



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y  
corrosión en medios salinos”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORA:**

Quispe Narvaez Mary Luz (ORCID:0000-0003-3840-3676)

**ASESOR:**

M. Sc. Clemente Condori Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedico a mis padres Juan y Maria, quienes me han inculcado en mí el esfuerzo y perseverancia para continuar con todos mis sueños y metas a lo largo de mi vida y de no recelar ante las adversidades, porque Dios siempre está conmigo.

*Mary Luz*

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por estar siempre conmigo, darme sabiduría y salud para continuar con los objetivos trazados.

De igual manera, agradezco a la Universidad Cesar Vallejo por haberme permitido realizar el presente trabajo de investigación.

Así mismo agradezco al asesor M. Sc. Clemente Condori Luis Jimmy, quien con la enseñanza de su valioso conocimiento, dirección y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo de investigación. Finalmente, agradezco a todas las personas que me apoyaron en este proceso.

*Mary Luz*

## Índice de contenidos

|   |      |
|---|------|
| Dedicatoria .....   | ii   |
| Agradecimiento .....                                      | iii  |
| Índice de contenidos .....                                | iv   |
| Índice de tablas .....                                    | v    |
| Índice de figuras .....                                   | vi   |
| Resumen .....   | viii |
| Abstract .....  | ix   |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                     | 10   |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                   | 15   |
| III. METODOLOGÍA.....                                     | 29   |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación .....                 | 29   |
| 3.2. Variables y operacionalización.....                  | 31   |
| 3.3. Población y Muestra.....                             | 32   |
| 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos ..... | 33   |
| 3.5. Validez y confiabilidad.....                         | 33   |
| 3.6. Procedimientos .....                                 | 35   |
| 3.7. Método de Análisis de Datos.....                     | 41   |
| 3.8. Aspectos Éticos.....                                 | 41   |
| IV. RESULTADOS .....                                      | 42   |
| V. DISCUSIÓN. ....  | 62   |
| VI. CONCLUSIONES.....                                     | 64   |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                | 66   |
| REFERENCIAS.....  | 67   |
| ANEXOS .....  | 73   |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Características del concreto con azufre y cemento portland.....  | 25 |
| Tabla 2: Posibles aplicaciones de concreto con azufre.....                | 26 |
| Tabla 3: Factores que influyen en el deterioro del concreto.....          | 29 |
| Tabla 4: Propiedades del concreto de azufre y cemento portland.....       | 31 |
| Tabla 5: Matriz de operacionalización de variables.....                   | 34 |
| Tabla 6: Porcentaje de azufre y días de curado.....                       | 35 |
| Tabla 7: Porcentaje de azufre y días de inmersión en agua y sal.....      | 35 |
| Tabla 8: Grado de validez.....  | 36 |
| Tabla 9: Grado de confiabilidad.....                                      | 37 |
| Tabla 10: Cálculo de alfa de Cronbach.....                                | 37 |
| Tabla 11: Características de los agregados para el diseño de mezcla.....  | 45 |
| Tabla 12: Resultados del ensayo esfuerzo a la compresión.....             | 46 |
| Tabla 13: Resumen del ensayo esfuerzo a compresión.....                   | 47 |
| Tabla 14: Resultados del ensayo esfuerzo a la compresión – corrosión..... | 50 |
| Tabla 15: Resumen del ensayo esfuerzo a compresión -corrosión.....        | 51 |
| Tabla 16: Resumen del ensayo esfuerzo a compresión.....                   | 54 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Almacenamiento de azufre en a granel.....                              | 24 |
| Figura 2: Resistencia del concreto con azufre vs concreto convencional.....      | 27 |
| Figura 3: Corrosión de una acera debido a agentes químicos como sales.....       | 30 |
| Figura 4: Deterioro del concreto por acción de sales .....                       | 30 |
| Figura 5: Extracción de agregado grueso .....                                    | 38 |
| Figura 6: Extracción de agregado fino .....                                      | 39 |
| Figura 7: Ensayo de granulometría .....  | 39 |
| Figura 8: Zona de elaboración de especímenes de concreto.....                    | 40 |
| Figura 9: Peso de azufre en polvo.....   | 40 |
| Figura 10: Mezcla de cemento con Azufre en polvo.....                            | 40 |
| Figura 11: Colocado de mezcla de concreto en moldes.....                         | 41 |
| Figura 12: Briquetas para curado normal y medio salino.....                      | 41 |
| Figura 13: Curado de briquetas en posas.....                                     | 42 |
| Figura 14: Peso de sal.....  | 42 |
| Figura 15: Inmersión de sal en posa de curado.....                               | 43 |
| Figura 16: Ensayo a compresión de las muestras.....                              | 43 |
| Figura 17: Ensayo a compresión a los 40 días de curado en sal.....               | 44 |
| Figura 18: Resistencia a la compresión del concreto convencional.....            | 47 |
| Figura 19: Resistencia a la compresión de concreto patrón en 3D.....             | 47 |
| Figura 20: Resistencia a la compresión de concreto con adición de azufre.....    | 48 |
| Figura 21: Resistencia a la compresión de concreto con adición de azufre 3D....  | 48 |
| Figura 22: Resistencia a la compresión de concreto – curado normal.....          | 49 |
| Figura 23: Resistencia a la compresión de concreto – curado normal 3D.....       | 49 |
| Figura 24: Resistencia a la compresión de concreto convencional .....            | 51 |
| Figura 25: Resistencia a la compresión de concreto patrón en 3D .....            | 52 |
| Figura 26: Resistencia a la compresión de concreto con adición de azufre .....   | 52 |
| Figura 27: Resistencia a la compresión de concreto con adición de azufre 3D...53 |    |
| Figura 28: Resistencia a la compresión de concreta inmersión en sal.....         | 53 |
| Figura 29: Resistencia a la compresión de concreta inmersión en sal 3D.....      | 49 |
| Figura 30: Resistencia a la compresión- adición de azufre a 28 días de edad...44 |    |
| Figura 31: Media y desviación estándar de patrón y adición de azufre.....        | 57 |
| Figura 32: “t” calculado con adición de azufre del 1%.....                       | 57 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 33: p-valor con adición de azufre del 1%.....                          | 58 |
| Figura 34: media y desviación estándar de patrón y adición de azufre.....     | 60 |
| Figura 35: “t” calculado con adición de azufre del 1%.....                    | 61 |
| Figura 36: p-valor con adición de azufre del 1%- corrosión.....               | 61 |
| Figura 37: media y desviación estándar de concreto con adición de azufre..... | 63 |
| Figura 38: “t” calculado con adición de azufre del 1%-28 días de edad.....    | 63 |

## Resumen

La presente tesis tiene como objetivo mejorar la resistencia a la compresión y corrosión del concreto en medio salinos por medio de la adición de azufre.

Para lo cual se realizó los ensayos correspondientes como granulometría, peso unitario suelto y compactado, gravedad específica y absorción, saturación y contenido de humedad de los agregados de la planta chancadora Jeservi provenientes de la cantera Yocara, para el diseño de mezclas para una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, donde la población y muestra es de 72 probetas componiendo de una mezcla de cemento, agregado grueso, agregado fino, agua y azufre en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%, de los cuales 36 muestras se curaron en 7, 14 y 28 días y 36 muestras se sometieron a una solución de cloruro de sodio por 20, 28 y 40 días. La metodología usada en la investigación fue hipotética – deductivo, con diseño experimental, de tipo aplicada y nivel aplicativo.

Los resultados de la resistencia a compresión indica que el porcentaje óptimo de adición de azufre es de 1% teniendo así una resistencia promedio de  $f'c=311.32$  kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días, también la resistencia a la corrosión mediante ensayo esfuerzo a la compresión fue de  $f'c=336.25$  kg/cm<sup>2</sup> sometidas a la solución de cloruro de sodio de 40 días de edad. Respecto al tiempo de inmersión a la solución de la sal fue a los 28 días con una adición de 1% de azufre, se realizó la comparación con la muestra de curado normal y inmersión a solución de sal para ver cuanto disminuye la resistencia en ese tiempo siendo de  $f'c=13.58$  kg/cm<sup>2</sup> la diferencia de  $f'c=311.32$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=297.74$  kg/cm<sup>2</sup>.

En conclusión, la adición de azufre del 1% mejora las resistencias a compresión y corrosión.

**Palabras clave:** azufre, concreto, resistencia, corrosión.



## Abstract

The objective of this thesis is to improve the compressive and corrosion resistance of concrete in saline environments through the addition of sulfur.

For which the corresponding tests were carried out such as granulometry, loose and compacted unit weight, specific gravity and absorption, saturation and moisture content of the aggregates of the Jeservi crushing plant from the Yocara quarry, for the design of mixtures for a resistance of  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, where the population and sample is 72 specimens made up of a mixture of cement, coarse aggregate, fine aggregate, water and sulfur in percentages of 0.5%, 1.0% and 1.5%, of which 36 samples were cured at 7, 14 and 28 days and 36 samples were subjected to sodium chloride solution for 20, 28 and 40 days. The methodology used in the research was hypothetical - deductive, with an experimental design, applied type and applicative level.

The results of the compressive strength indicate that the optimal percentage of sulfur addition is 1%, thus having an average strength of  $f'c=311.32$  kg/cm<sup>2</sup> at the age of 28 days, also the corrosion resistance by compressive stress test was  $f'c=336.25$  kg/cm<sup>2</sup> subjected to the sodium chloride solution at 40 days of age. Regarding the immersion time in the salt solution, it was 28 days with an addition of 1% sulfur. The comparison was made with the sample of normal curing and immersion in the salt solution to see how much the resistance decreases in that time. being  $f'c=13.58$  kg/cm<sup>2</sup> the difference of  $f'c=311.32$  kg/cm<sup>2</sup> and  $f'c=297.74$  kg/cm<sup>2</sup>.

In conclusion, the addition of 1% sulfur improves compression and corrosion resistance.

Keywords: sulfur, concrete, resistance, corrosion.

## I. INTRODUCCIÓN

Para la presente investigación es necesario abordar la realidad problemática, la solicitud de la construcción va creciendo con el tiempo, donde se requiere concretos más especializados en el cual adicionan polímeros, como el polvo de carbón, neumáticos de vehículos, debido a una creciente necesidad de productos químicos para mejorar resistencias a la corrosión y mecánica del concreto (Grabowski, L., Gliniak, M., y Polek D., 2017). Durante mucho tiempo se viene haciendo numerosos avances en la producción de concreto de alta resistencia, es decir en la búsqueda de nuevos materiales de construcción como es el concreto con polímeros, esto se logra por calor o radiación y logra el incremento de propiedades mecánicas, elásticas y durabilidad a pesar del aumento en sus propiedades, no ha encontrado la aceptación porque los monómeros son caros. (Malhotra, V., M, et al.,1974).

A demás en la actualidad, la producción del concreto presentan problemas de degradación, el mismo que está en contacto con la intemperie es decir con sales, ácidos y agentes químicos que entran en contacto de forma directa o indirecta, las mismas que se encuentra en las construcciones más comunes y generan un ambiente agresivo para la estructura del concreto, son causantes de un tiempo menor de vida útil para la cual fueron diseñados y degradando de esta forma al concreto, y exponiendo los agregados. (Alberto Vargas, 2018).

En general el cemento no resiste el desgaste o deterioro, ya que el agua y el suelo contiene sustancias acidas, salinas o muy corrosivas que penetran al concreto. (Redón Díaz, 2015),.Teniendo en cuenta que, según el oficina del interior de los USA, de minas de Berau se inició un programa de investigación para investigar nuevos usos del azufre, una sustancia química con patrones de uso relativamente inelásticos en la cual resume la investigación sobre materiales de construcción de azufre y la investigación relacionada de otras organizaciones subproductos de azufre ha sido investigado para su uso en concreto, revestimientos y materiales de pavimentación. (McBee, W. et al, 1985).

De manera que se ha identificado la solución al problema que genera la construcción de obras civiles y desde el punto de vista de la ingeniería, se planteó un concreto que obtenga mejores propiedades mecánicas y a su vez sea capaz de reducir o evitar los agentes corrosivos, y de esta forma se podría formular una pasta de concreto a base de azufre, empleando a estos agregados y evaluando las propiedades de durabilidad y resistencia (Alberto Vargas, 2018).

Así mismo en los últimos tiempos la tecnología ha estado en constante avance e investigación de mejorar los materiales y el concreto. Los productos químicos están considerándose el porvenir de la adición de estos al concreto o a los materiales de construcción, en este caso la utilización del azufre en el concreto, ha originado el estudio de para conocer su comportamiento y algunas otras propiedades, esto genera la elaboración de un concreto como mayor resistencia y que sean eficientes ante los agentes corrosivos (LONDOÑO Elisabeth, 2022).

El punto más crítico hoy en día es la capacidad y durabilidad de los concretos, por eso se reconoce que el empleo de azufre como adición para optimizar propiedades mecánicas del concreto, logrando una mejor respuesta, por lo que en este caso se usara azufre siendo el tema principal de este trabajo.

