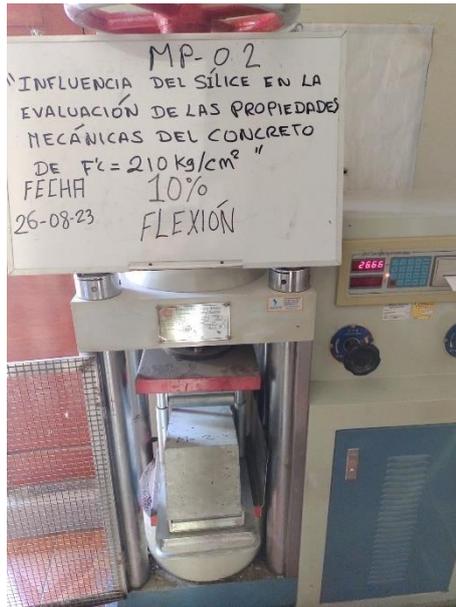
Fotografía 10. Pesado de probetas



Fotografía 11. Rotura de probetas cilíndricas



Fotografía 12. Rotura de probetas tipo viga





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia del Sílice en la evaluación de las propiedades Mecánicas del Concreto de $f'c=210$ kg/cm²", cuyo autor es SAPAICO VARGAS EDWARD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 18 de Marzo del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO DNI: 46000342 ORCID: 0000-0002-6559-0334 | Firmado electrónicamente por: SAAREVALOV el 18- 03-2024 15:56:39 |

Código documento Trilce: TRI - 0740538