Toda esta información hace despertar el interés de la presente investigación que tiene por finalidad Mejorar la resistencia a compresión y corrosión del concreto en medios salinos por medio la adición de azufre.

## **1.1. Formulación del Problema**

### **Problema General:**

¿Cómo la adición de azufre podría mejorar la resistencia a compresión y corrosión del concreto en medios salinos?

### **Problemas específicos:**

Plantean las preguntas descritas a continuación.

- ¿Cuál es la proporción óptima de azufre que genera mejores resultados a la resistencia a compresión del concreto en medios salinos?
- ¿Cuál es la proporción óptima de azufre que genera mejor resistencia a corrosión del concreto en medios salinos?
- ¿Cuál es el tiempo de inmersión del concreto con azufre que reduce la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos?

## **1.2. Justificación**

### **Justificación técnica**

Hoy en la actualidad en la localidad de Juliaca y el Perú, se tiene un problema, que es la corrosión de los materiales de construcción, es decir del concreto debido a que en el suelo y agua cuenta con agentes salinos. Generalmente las construcciones se dan con concretos convencionales y aplicando algunas adiciones.

Por lo que se realizó un concreto con adición de azufre, este no metal tiene una excelente capacidad a la corrosión por lo cual es ideal mejorando la resistencia a compresión y corrosión del concreto.

Además de esas propiedades, genera que el concreto sea permeable y tenga una mejor durabilidad con el pasar del tiempo o diseño de vida útil del concreto en cualquier construcción civil, ya sea esté en una edificación, pavimentos, canales y etc.

### **Justificación económica**

La elaboración de una nueva mezcla de concreto con adición de azufre, según antecedentes demuestra que posee diversas mejoras en las propiedades y costo, por lo que es económico y ayuda a reducir los costos del concreto y generar más ingresos en la localidad debido a la demanda de los mismos.

### **Justificación Teórica**

La investigación realizada contribuye lo que se sabe actualmente de la adición de azufre al concreto de esa manera mejora la resistencia a la compresión y corrosión en medios salinos además se identificó algunos conocimientos que es fundamental para el trabajo de investigación, basado en los resultados se realiza o desarrolla planes para investigaciones adicionales o posteriores de la literatura es decir el conocimiento teórico, es un aporte a la investigación, estos temas no son tan generalizados en nuestra localidad, de esta forma se aporta con otras bases teóricas respecto al azufre.

### **Justificación Social**

Este trabajo de investigación ayuda a la ciudad de Juliaca, y a todo el país, debido a que se elaboraron concreto con adición de azufre en las construcciones civiles, además este concreto mejora la resistencia a compresión y corrosión cuando este en contacto en medios salinos y generar concretos con mayores resistencias que al concreto convencional.

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo Principal:**

- Mejorar la resistencia a compresión y corrosión del concreto en medios salinos por medio la adición de azufre.

#### **Objetivos secundarios:**

- Determinar la proporción óptima de azufre que genera mejores resultados a la resistencia a compresión del concreto en medios salinos.
- Contrastar la proporción óptima de azufre que genera mejor resistencia a corrosión del concreto en medios salinos.
- Estimar el tiempo de inmersión del concreto con azufre que reduce la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos

### **1.4. Hipótesis**

#### **Hipótesis principal**

- La adición de azufre mejora la resistencia a compresión y corrosión del concreto en medios salinos.

#### **Hipótesis secundarias**

- Una adición del 1% de azufre mejora la resistencia a la compresión del concreto en medios salinos.
- Una adición del 1% de azufre mejora la resistencia a corrosión del concreto en medios salinos.
- Un tiempo de inmersión del concreto con azufre de 28 días reduce la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos.

### **1.5. Delimitaciones**

#### **Delimitación temporal**

La presente investigación es transversal debido a que se recolecto datos en un periodo de tiempo de 06 meses, desde el 10 de febrero hasta el 21 de julio del 2022.

#### **Delimitación espacial**

La presente investigación se realizó en el Distrito de Juliaca, Provincia de San Román, Región de Puno.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **Antecedentes Internacionales**

(ALBERTO, Carlos., 2018) en su investigación Caracterización de Pasta de Mortero a Base de Azufre no Modificado para Aplicaciones Industriales en la localidad de Colombia; caracterizo una pasta de mortero con adición de azufre sin cambiar para esto empleo agregados, de esta manera obtendrá criterios de comportamiento a la compresión y mayores resistencia a  $f'c$  de 21 MPa del concreto , el investigador opto por realizar una investigación exploratoria de los materiales a usar y descriptiva donde determino las características y propiedades de los mismos con un enfoque cuantitativo, para posteriormente someterlas en laboratorio para definir resistencia a compresión y durabilidad del mortero basándose en la NTC 5551, primeramente considerando un porcentaje para el azufre de 65%, calamina 30% y microsilica 5% elaborar un total de 90 probetas de mortero con adición de azufre las mismas realizando los ensayos correspondientes se obtuvo un valor promedio de 30.78 MPa después de 24 horas., las mismas fueron sumergidas en soluciones agresivas un total de 16 muestras de mortero con adición de azufre y analizo su comportamiento verificando el peso para lo cual aplico la norma ASTM C267, dando como resultado un valor promedio de 29.60 Mpa. De esta manera el investigador realizo la comparación de los resultados, llegando a la conclusión que el uso del material como son calamina y microsilica en la pasta de mortero con adición de azufre nos dará una alta resistencia a compresión y durabilidad que un concreto convencional.

(DUGARTE, Margareth., MARTINEZ, Gilberto. y TORRES, Jaime., 2018) en su Investigación Evaluación Experimental del Concreto de Azufre Modificado para Lograr la Sostenibilidad en las Aplicaciones de la Industrias en la localidad de Barranquilla-Colombia; lograr un rendimiento basado en la resistencia mecánica y química del concreto con azufre implementando materiales de la zona así también determinar las proporciones optimas de concreto de azufre modificado (MSC) para la industria, el investigador opto por realizar una investigación experimental con un enfoque estadístico es decir realizar el experimento en función de una iteración de un diseño factorial de la proporción de mezcla aditivo-azufre y agregados, que fue

de 0.05, 0.10 y 0.075 como el mínimo, máximo e intermedio valor respectivamente, la muestra fueron realizadas en cilindros de 0.30 m altura x 0.15 m dimensiones de diámetro, los relación de aditivo fue de 60%, 70% y 80% y para los agregados utilizaron gradaciones según la norma ASTM D 3515, posteriormente esas muestras fueron sometidas a resistencia a compresión para posteriormente lo sumergieron en exposición de ácidos sulfúricos y sulfato de amonio durante 3, 7, 14, 28 días, así mismo realizaron unas pequeñas losas de dimensiones 0.4 x 0.4 x 0.07 m para evaluar el comportamiento físico es decir visual a los 1, 15, 30 y 60 días en la exposición de los mismos agentes químicos como indicador de la durabilidad de MSC, días así de esta forma realizaron la comparación del valor inicial y después de haberlas sumergidos con el valor inicial, después el investigador realizo los ensayos correspondientes como son las resistencia a compresión y química donde obtuvo que el diseño de mezcla de concreto con azufre consistió en un agregado de 70 %, es decir agregado con grueso de 17,6 % y fino un 21,4% y relación de aditivo/azufre de 0.100. tras el análisis se concluye que el concreto con adición de azufre alcanza un 73% la resistencia máxima y es muy resistente a los químicos y así mismo se obtuvo resultados similares en las losas que fueron evaluadas en un periodo de 60 días.

(SOSA, Miguel R., et al, 2015); en su investigación, realizo el estudio del deterioro de especímenes expuestas en la costa de Campeche, los especímenes se elaboraron en función a la relación de agua y cemento es decir realizaron a 0.45 y 0.65; estos se sometieron a un entorno marino de la localidad, ubicado a 300 m de la costa, así consideran factores en una atmosfera, es decir el periodo de humedecimiento, velocidad del viento y sentido así como el azufre y cloruro de sodio fueron evaluadas durante 7 años, de esta forma aportara a la degradación del hormigón, los investigadores consideran evaluar los riesgos cuando se generé una corrosión, es decir si el riesgo será poco, moderado o de un alto riesgo., asimismo el proceso de corrosión lleva su tiempo para poder demostrar que se ha degradado se obtuvieron valores superiores a 200 mV. Llegaron también a decir que la mejor proporción de agua y cemento es 0.65 ya que muestra mejores resultados, se concluye que por más que este expuesto a un ambiente agresivo, estas no se considera ya que el concreto elaborado les dio buenos resultados



(RODRIGUEZ Rueda, Diego F., 2018) en su investigación “influencia del tipo de refrentado en ensayos de compresión axial de cilindros de concreto de alta resistencia” en donde identifican como influye el tipo de refrentados en los ensayos de compresión axial en función a la resistencia y así también elaborar 3 tipos de resistencias con 4 distintos refrentados, el método que utilizaron fue experimental, ya que elaboran muestras, utilizaron 3 tipos de materiales como es concreto pulido, neopreno, la combinación de ambos y finalmente el capping con azufre la, se analizaron con la varianza de ANOVA es un programa estadístico que les sirvió para estimar los intervalos de confianza entre esas dos variables así mismo se concluye que la dispersión de los datos al mejorar sus propiedades mientras que el concreto normal se presenta menor dispersión de los resultados, así mismo el tipo de refrentado no influye en los promedios calculados con ANOVA, entonces esto quiere decir que los concretos con alta resistencia si necesitan el neopreno, pulido de concreto, y capping de azufre demostró mejores resultados que el resto.

(SALINAS Martinez, Juan R., 2019); en la investigación “Inhibidores de la corrosión para protección de infraestructura y transporte vehicular expuestas a sales anticongelantes” en Mexicale; caracterizo un inhibidor que sea capaz de ser eficiente y amigable con el ambiente extrayendo un líquido de las hojas neem ya si esto lo expondrá a nieve con sales realizando la descripción, así también realizando pruebas gravimétricas, electroquímicas preparando primeramente la hoja de neem tipo maceración a su lijaron el acero. Es decir utilizaron instrumentos como son plantillas ales; para esto realizaron pruebas químicas y mecánicas de resistencia del concreto, de las muestras tienen 150 gramos de hojas de neem y 750 mililitros de agua adicionándole una solución de sal del 5 % se concluye que tenemos que el líquido que se extrae de neem es lo más adecuado ya que actúa de forma considerable en medios salinos y puede funcionar como inhibidor de la corrosión de concreto y acero las mismas que pueden utilizarse en vías Además, existe una concentración optima del inhibidor donde mostrarán una eficiencia de inhibición de corrosión menor.

### **Antecedentes nacionales**

(HERNANDEZ Zamora, Mariela, ZUTA Perez, María J., 2019); en su investigación “Evaluación de mezcla de concreto con adición de azufre, para mejorar el esfuerzo a la compresión en la localidad de Calzada, Moyobamba 2019”, Evaluaron la resistencia que puede soportar un espécimen de concreto con adición de azufre con distintas proporciones de 1%, 3% y 5%., determinando también las propiedades físicas y químicas del azufre como también del agregado, los investigadores realizaron una investigación experimental elaborando 63 probetas con dichas proporciones diseñados a una resistencia a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y edades de 7,14 y 28 días, observaron y realizaron un análisis y evaluación de los ensayos como es la resistencia del concreto donde obtuvieron como resultado que a la edad de 28 días y con una incorporación de 1% de azufre se concluyó que la resistencia a compresión fue de  $f'c=393.22\text{kg/cm}^2$ , esto indico que si incremento la resistencia del concreto con adición de azufre.

(HUAQUISTO Cáceres, Samuel, BELIZARIO Quispe, German.,2018); en su investigación, “Utilización de la Ceniza Volante en la Dosificación del Concreto como Sustituto del Cemento en la ciudad de Puno”, estudiaron la dosificación del concreto adicionándole ceniza volante para así obtener máxima resistencia, de tal manera ayude a mitigar el medio ambiente, así mismo han elaborado 60 probetas de las cuales 3 muestras de categoría para concreto convencional según el método ACI, así mismo generaron proporciones de 0.0% , 0.5%, 5.0 %, 10.0% y 15.0%de ceniza por el peso del cemento para realizar la rotura a los 7, 14, 28 y 90 días, aplicando la investigación cuantitativa realizando las comparaciones en cuanto a la resistencia, en el cual se tienen las variables porcentaje de ceniza volante y soporte del concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con  $R a/c=0.56$  y se obtuvo que con adición del 5% de ceniza nos da  $f'c=235\text{ kg/cm}^2$  a un tiempo de curado de 90 días, se concluye que si incrementa la resistencia a compresión del concreto una mayores resistencia y por tanto los investigadores indican que si mitigan el efecto del medio ambiente al utilizar las mezcla de ceniza volante.

(GALAN Fiestas, Mary, NIETO Jaimes, Marco, 2021): en su investigación realizaron “mejorar de la permeabilidad del concreto expuesto a sulfatos con el uso de los nanotubos de carbono para obras en la localidad de Callao, Perú”; evaluaron el comportamiento del concreto con adición de nanotubos de carbono para disminuir la permeabilidad y así de esta forma a su vez mejorar las propiedades del concreto que son expuestos a sulfatos. El método que aplicaron fue deductivo de un enfoque cuantitativo, la muestra fue de 96 de las cuales realizado muestras cilíndricas de 4” x 8” y 6” x 12” y vigas de 15x15x60 cm de dimensiones así mismo formularon un porcentaje de adición de nanotubos de 0.05%, 0.10% y 0.15% trabajando para distintos días de curado de 7y 28 y con una resistencia de 410 Kg/cm<sup>2</sup>, así también se realizó ensayos de asentamiento y aplicación de fuerzas de la cual se determinó que los nanotubos si disminuyen la permeabilidad, dicho de otra manera tiene una baja penetración del agua y así hace que incremente su vida útil, respecto a la resistencia se logró obtener a los 7 días de curado un promedio de 350 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días llegando a 463kg/cm<sup>2</sup> generando así un mejor resultado por lo que se concluyeron que los nanotubos tienen una gran incidencia en la permeabilidad y resistencia del concreto expuestos a sulfatos.

(HUAYPAYA Tenazoa, Diego A., VALDIVIA Farromeque, Joffrey I., 2019); por otro lado, la investigación “Uso de vidrio reciclado en la elaboración de concreto  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> en la localidad de Callao”; desarrollaron un concreto anti salitre con escoria con una resistencia de 315 kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio reciclado, por otro lado desarrollaron con método explicativo y un diseño experimental con un total de muestras de 105 de las cuales 21 cilindros como patrón y 84 con tratamiento de vidrio con proporciones de vidrio del 0%, 6%, 7%, 8%, y 9% utilizaron parámetros de medición con los ensayos de resistencia y obtuvieron 23.6 % respecto al patrón utilizado, esto indican que el utilizar vidrio pulverizado hace que incremento su resistencia además el cemento que utilizaron fueron uno de los factores en los resultados por lo que concluyeron que favorece utilizar las mezclas de vidrio y respecto al precio ya que se recicla el vidrio y se puede usar con una proporción optima del 7%.

(JULON Zambrano, Neiser, MARCAÑAUPA Quispe, Elvis, 2021); en su investigación de “Mejorar la resistencia a compresión y flexión de concreto temperaturas elevadas, con adición de cenizas puzolánicas en la ciudad de Lima”; estudiaron el efecto que tiene la adición de cascara de arroz, ceniza de bagazo y caña de azúcar las mezcla de las mismas generaron concreto a base de cemento someténdolas a una temperatura de 300°C y 500°C siendo el método experimental ya que utilizaron porcentaje de 5% y 10% de la combinación de las mezclas a un tiempo de curado de 28 días , se tienen un total de muestras de 124, de las cuales 72 fueron cilíndricas y 54 vigas que serán sometidas a la prueba de resistencia dando como resultado en base al patrón de 10% encima del mismo, entonces se concluyeron que la utilización de estas cenizas es decir cascara de arroz y ceniza de caña de azúcar de esta manera aumenta la resistencia tanto a compresión y flexión. Los resultados muestran un aumento de resistencia promedio a la compresión y flexión de hasta un 95% y 25%, respectivamente, luego de ser expuestos a temperaturas elevadas con respecto a las muestras de control.

## 2.2. Bases Teóricas

El concreto es una composición de cemento más agregados grueso, fino y agua, la cantidad dependerá a la resistencia a la compresión  $f'c$ , que se quiere lograr obtener para las construcciones civiles (SENCICO, 2019).

Así mismo en la actualidad se busca desarrollar las diferentes características del concreto como es la durabilidad y comportamiento a efectos de las altas y bajas temperaturas, así como en ambientes salinos entre otros. (RODRIGUEZ Rueda, Diego.,2018).

Considerando que se requiere mejorar se plantea una mezcla a base concreto con adición de azufre concreto, y que sea este idóneo de mejorar la fase de las construcciones expuestas a medios corrosivos o salinos.

### 2.2.1. Azufre

Es un componente no metálico que está ubicado en el grupo 16 de la tabla periódica con una masa atómica de 32.064 Uma y denominado con la letra S (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2022), además es color amarillo pálido e insípido, este a su vez se puede realizar una aleación con el demás elemento, excepto como son los gases nobles, oro, platino. Este elemento es de origen nativo y se obtiene a partir de la sublimación del petróleo. (Mohamed & El-Gamal, 2010).

Así mismo este elemento es reconocido por ocupar el puesto número 13 en la corteza de la tierra y ser el más abundante. (McBee,William C., I Sullivan, Thomas A., Fike .H. L, 1985), Como se aprecia en las siguientes figura 1 y 2



Figura 1. Almacenamiento de azufre a granel

Fuente: ALBERTO (2018)

### 2.1.2. concreto con azufre

El azufre es un elemento que es relativamente abundante y barato, además se puede sustituir al cemento portland para producir un concreto que es semejante en algunas de las propiedades al concreto con cemento portland (FEDIUK, Roman; MUGAHED, Amran; et al 2020), pero lo suficientemente diferente como para justificar su aplicación ya que en este caso se requiere una alta resistencia inicial o donde el ataque químico lleva al concreto con cemento portland a un deterioro rápido, así mostramos en la tabla 1 la comparación de las propiedades del concreto con azufre versus el cemento portland.

**Tabla 1.** *Propiedades del concreto con azufre y concreto de cemento portland.*

| PROPIEDADES                           | CONCRETO CON AZUFRE | CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Resistencia a la humedad              | 1,0                 | 0,8                          |
| Resistencia química (a los ácidos), % | 300                 | 50                           |
| Abrasión, en %                        | 3                   | 17                           |
| Resistencia a la compresión, MPA      | 55-65               | 15-25                        |
| Fuerza Flexible, MPA                  | 10-15               | 6-9                          |
| Resistencia a la tracción, MPA        | 5-7                 | 3-4                          |
| Periodo de compresión                 | 3 horas             | 28 días                      |

Fuente: HERNADEZ & ZUTA (2019)

Por otra parte, actualmente no se utilizan mucho, el azufre puede ofrecer una mejora en sobre los materiales más tradicionales así mismo los materiales que constituyan o incluyan la mezcla de azufre son el concreto con azufre y asfalto con azufre, así también podemos ver las distintas aplicaciones del azufre en el concreto en tabla 2 (ABDEL Mohsen, et al, 2010)

**Tabla 2.** Posibles aplicaciones del concreto con azufre.

| Actividad          | Aplicaciones   |
|--------------------|--|
| Pre fundición      | Tuberías de drenaje, piezas de ferrocarril, barreras de carretera, gama de productos agrícolas, plataformas de perforación en alta mar, bloques de construcción, losas y otros elementos de construcción.  |
| Extrusión          | Ladrillos y adoquines, bordillos y cunetas, tejas.   |
| Ejecutadas in situ | Cubiertas de puente, instalaciones marinas, estructuras de barcos expuestos a ambientes marinos, plataformas de perforación, planta procesadora de alimentos, aplicaciones agrícolas, incluyendo graneros y sistemas efluentes, canales de drenaje de plantas ácidas, sumideros, tanques, piso, paredes y vigas, plantas fertilizantes, cimientos. |

Fuente: elaboración propia.

Por consiguiente, los aumentos en la disponibilidad del azufre en función al costo son bajo y han revigorizado el interés de utilizar este material, y se están realizando pruebas a gran escala del azufre entendido como una alternativa viable y económica a comparación del concreto convencional, es así que el azufre puede sustituir al cemento portland en obras de construcción civil.

La mayor limitación del uso de concreto con azufre es el punto bajo de unión es de 115°C

Así mismo el concreto con azufre generalmente se aplica a estas mezclas agregado fino y grueso, entonces el interés del concreto con azufre inicio hace años cuando Dale y (LUDWIG Allen C., 1975) desarrollaron la investigación realizada por el SwRI, en Texas, donde obtuvieron resultados que el concreto con azufre generan resistencias a temprana edad de curado en la figura 2.

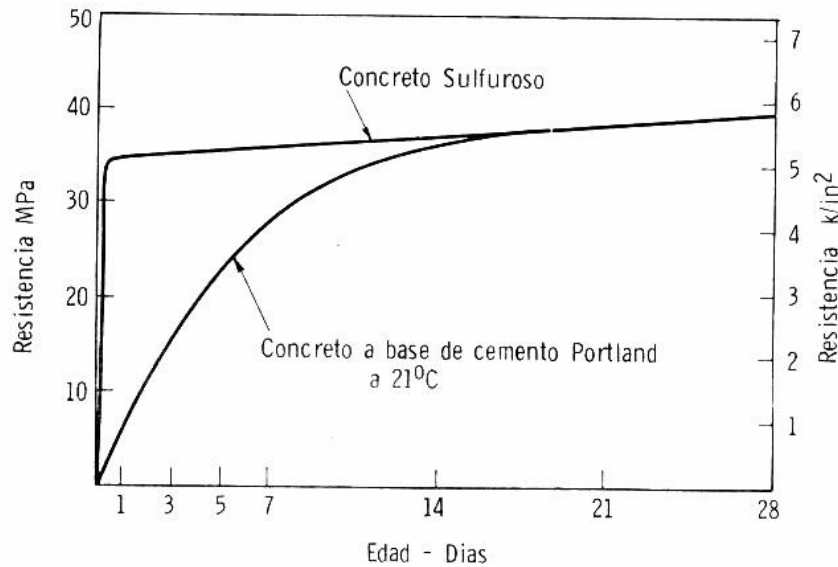


Figura 2. resistencia del concreto con azufre vs concreto convencional

Fuente: <https://bit.ly/3iJJHGr>

### 2.1.2.1. Resistencia

Es la característica del concreto más estimada por los ingenieros que les sirve como control en obra es decir de calidad, entonces la resistencia tiene como habilidad de resistir esfuerzos sin fallar, es decir, se relaciona con el esfuerzo que pueda generar o causar fracturas o fisuras. Las mismas se realizan las pruebas de compresión es decir a un área se aplica una fuerza al espécimen hasta que este falle y se dirá que llegó a la máxima resistencia. (METHA, Kumar, MONTEIRO, Paulo, 1985)

#### Factores que afectan la resistencia a compresión

Existen varios factores que afectan la resistencia, estos incluyen propiedades y proporciones:

- ✓ Relación agua/cemento
- ✓ materiales que constituyen el concreto. - el primer paso para obtener un concreto que cumpla con la resistencia es la calidad de los materiales como agregados.
- ✓ el grado de compactación
- ✓ condiciones de curado. - ese refiere al procedimiento de hidratación del concreto, que consisten el control de tiempo, temperatura, condiciones de humedad



#### **2.1.2.1.1. Resistencia al ataque químico**

Según (Payne, C. R., Duecker, W. W.,1940), indica que hay una cantidad de material concerniente a la resistencia de concretos con azufre al ataque de varias sustancias tales como ácidos, sales, etc. Se ha encontrado que el concreto con azufre son muy resistentes al ataque químico, así mismo estos tengan propiedades similares como también son resistentes a algunas las siguientes sustancias:

- Ácido sulfúrico
- Vinagre
- Ácido láctico
- Cal saturada (20°C)
- Aceite de soya
- Sulfato ferroso
- Cloruro de sodio

Por otro lado, en la industria de la construcción rusa (VNIIGAZ Gazprom, 2019) menciono que el concreto de azufre es conveniente producir ya que cualquiera ha diseñado un concreto que consta de cemento, arena y agua. No se requiere agua para la preparación de concreto con azufre y se puede usar casi cualquier tipo de arena. La finura de la arena debe ser 2.4 para el cemento, mientras que, para el concreto con azufre, este parámetro puede ser menor que 1. En otras palabras, las arenas de polvo o las arenas sopladas serán suficientes para el concreto con azufre, mientras que el concreto convencional de alta calidad se puede hacer materiales locales”

#### **2.1.2.2. Durabilidad**

Según, (ACI Committee, 2016), es la capacidad de soportar las acciones del medio ya sea por ataque agresivos como son químicos, abrasión u otro cualquier proceso que puede generar degradación del. Se considera que el concreto es durable cuando mantiene sus propiedades como son la forma, calidad, y diseño de servicio, es decir calidad de vida útil.

Así mismo (SILVA Javier, 2021) la durabilidad no solo depende del diseño sino también de la exhibición o presencia de elementos agresivos y se somete a condiciones de trabajo, en ese sentido dependerá de las características físicas químicas y mecánicas y al ambiente al que se expone y algunos factores que influyen la capacidad del concreto.

**Tabla 3.** Factores que influyen en el deterioro del concreto

| FACTORES                                       |                             |
|--|-----------------------------|
| INCREMENTAN                                    | DISMINUYEN                  |
| Altas temperaturas                             | Menor relación agua/cemento |
| Velocidades incrementadas de fluidos           | Tipo de cemento a usar      |
| Mala vibración del concreto                    | Baja absorción              |
| Curado incorrecto                              | Baja permeabilidad          |
| Desgaste de los materiales de acero o concreto |                             |

Fuente: Committee ACI 201

Por otro lado, la durabilidad de una construcción civil es decir de un concreto están comprometidas de la degradación que van desde lo superficial y más profundo, en este caso los elementos químicos que perturban al concreto, a continuación, se menciona algunos:

- a. Físicos: En este aspecto se ve por el desgaste como la abrasión ya sea este por el suelo y agua del subsuelo por el impacto de la vibración
- b. Química: se da por la corrosión del material que es el concreto, por degradación debido a ácidos, sulfatos, sales y otros. Que están presentes en el medio.
- c. Electro-química, generalmente estos daños se dan en las estructuras de concreto armado por la presencia de sales como son los cloruros y la corrosión del acero que con el pasar en el tiempo destruyen al concreto.
- d. Fisuramiento térmico, ocurre en los elementos que tienen un masivo vaciado y que están expuestos en la superficie del concreto como se observa en la figura 3.



*Figura 3.* Corrosión de una acera debido a agentes químicos - sales.

Fuente: <https://bit.ly/3LhJ9DK>

### **2.1.2.3. Corrosión en el concreto**

Ocurre por la degradación del material y se da generalmente en un ambiente natural, los mismos pueden ser el agua, por desechos químicos, así como la atmosfera, suelo, etc. (SALINAS Martinez, Juan R.,2019), así también se entiende como una interacción destructiva, este fenómeno se da en medios alcalinos o salinos como se muestra en la figura 4, se puede observar el deterioro del concreto.



*Figura 4.* Deterioro del concreto por acción de sales.

Fuente: <https://bit.ly/3LrZKVM>

#### **2.1.2.3.1. Materiales resistentes a la corrosión**

El azufre como adición al concreto ha reemplazado al cemento portland de manera más efectiva en aplicaciones industriales ya que están expuestas a ambientes corrosivos, varias empresas e investigadores desarrollaron formulaciones o propuestas de mejorar las propiedades de resistencia a la corrosión, fatiga, física,

baja la permeabilidad al agua y tiempo de curado más rápido en la tabla 4 se muestran algunas propiedades del concreto con azufre versus el concreto convencional, donde las realizan diferentes laboratorios.

**Tabla 4.** *Propiedades del concreto de azufre y cemento portland*

| PROPIEDAD                                 | COMPARACIÓN CON 3.5 MPA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND | LABORATORIO DE PRUEBA   |
|---|--|---|
| Resistencia a la abrasión                 | Mucho mayor  | Dow Chemical, Texas Division, Freeport, USA   |
| Fuerza de adherencia al concreto          | Mucho mayor  | Dow Chemical, Texas Division, Freeport, USA   |
| fuerza de adherencia al acero de refuerzo | Mayor  | R.M. Hardy & Associates, Canada   |
| coeficiente de expansión lineal           | Equivalente  |   |
| fluencia compresiva                       | menos  |   |
| Fuerza compresiva                         | mayor  | EBA Engineering Consultants, J.A. Smith & Associates, Bernard & hoggan Engineering, Canada. |
| Resistencia a la corrosión                | Mucho mayor  | Sulphur Innovations, Canada, Mellon Institute, Pittsburgh, USA                              |
| Durabilidad bajo ciclos térmicos          | Equivalente o superior                                   | Ontario Research Foundation, Sulphur Innovations, Canada                                    |
| resistencia a la fatiga                   | Mucho mayor  | Lowa State University, Ames, USA  |
| Fuerza flexible                           | Mejor o mayor  | EBA Engineering Consultants, Canada. Lowa State University, Ames, USA                       |
| módulo de elasticidad                     | Mayor  | R.M. Hardy & Associates, Canada   |
| resistencia a la tracción                 | Mayor  | R.M. Hardy & Associates, J.A. Smith & Associates, Canada                                    |
| Permeabilidad al agua                     | Mucho menos  | Chemical & Geological Laboratories, Calgary Canada  |

Fuente: (ABDEL Mohsen et al, 2010)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

##### Método de investigación:

Según (BORJA Suarez, Manuel, 2016) la forma más confiable de realizar una investigación es conociendo la realidad a través de la recolección de datos, y análisis de los mismos con la cual podríamos responder las interrogantes de la investigación y de esa forma probar las hipótesis. Así mismo (GRANADOS Néstor, GALARZA Elvia, et al,2020) se refiere a los proyectos de investigación que se van a trabajar con aspectos medibles en cantidades, como cifras, datos y muy posiblemente con estadísticas.

Se desarrolla a través del método hipotético deductivo, siguiendo los siguientes pasos; primero con la observación, seguidamente generar la hipótesis, se dedujo las consecuencias de la hipótesis y así de esta manera se verifica de los distintos enunciados y así poder compararlos con la experiencia.

##### Diseño de investigación:

Demostrar la hipótesis según la metodología es experimental, según (HERNANDEZ Sampieri, et al 1997), la investigación experimental se define como la manipulación de una o más variables a investigar, para así analizar las consecuencias de la manipulación de esas variables. Para la presente investigación se manipulo la variable independiente que sería la causa experimental (azufre), y dependiente (resistencia a la comprensión y corrosión).

#### Concreto convencional-resistencia

$GC_{(3):(convencional)}$   $01_{(07\ dias)}$   $(convencional)$   $02_{(14\ dias)}$   $(convencional)$   $03_{(28\ dias)}$   $convencional$

#### Concreto con adición de azufre

$GE_{(1):}$   $X1_{0.5\%}$   $01_{(07\ dias)}$   $X1_{0.5\%}$   $02_{(14\ dias)}$   $X1_{0.5\%}$   $03_{(28\ dias)}$   $X1_{0.5\%}$

$GE_{(2):}$   $X1_{1.0\%}$   $01_{(07\ dias)}$   $X1_{1.0\%}$   $02_{(14\ dias)}$   $X1_{1.0\%}$   $03_{(28\ dias)}$   $X1_{1.0\%}$

$GE_{(3):}$   $X1_{1.5\%}$   $01_{(07\ dias)}$   $X1_{1.5\%}$   $02_{(14\ dias)}$   $X1_{1.5\%}$   $03_{(28\ dias)}$   $X1_{1.5\%}$

## Concreto convencional -corrosión

$GC_{(3):(convencional)}$   $01_{(20\text{ días})}$   $(convencional)$   $02_{(28\text{ días})}$   $(convencional)$   $03_{(40\text{ días})}$   $convencional$

## Concreto con adición de azufre

$GE_{(1): X1_{0.5\%}}$   $01_{(20\text{ días})}$   $X1_{0.5\%}$   $02_{(28\text{ días})}$   $X1_{0.5\%}$   $03_{(40\text{ días})}$   $X1_{0.5\%}$

$GE_{(2): X1_{1.0\%}}$   $01_{(20\text{ días})}$   $X1_{1.0\%}$   $02_{(28\text{ días})}$   $X1_{1.0\%}$   $03_{(40\text{ días})}$   $X1_{1.0\%}$

$GE_{(3): X1_{1.5\%}}$   $01_{(20\text{ días})}$   $X1_{1.5\%}$   $02_{(28\text{ días})}$   $X1_{1.5\%}$   $03_{(40\text{ días})}$   $X1_{1.5\%}$

Fuente: elaboración propia

Dónde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control (probetas de concreto convencional)

X1: Incorporación de azufre

### Tipo de investigación

Según (SANCHEZ Carlessi, Hugo, et al, 2018), es practica y útil además aprovecha los conocimientos que logran mediante la investigación y dar solución a problemas inmediatos.

Este trabajo de investigación es de tipo aplicada, pues se conoce para actuar, modificar y con esto se resolvió los problemas.

### Nivel de investigación:

Según (MORENO, Eliseo. 2016) indica que el nivel depende de la estrategia a investigar, respecto a nivel aplicativo es resolver problemas ya sea en la industria o en lo científico.

La presente investigación es de nivel aplicativo, ya que se determinó la solución de un problema general específico.

### Enfoque de la investigación:

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, ya que se realizaron ensayos en laboratorio, donde se obtuvo datos numéricos, así de esa forma se analizó todos los datos y se realizó una comparación de datos y se dio respuestas respecto a la investigación siendo positiva o negativa.

Según (HERNANDEZ Sampieri, et al, 2018), para probar una hipótesis es necesario utilizar la recolección de datos de donde se obtendrá datos numéricos con el fin de poder establecer pautas, cuadros estadísticos y probar las teorías.

### 3.2. Variables y operacionalización

#### 1.2.1. Variables

**Variable independiente:** azufre

Es un componente químico no metal, su simbología es la letra S número atómico 16, masa atómica 32,064 es de color amarillo pálido y tiene un olor desagradable y se encuentra en la naturaleza, además de ser un elemento que se puede alear con los demás elementos, a excepción de la plata y oro. (ABDEL Mohsen, Mohamed, EL GAMAL, Maisa 2010)

**Variable dependiente** resistencia a la compresión y corrosión

Estas son las variables que se ven afectadas por los cambios que producen la modificación de la variable independiente, es decir se aplicarán esfuerzos a la compresión y corrosión a adición de azufre, de esta manera se someterán a una carga al espécimen. Así también en la tabla 5 se desarrolla la matriz de operacionalización.

**Tabla 5.** Matriz de operacionalización de variables.

| Variables  | Definición conceptual   | Definición operacional   | Dimensiones                                | indicadores  | Escala de medición |
|--|---|--|--|--|--------------------|
| <b>Variable independiente</b><br>Adición de azufre                     | El azufre es un elemento químico que generalmente es utilizado en la medicina, y en la construcción y se caracteriza por un olor desagradable. (Redón Díaz Luis Emilio, 2015) | El azufre es un compuesto que se encuentra en forma natural en lugares volcánicas.   | Diseño de mezclas con adición de azufre    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.5% de azufre- 0.24 Kg/m<sup>3</sup></li> <li>• 1.0 % de azufre - 0.48Kg/m<sup>3</sup></li> <li>• 1.5 % -de azufre 0.72Kg/m<sup>3</sup></li> </ul> | intervalo          |
| <b>Variable dependiente</b><br>Resistencia a la compresión y corrosión | Se define como la capacidad que tiene el concreto de resistir un esfuerzo sobre el área de la sección del espécimen (IMCYC., 2006)  | Los especímenes se realizarán a distintos porcentajes de a adición de azufre, además se sumergirá a estos en agua con sal para observar cuanto degrada el concreto las mismas serán sometidas a esfuerzo a la compresión | Resistencia a compresión                   | Prensa hidráulica (Kg/cm <sup>2</sup> )  | intervalos         |
|  |   |  | Calidad del concreto con adición de azufre | Prensa hidráulica (Kg/cm <sup>2</sup> )  | intervalos         |

Fuente: elaboración propia

### 3.3. Población y Muestra

#### 3.3.1. Población

La población está conformada por un total de 72 especímenes con adición de adición de azufre., Según (HERNANDEZ Sampieri, et al, 2018) menciona varios tipos de referencias y muestras que son representativa, al azar y aleatoria así mismo afirma que se puede medir toda la población por lo que se elige una muestra que represente a la población.

#### 3.3.1. Muestra

Las muestras que se analizaron son las mismas de la población, es decir se añadió una proporción de azufre de 0.5%, 1.0% y 1.5% para ambas determinaciones como es para el esfuerzo a compresión y corrosión del concreto, de las cuales el primero se realizó el curado de los especímenes en los periodos de 7, 14 y 28 respectivamente, para de esta forma saber la resistencia del concreto, el segundo se sumergió en una solución de cloruro de sodio y agua para saber cuál es el deterioro y a su misma ves saber la resistencia a la corrosión del concreto en estudio, a continuación se muestran en las tablas 6 y 7.

**Tabla 6.** *Porcentaje de azufre y días de curado*

| Especímenes | Días de curado |    |    |
|-------------|----------------|----|----|
|             | 7              | 14 | 28 |
| Patrón      | 3              | 3  | 3  |
| 0.5% azufre | 3              | 3  | 3  |
| 1.0% azufre | 3              | 3  | 3  |
| 1.5% azufre | 3              | 3  | 3  |

Fuente: (Elaboración propia)

**Tabla 7.** *Porcentaje de azufre y días inmersión en agua y sal*

| Especímenes | Días de inmersión en agua + sal |    |    |
|-------------|---------------------------------|----|----|
|             | 20                              | 28 | 40 |
| Patrón      | 3                               | 3  | 3  |
| 0.5% azufre | 3                               | 3  | 3  |
| 1.0% azufre | 3                               | 3  | 3  |
| 1.5% azufre | 3                               | 3  | 3  |

Fuente: (Elaboración propia).



### 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas

Para poder recolectar datos es necesario emplear uno o varios instrumentos de medición siempre acorde a las variables del estudio, se determinarán que la información obtenida serán la base para el análisis de la investigación (HERNANDEZ Sampieri, et al, 2018)

Así también (MUNCH Lourdes, ÁNGELES Ernesto, 2019) indican que la recolección de datos son parte de la investigación que permite recabar la información para poder determinar el comportamiento de las variables.

- **observación**

Este método nos ayudó en la realización del registro de la información obtenida de los ensayos realizados, es decir la adición de azufre de los distintos porcentajes a aplicarse al concreto de manera directa y confiable

#### 3.4.1. Instrumentos

se utilizaron fichas, cuadros donde se recolecto los datos, formatos de los ensayos donde se llevó un control de todos los procedimientos realizados., la cámara fotográfica de esta forma ilustro y demuestra toda la información de forma más verídica.

### 3.5. Validez y confiabilidad

#### 3.5.1. Validez

La presente investigación se ve reflejada en los resultados obtenidos de laboratorio ya que se sometieron a los especímenes a una compresora donde se determinó la resistencia de las mismas ya que estos equipos son certificados y calibrados.

Según (HERNANDEZ Sampieri, et al, 2018), es el grado en que un instrumento mide verdaderamente la variable que se pretende medir.

Así mismo en la tabla 8 según el (MARROQUIN Peña, Roberto 2013) la validez viene a ser el grado en el que un instrumento mide la variable que se busca.

**Tabla 8. Grados de validez**

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| 0.53 a menos | Validez nula      |
| 0.54 a 0.59  | Validez baja      |
| 0.60 a 0.65  | validada          |
| 0.66 a 0.71  | Muy validada      |
| 0.72 a 0.99  | Excelente Validez |
| 1.0          | Validez perfecta  |

Fuente: Marroquín Peña, Roberto (2013)

### 3.5.1. Confiabilidad

la confiabilidad se computa y estima con fórmula como es el coeficiente alfa de Cronbach, entendiéndose como el grado de los ítems de una escala se correlacionan entre sí, los mismos varían de 0 y 1, donde cero significa confiabilidad nula y 1 representa la confiabilidad total esto Según (HERNANDEZ Sampieri, et al, 2018). Según la tabla 9 se muestra los rangos de ellos grados de confiabilidad donde se expertos lo elaboraron.

**Tabla 9. Grado de confiabilidad**

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| 0.53 a menos | Confiabilidad nula     |
| 0.54 a 0.59  | Confiabilidad baja     |
| 0.60 a 0.65  | confiable              |
| 0.66 a 0.71  | Muy Confiable          |
| 0.72 a 0.99  | Excelente Confiable    |
| 1.0          | Confiabilidad perfecta |

Fuente: Marroquín Peña, Roberto (2013)

En la tabla 10 se muestra el cálculo de alfa de Cronbach.

**Tabla 10. Cálculo de alfa de Cronbach.**

| OBJETOS      | Ítems    |       |       |       |       |       |       |       |       |    | SUMA |
|--------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|------|
|              | 1        | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10 |      |
| 1            | 3        | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 5  | 32   |
| 2            | 4        | 4     | 5     | 5     | 4     | 3     | 5     | 4     | 5     | 4  | 41   |
| 3            | 5        | 5     | 4     | 4     | 5     | 4     | 5     | 4     | 4     | 5  | 38   |
| VARIANZA     | 0.222    | 0.222 | 0.667 | 0.889 | 0.222 | 0.222 | 0.222 | 0.222 | 0.222 | 0  |      |
| $\sum s_i^2$ | 4.66666  |       |       |       |       |       |       |       |       |    |      |
| $s_t^2$      | 29.55556 |       |       |       |       |       |       |       |       |    |      |

Fuente: (Elaboración propia).

Para calcular el alfa de Cronbach se realizó a través de la siguiente fórmula general:

$$\alpha = \frac{k(1 - \sum s_i^2 / s_t^2)}{k-1}$$

$$\alpha = \frac{10(1 - 4.66666/29.55556)}{10-1}$$

$$\alpha = 0.935673$$

Dónde:

$\alpha$  = valor del coeficiente de alfa de Cronbach.

$k$  = número de ítems.

$\sum s_i^2$  = sumatoria de las varianzas individuales.

$s_t^2$  = varianza total.

Esta investigación se desarrolló con distintas técnicas e instrumentos, es decir teniendo como expertos de, es decir validados por ingenieros especializados. Con los datos obtenidos a través de las encuestas se procedió a realizar los cálculos de confiabilidad dando como resultado un coeficiente de alfa de Cronbach de 93.57%, es decir según la tabla 9 se tiene una excelente confiabilidad.

### 3.6. Procedimientos

Para el desarrollo de los trabajos de los ensayos se realizó de la siguiente manera:

- ✓ **Primera etapa:** se extrajo el agregado grueso tal como se muestra en la figura 5 y en la figura 6 el agregado fino de la planta chancadora Jeservi los materiales provienen de la cantera Yocara, así también se realizó la compra de azufre en polvo y se trasladó el material a laboratorio.



Figura 5. Extracción del agregado grueso

Fuente: Propia



Figura 6. Extracción del agregado fino

Fuente: Propia

- ✓ **Segunda etapa:** se realizaron los ensayos para el diseño de mezclas del concreto para una resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con los agregados extraídos de la planta chancadora Jeservi, en la figura 7 se muestra la realización de los ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, gravedad específica y absorción saturación y contenido de humedad de los agregados.



Figura 7. Ensayo de granulometría

Fuente: Propia

- Se realizó el diseño de mezclas en función a los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos de los agregados y con las proporciones planteadas.
- ✓ **Tercera etapa:** una vez obtenido la dosificación del diseño de mezclas se procedió a realizar los pesos respectivos de cada material para la elaboración de los especímenes.

- Así mismo se muestra en la figura 8 los materiales a utilizarse para la elaboración de las probetas.



Figura 8. Zona de elaboración de especímenes de concreto

Fuente: Propia

- Se realizó el peso de la adición del azufre para las diferentes proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% respectivamente tal como se muestra en la figura 9 y 10.



Figura 9. Peso de azufre en polvo.

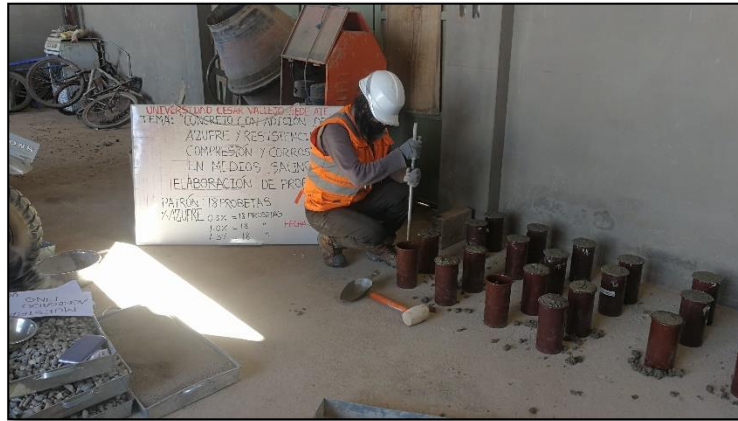
Fuente: Propia



Figura 10. Mezcla de cemento con Azufre en polvo.

Fuente: Propia

- Se realizó las 72 probetas de concreto tal como se muestra en la figura 11.



*Figura 11. Colocado de mezcla de concreto en moldes.*

Fuente: Propia

- Se muestra en la figura 12 la elaboración total de todos los especímenes de concreto con una resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



*Figura 12. Briquetas para curado normal y en medio salino.*

Fuente: Propia

- ✓ **CUARTA ETAPA:** Se sometieron a curado los 72 especímenes, 36 probetas para 7, 14 y 28 días como se muestra en la figura 13 y se realizó la inmersión de los 36 restantes en curado con sal, es decir se sometieron a medios salinos.



Figura 13. Curado de briquetas en posas.

Fuente: Propia

- En la figura 14 se muestra el peso de la sal para la inversión de 36 probetas. Referente a los 36 especímenes, también se sometieron a una inmersión de agua más sal en un periodo de 20, 28 y 40 días como se muestra en la figura 13, se realizaron las observaciones de cómo fue degradándose con el pasar del tiempo y una vez cumplidas pasaron a la rotura, de esta forma se determinó la resistencia a corrosión mediante el ensayo de compresión.

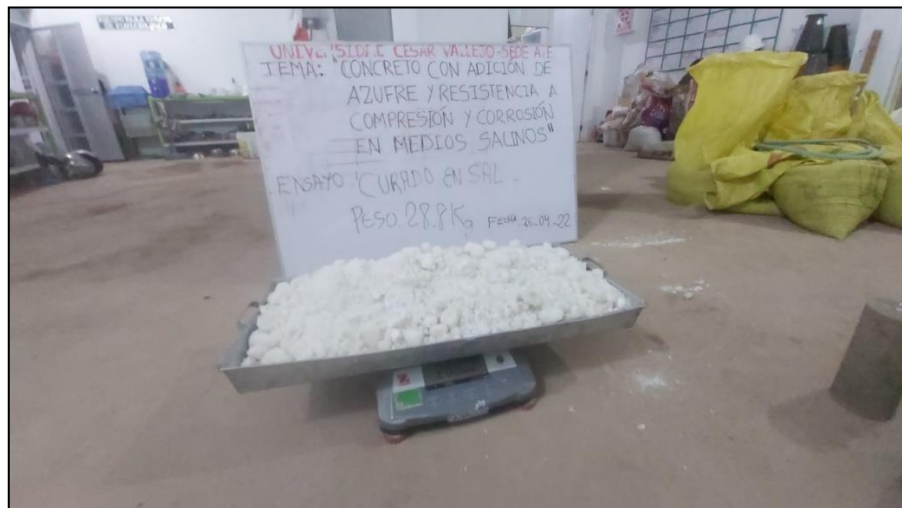


Figura 14. Peso de sal.

Fuente: Propia

- En la figura 15 se muestra, la adición de cloruro de sodio (sal) al agua. Para posterior curado de 36 muestras como se aprecia en la figura 13.



Figura 15. inmersión de sal en posa de curado.

Fuente: Propia

- ✓ **Quinta etapa:** finalmente se procedió a la rotura de los especímenes con la maquina digital para compresión. En la figura 16 y 17, se muestra el ensayo de la compresión y se registra los datos.



Figura 16. Ensayo a la compresión de las muestras.

Fuente: Propia





*Figura 17. Ensayo a la compresión a los 40 días de curado en sal.*

Fuente: Propia

### **3.7. Método de Análisis de Datos**

Los resultados obtenidos de laboratorio respecto a la resistencia a compresión y verificación de la degradación del concreto fueron procesados por Microsoft Excel para la elaboración de tablas, cuadros y se realizó cuadros estadísticos con el software minitab, así mismo se utilizó el Word para representar los resultados en forma textual.

### **3.8. Aspectos Éticos**

La búsqueda del bienestar de la presente investigación se respetó todos los lineamientos del código de ética de la universidad se realizó con transparencia, honestidad, y respetando todos los lineamientos que indican las mismas respecto a la citación de otros trabajos de investigación como son: libros, textos, normas, tesis, revistas, etc. se respetaron los derechos de cada autor citándolos con norma ISO 690.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Diseño de mezclas.

En la tabla 11, muestra las características de los agregados provenientes de la cantera Yocara y procesadas en la planta chancadora Jeservi, los cuales nos sirvió para el diseño de mezclas de concreto con una resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo indicar que la característica de estos materiales es importante ya que de eso dependen la durabilidad del concreto.

**Tabla 11.** Características de los agregados para diseño de mezcla.

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS                        | AGREGADO GRUESO | AGREGADO FINO |
|--|-----------------|---------------|
| peso específico de sólidos                     | -               | -             |
| peso específico saturado superficialmente seco | 2.54            | 2.5           |
| peso específico bulk                           | -               | -             |
| peso unitario varillado                        | 1420            | 1700          |
| peso unitario suelto                           | 1390            | 1590          |
| % de absorción                                 | 1.8             | 2.9           |
| % de humedad natural                           | 2.2             | 5.9           |
| Módulo de fineza                               | 2.27            | 3.1           |

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos.

- ✓ El diseño de mezclas se puede encontrar en el anexo n°07 de la presente investigación.

### 4.2. Control del esfuerzo a la compresión.

El control del esfuerzo a la compresión se desarrolló en dos distintos tipos de curado, primero fue un curado normal a edades de 7, 14 y 28 días y el segundo en una inmersión a medios salinos (sal) a edades de 20, 28 y 40 días.

A continuación, se presenta los resultados en:

#### a. Concreto con adición de azufre – resistencia a la compresión.

Las resistencias obtenidas del ensayo resistencia a compresión de especímenes convencional y con adición de azufre a proporción del cemento, con curado normal se muestra en la tabla 12.

**Tabla 12. Resultados del ensayo esfuerzo a compresión.**

| ROTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL -PATRÓN  |          |        |                         |                 |                      |               |
|--|----------|--------|-------------------------|-----------------|----------------------|---------------|
| item                                     | % azufre | edad   | resistencia<br>(kg/cm2) | porcentaje<br>% | promedio<br>(kg/cm2) | promedio<br>% |
| 1  | 0        | 7      | 174.73                  | 83.20%          | 175.99               | 83.81%        |
|  |          |        | 179.53                  | 85.49%          |                      |               |
|  |          |        | 173.72                  | 82.72%          |                      |               |
| 2  | 0        | 14     | 211.53                  | 100.73%         | 207.56               | 98.84%        |
|  |          |        | 206.50                  | 98.34%          |                      |               |
|  |          |        | 204.64                  | 97.45%          |                      |               |
| 3  | 0        | 28     | 247.32                  | 117.77%         | 248.80               | 118.47%       |
|  |          |        | 245.46                  | 116.88%         |                      |               |
|  |          |        | 253.61                  | 120.77%         |                      |               |
| ROTURA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE |          |        |                         |                 |                      |               |
| item                                     | % azufre | edad   | resistencia<br>(kg/cm2) | porcentaje<br>% | promedio<br>(kg/cm2) | promedio<br>% |
| 1  | 0.5      | 7      | 222.98                  | 106.18%         | 218.02               | 103.82%       |
|  |          |        | 217.04                  | 103.35%         |                      |               |
|  |          |        | 214.05                  | 101.93%         |                      |               |
| 2  | 1        |        | 236.54                  | 112.64%         | 237.78               | 113.23%       |
|  |          |        | 241.68                  | 115.09%         |                      |               |
|  |          |        | 235.11                  | 111.96%         |                      |               |
| 3  | 1.5      | 231.21 | 110.10%                 | 230.34          | 109.69%              |               |
|  |          | 230.21 | 109.62%                 |                 |                      |               |
|  |          | 229.60 | 109.34%                 |                 |                      |               |
| 1  | 0.5      | 14     | 254.72                  | 121.29%         | 257.35               | 122.55%       |
|  |          |        | 262.40                  | 124.95%         |                      |               |
|  |          |        | 254.94                  | 121.40%         |                      |               |
| 2  | 1        |        | 275.66                  | 131.27%         | 280.09               | 133.37%       |
|  |          |        | 281.70                  | 134.14%         |                      |               |
|  |          |        | 282.91                  | 134.72%         |                      |               |
| 3  | 1.5      | 271.46 | 129.27%                 | 270.09          | 128.62%              |               |
|  |          | 270.35 | 128.74%                 |                 |                      |               |
|  |          | 268.47 | 127.84%                 |                 |                      |               |
| 1  | 0.5      | 28     | 284.03                  | 135.25%         | 292.52               | 139.30%       |
|  |          |        | 295.06                  | 140.51%         |                      |               |
|  |          |        | 298.47                  | 142.13%         |                      |               |
| 2  | 1        |        | 303.91                  | 144.72%         | 311.32               | 148.25%       |
|  |          |        | 296.18                  | 141.04%         |                      |               |
|  |          |        | 333.86                  | 158.98%         |                      |               |
| 3  | 1.5      | 302.17 | 143.89%                 | 301.87          | 143.75%              |               |
|  |          | 300.38 | 143.04%                 |                 |                      |               |
|  |          | 303.07 | 144.32%                 |                 |                      |               |

Fuente: (Elaboración propia).

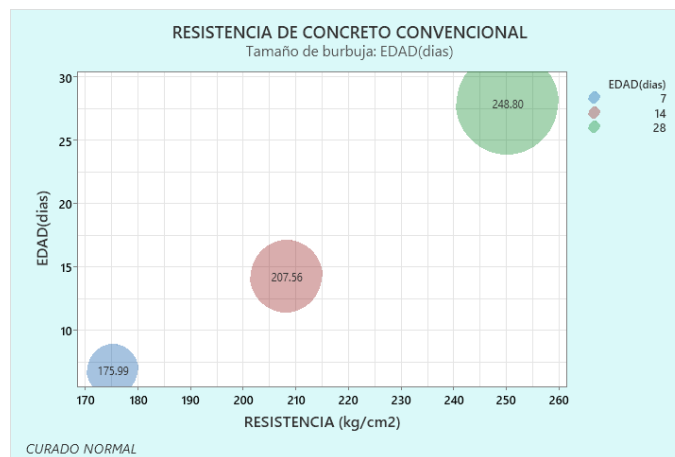
En la siguiente tabla 13 se muestra el resumen de promedios de muestras de concreto convenciones es decir la muestra patrón.

**Tabla 13.** Resumen del ensayo esfuerzo a compresión.

| rotura de concreto convencional -patron |          |      |                      |            |
|---|----------|------|----------------------|------------|
| item                                    | % azufre | edad | Resistencia promedio | porcentaje |
|   |          |      | (kg/cm2)             | %          |
| 1                                       | 0        | 7    | 175.99               | 83.81%     |
| 2                                       | 0        | 14   | 207.56               | 98.84%     |
| 3                                       | 0        | 28   | 248.80               | 118.47%    |

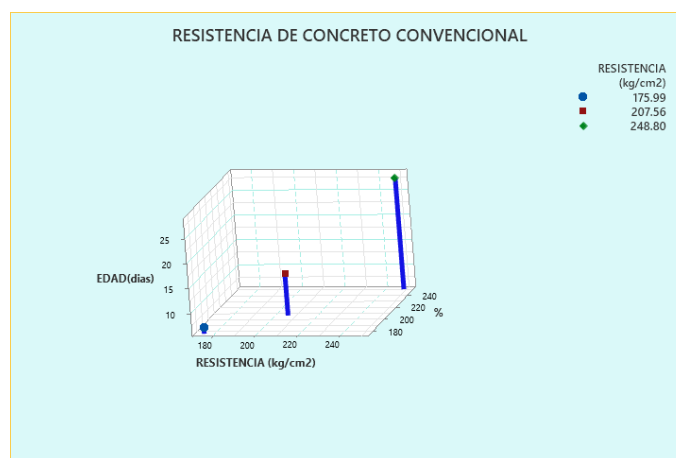
Fuente: (Elaboración propia).

En la figura 18 y 19 se observa el grafico de edad vs resistencia de promedio de 03 muestras de concreto convencional a distintos curados como son a 7, 14 y 28 días.



*Figura 18.* Resistencia a la compresión de concreto convencional.

Fuente: Propia



*Figura 19.* Resistencia a la compresión de concreto patrón en 3D.

Fuente: Propia

En la figura 20 y 21, se aprecia el resumen de especímenes de concreto con adición de azufre en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5% en curado normal de 7, 14 y 28 días.

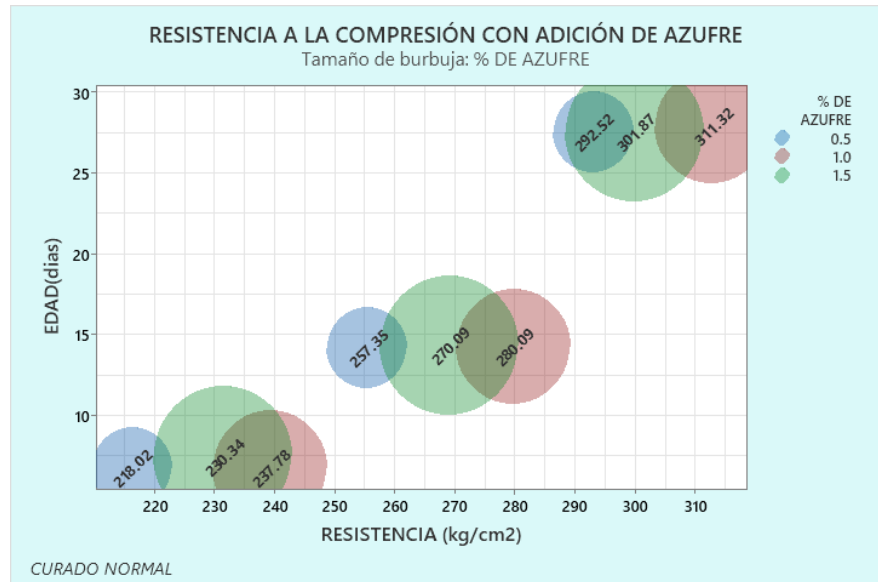


Figura 20. Resistencia a la compresión de concreto con adición de azufre.  
Fuente: Propia

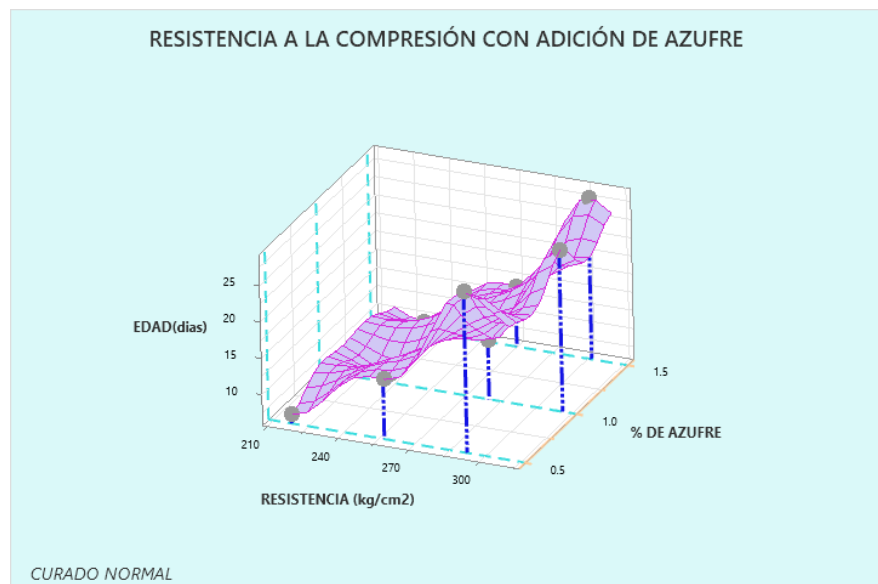


Figura 21. Resistencia a la compresión de concreto con adición de azufre 3D.  
Fuente: Propia

De la tabla 12 se obtienen los datos mostrados en la figura 22 y 23 se verifica los resultados de la resistencia a compresión del concreto patrón mas la adición de azufre en porcentajes de 0%, 0.5%, 1.0% y 1.5% curado en 7, 14 y 28 días.

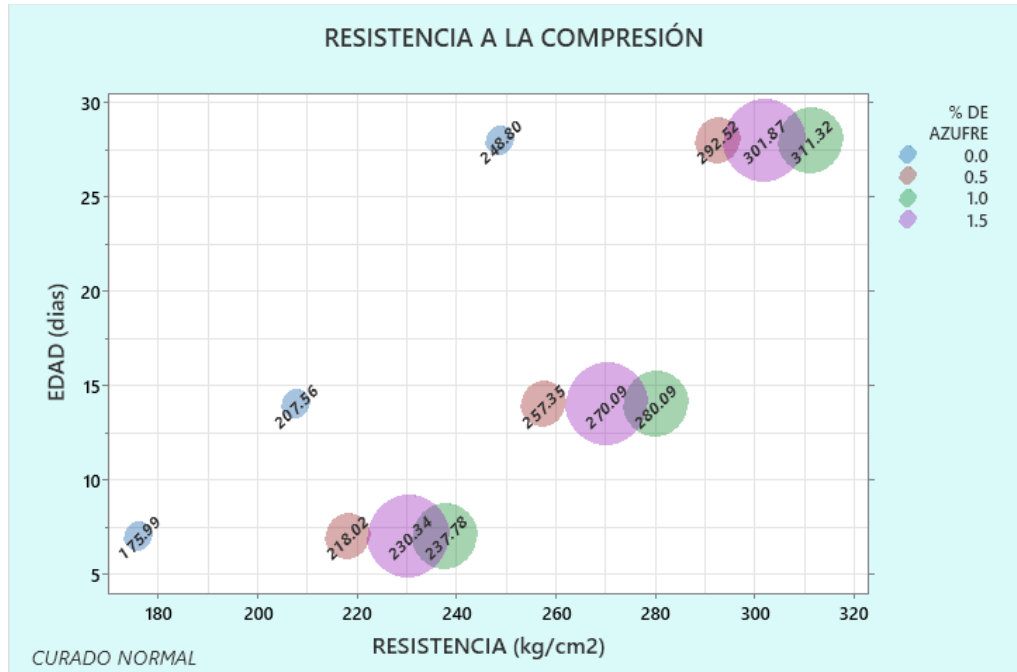


Figura 22. Resistencia a la compresión de concreto - curado normal.

Fuente: Propia



Figura 23. Resistencia a la compresión de concreto -curado normal 3D.

Fuente: Propia

**b. Concreto con adición de azufre - resistencia a la corrosión.**

En la tabla 14 se obtienen los resultados del ensayo a compresión a corrosión con adición de azufre.

**Tabla 14.** Resultados del ensayo esfuerzo a compresión – corrosión.

| ROTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL -PATRÓN  |          |        |                       |            |                       |          |
|--|----------|--------|-----------------------|------------|-----------------------|----------|
| ítem                                     | % azufre | edad   | resistencia           | porcentaje | promedio              | promedio |
|  |          |        | (kg/cm <sup>2</sup> ) | %          | (kg/cm <sup>2</sup> ) | %        |
| 1  | 0        | 20     | 222.60                | 106.00%    | 217.68                | 103.66%  |
|  |          |        | 216.44                | 103.07%    |                       |          |
|  |          |        | 214.00                | 101.90%    |                       |          |
| 2  | 0        | 28     | 243.27                | 115.84%    | 245.97                | 117.13%  |
|  |          |        | 242.23                | 115.35%    |                       |          |
|  |          |        | 252.40                | 120.19%    |                       |          |
| 3  | 0        | 40     | 284.20                | 135.33%    | 266.63                | 126.97%  |
|  |          |        | 255.68                | 121.75%    |                       |          |
|  |          |        | 260.01                | 123.81%    |                       |          |
| ROTURA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE |          |        |                       |            |                       |          |
| ítem                                     | % azufre | edad   | resistencia           | porcentaje | promedio              | promedio |
|  |          |        | (kg/cm <sup>2</sup> ) | %          | (kg/cm <sup>2</sup> ) | %        |
| 1  | 0.5      | 20     | 246.78                | 117.51%    | 249.93                | 119.01%  |
|  |          |        | 252.24                | 120.12%    |                       |          |
|  |          |        | 250.76                | 119.41%    |                       |          |
| 2  | 1        |        | 281.90                | 134.24%    | 282.52                | 134.53%  |
|  |          |        | 279.37                | 133.04%    |                       |          |
|  |          |        | 286.28                | 136.32%    |                       |          |
| 3  | 1.5      |        | 282.12                | 134.34%    | 281.71                | 134.15%  |
|  |          |        | 286.30                | 136.33%    |                       |          |
|  |          |        | 276.71                | 131.76%    |                       |          |
| 1  | 0.5      | 297.43 | 141.63%               | 291.45     | 138.78%               |          |
|  |          | 292.47 | 139.27%               |            |                       |          |
|  |          | 284.44 | 135.45%               |            |                       |          |
| 2  | 1        | 318.66 | 151.74%               | 297.74     | 141.78%               |          |
|  |          | 290.45 | 138.31%               |            |                       |          |
|  |          | 284.12 | 135.30%               |            |                       |          |
| 3  | 1.5      | 303.32 | 144.44%               | 308.99     | 147.14%               |          |
|  |          | 317.83 | 151.35%               |            |                       |          |
|  |          | 305.83 | 145.63%               |            |                       |          |
| 1  | 0.5      | 305.66 | 145.55%               | 311.25     | 148.21%               |          |
|  |          | 313.93 | 149.49%               |            |                       |          |
|  |          | 314.16 | 149.60%               |            |                       |          |
| 2  | 1        | 348.19 | 165.80%               | 336.25     | 160.12%               |          |
|  |          | 330.51 | 157.39%               |            |                       |          |
|  |          | 330.05 | 157.17%               |            |                       |          |
| 3  | 1.5      | 322.41 | 153.53%               | 315.50     | 150.24%               |          |
|  |          | 316.33 | 150.63%               |            |                       |          |
|  |          | 307.76 | 146.55%               |            |                       |          |

Fuente: (Elaboración propia).

De la tabla 14 se indica que los curados se realizaron en inmersión a solución de cloruro de sodio a edades de 20, 28 y 40 días expuesto a medio salino.

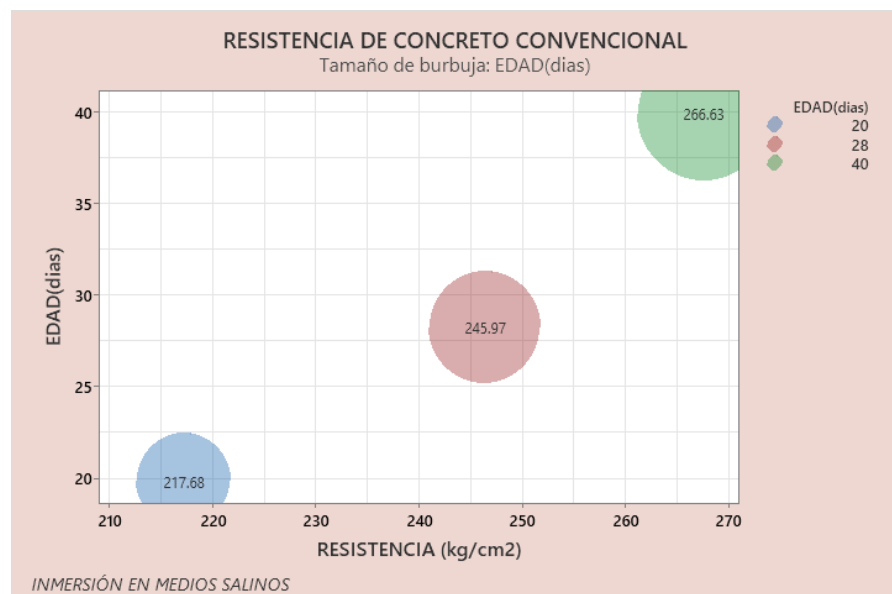
En la siguiente tabla 15 se muestra el resumen de promedios de muestras de concreto convencionales es decir la muestra patrón con curado o inmersión en medios salinos (sal).

**Tabla 15.** Resumen del ensayo esfuerzo a compresión- corrosión.

| rotura de concreto convencional -patrón |          |      |  |              |
|---|----------|------|--|--------------|
| item                                    | % azufre | edad | Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) | porcentaje % |
| 1                                       | 0        | 20   | 217.68                                     | 103.66%      |
| 2                                       | 0        | 28   | 245.97                                     | 117.13%      |
| 3                                       | 0        | 40   | 266.63                                     | 126.97%      |

Fuente: (Elaboración propia).

En la figura 24 y 25 se observa el grafico de edad vs resistencia de promedio de 03 muestras de concreto convencional a distintos curados como son a 20, 28 y 40 días.



**Figura 24.** Resistencia a la compresión de concreto convencional.

Fuente: Propia



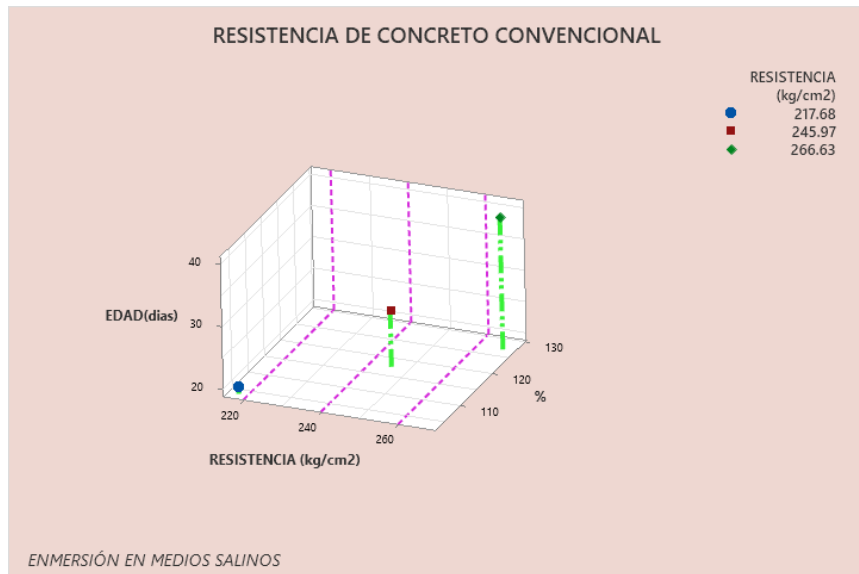


Figura 25. Resistencia a la compresión de concreto patrón en 3D.

Fuente: Propia

En la figura 26 y 27, se aprecia el resumen de especímenes de concreto con adición de azufre en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5% en inmersión a medios salinos de 20,28 y 40 días.

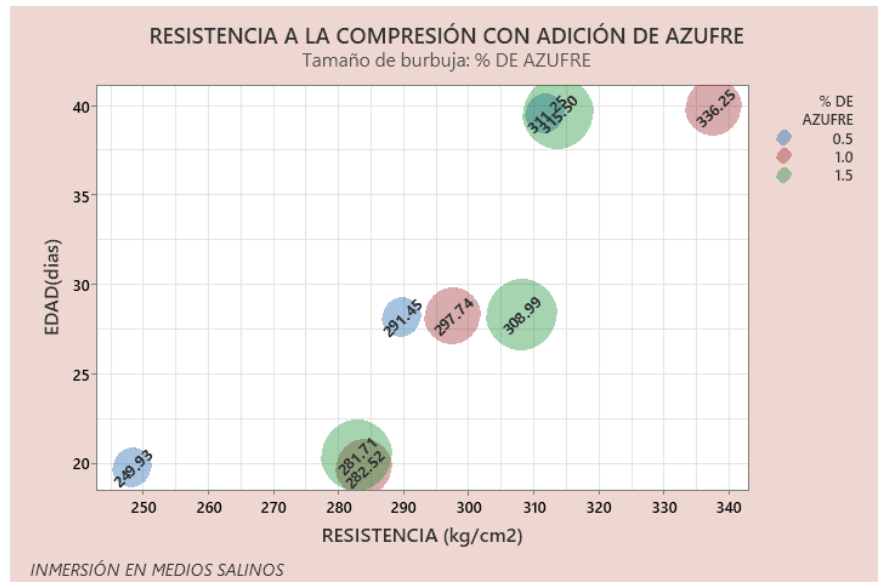


Figura 26. Resistencia a la compresión de concreto con adición de azufre.

Fuente: Propia

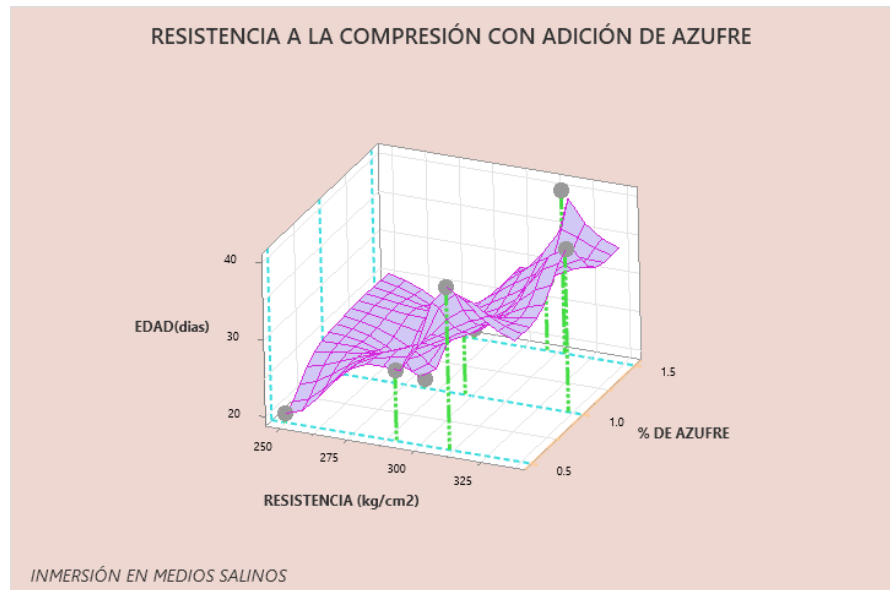


Figura 27. Resistencia a la compresión de concreto con adición de azufre 3D.  
Fuente: Propia

De la tabla 14 se obtienen los promedios de las resistencias mostrados en la figura 28 y 29 se verifica los resultados de la resistencia a compresión del concreto patrón más la adición de azufre en porcentajes de 0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%, inmersión en medios salinos 20, 28 y 40 días.

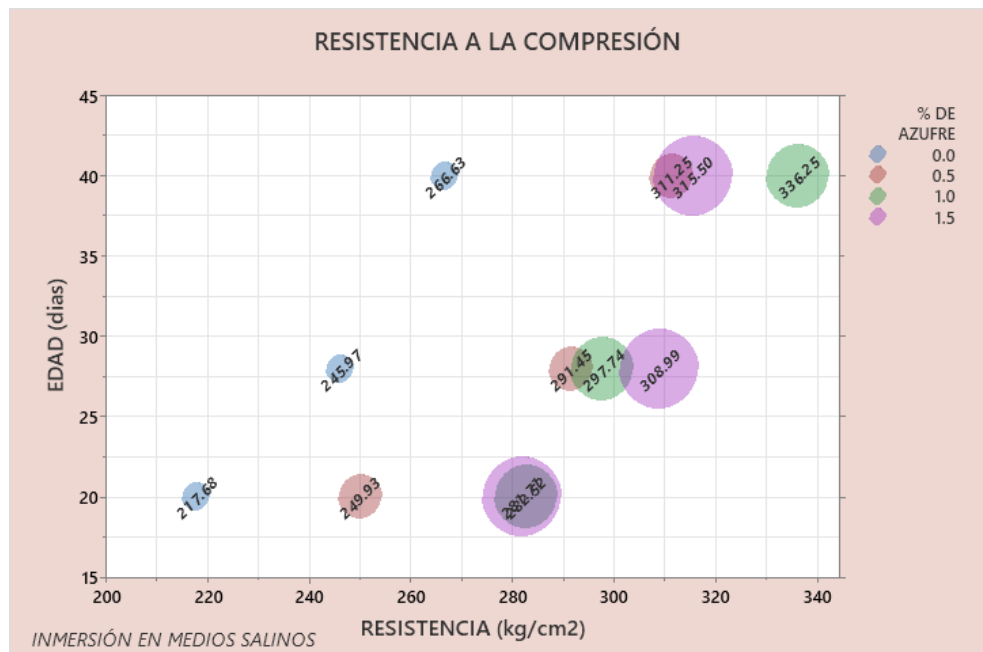


Figura 28. Resistencia a la compresión de concreta- inmersión en sal.  
Fuente: Propia

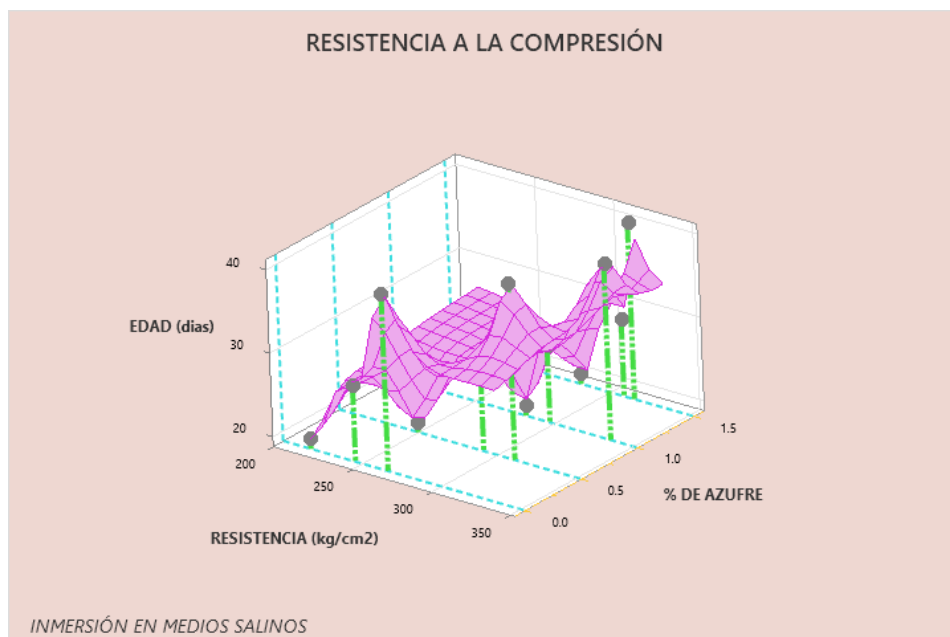


Figura 29. Resistencia a la compresión de concreto -inmersión en sal 3D.

Fuente: Propia

En la tabla 16 se muestra una comparación de curado normal y en medio salino, se muestra promedios de los ensayos obtenidos.

**Tabla 16.** Resumen del ensayo esfuerzo a compresión

| ROTURA DE CONCRETO A LOS 28 DIAS DE EDAD |             |  |                       |
|--|-------------|--|-----------------------|
| TIPO DE CURADO                           | % DE AZUFRE | RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE PROMEDIO % |
| NORMAL                                   | 0           | 248.8                                      | 118.47                |
|  | 0.5         | 292.52                                     | 139.3                 |
|  | 1.0         | 311.32                                     | 148.25                |
|  | 1.5         | 301.87                                     | 143.75                |
| CON SAL                                  | 0           | 245.97                                     | 117.13                |
|  | 0.5         | 291.45                                     | 138.78                |
|  | 1.0         | 297.74                                     | 141.78                |
|  | 1.5         | 308.99                                     | 147.14                |

Fuente: (Elaboración propia).

Así mismo se muestra en la figura 30 las resistencias versus el porcentaje de adición de azufre a una edad de curado de 28 días.

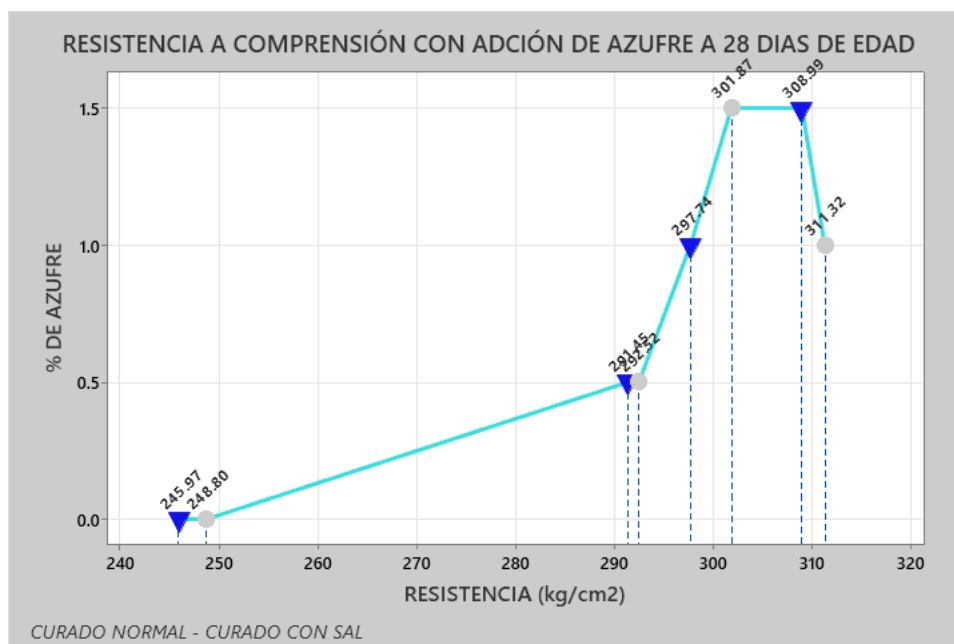


Figura 30. Resistencia a la compresión - adición de azufre a 28 días de edad.

Fuente: Propia

### 4.3. Contrastación de hipótesis.

Según (HERNANDEZ Sampieri, et al, 2018), es una de las herramientas del investigador para obtener la información a través de un análisis estadístico de los datos obtenidos para luego ser interpretadas es decir serán afirmaciones conjeturales sobre la relación de una o dos variables que se producen como posibles respuestas y probar si son ciertos en un contexto.

#### ✓ Formulación de hipótesis.

Son proposiciones del investigador sobre la cual hay que emitir un juicio de valor, que puede ser verdadera o falsa Según (HERNANDEZ Sampieri, et al, 2018).

Según (CALDUCH, Rafael, 2014) afirma, son respuestas que se infieren como las adecuadas para la solución de una problema de investigación.

H<sub>0</sub>: Hipótesis nula, es el reverso de las hipótesis plantadas por el investigador, y es por ello que se rechaza o se acepta.

H<sub>1</sub>: Hipótesis alternativa, son posibilidades alternas y es lo que plantea el investigador y lo que se desea demostrar a través de la investigación

✓ **Nivel de significancia**

Son las probabilidades de la inexactitud del investigador y es propicio asumir al rechazar la hipótesis nula, será tolerado en la interpretación de resultados. Según (SANCHEZ, Carlessi, Hugo, et al, 2018).

Para investigaciones referidas a ingeniería es recomendable un 5% de nivel de significancia, es decir para la presente investigación se dato.

✓ **Nivel de confiabilidad**

Según (SANCHEZ, Carlessi, Hugo, et al, 2018). Es la probabilidad que el parámetro a valorar se encuentre en la extensión de confianza, es decir el nivel de confianza denotado por (p) se otorga mediante  $1-\alpha$ .

Los niveles de confianza más usados son:90%, 95% y 99%.

✓ **Lectura del p valor**

Es conocido como el p-valor, es la probabilidad de conseguir un valor al menos tan extremo como el que realmente se ha obtenido, es decir el valor estadístico obtenido o calculado.

✓ **Estadístico de prueba**

Es la medida que describe una muestra.

✓ **Toma de decisiones**

La toma de decisión se realiza en base al p-valor y al nivel de significancia.

**1.6.1. Contrastación de la hipótesis secundario N°1.**

Una adición del 1% de azufre mejora la resistencia a compresión del concreto en medios salinos.

❖ **Prueba de hipótesis con 1.0 % de adición de azufre al concreto.**

- Formulación de hipótesis.

$H_0: \mu_e = 248.80 \text{ kg/cm}^2$ . Una adición del 1% de azufre no mejora resistencia a compresión del concreto en medios salinos.

$H_1: \mu_e > 248.80 \text{ kg/cm}^2$ . Una adición del 1% de azufre mejora la resistencia a compresión del concreto en medios salinos.

- Cálculo del t calculado.

Para esto se requiere el cálculo de la media y la desviación estándar de GE (grupo experimental) y el GC (grupo control). se muestra en la figura 31.

| Estadísticas descriptivas |   |        |           |                            |
|---------------------------|---|--------|-----------|----------------------------|
| Muestra                   | N | Media  | Desv.Est. | Error estándar de la media |
| ADICIÓN DEL 1.0%          | 3 | 311.3  | 19.9      | 11                         |
| CONCRETO CONVENCIONAL     | 3 | 248.80 | 4.27      | 2.5                        |

Figura 31. Media y desviación estándar de patrón y adición de azufre.

Fuente: Propia

Teniendo los datos se aplica la fórmula de t.

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} \times \sqrt{\frac{n_1 n_2 gl}{n_1 + n_2}}$$

donde:

$\mu_1, \mu_2$  = media de la muestra.

$n_1, n_2$  = número de muestra.

$s_1, s_2$  = desviación estándar.

$gl$  = grado de libertad

$$t = 5.32$$

En la figura 32 se muestra el t calculado, en donde representa en forma gráfica la distribución de t.

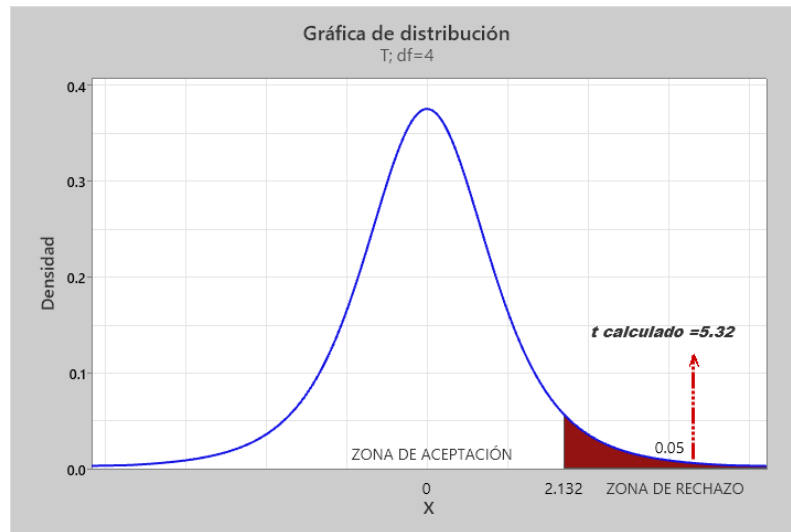


Figura 32. "t" calculado con adición de azufre del 1%.

Fuente: Propia

- Interpretación del p-valor.

En la figura 33 se observa el resultado de p-valor se calculo mediante el software minitab, nos sirve para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

| <b>Prueba</b>     |                          |                |
|-------------------|--------------------------|----------------|
| Hipótesis nula    | $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ |                |
| Hipótesis alterna | $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$ |                |
| <u>Valor T</u>    | <u>GL</u>                | <u>Valor p</u> |
| 5.32              | 2                        | 0.017          |

Figura 33. P-valor con adición de azufre del 1%.

Fuente: Propia

Para la contrastación de hipótesis se debe utilizar un valor de p-valor, entonces:

p-valor > nivel de significancia → se acepta la  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

p-valor < nivel de significancia → se rechaza la  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

Dónde: nivel de significancia =0.05

Para adición de azufre del 1% con curado normal:

$$0.017 < 0.05$$

Esto nos indica que el p-valor es menor que el valor de significancia. Es así que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

- Toma de decisión.

En este punto aceptamos la hipótesis alternativa, por consiguiente, la adición del 1% de azufre mejora la resistencia a compresión de 311.32 kg/cm<sup>2</sup> del concreto en medios salinos.

### 1.6.2. Contratación de la hipótesis secundario N°2.

Una adición del 1% de azufre mejora la resistencia a corrosión del concreto en medios salinos.

#### ❖ Prueba de hipótesis con 1.0 % de adición de azufre al concreto.

- Formulación de hipótesis.

$H_0$ :  $\mu_e = 266.6$  kg/cm<sup>2</sup>. Una adición del 1% de azufre no mejora resistencia a corrosión del concreto en medios salinos.

$H_1$ :  $\mu_e > 266.6$  kg/cm<sup>2</sup> Una adición del 1% de azufre mejora la resistencia a corrosión del concreto en medios salinos.

- Cálculo del t calculado.

Para esto se requiere el cálculo de la media y la desviación estándar de GE (grupo experimental) y el GC (grupo control). se muestra en la figura 34.

| Estadísticas descriptivas |   |       |           |                            |
|---------------------------|---|-------|-----------|----------------------------|
| Muestra                   | N | Media | Desv.Est. | Error estándar de la media |
| ADICIÓN DEL 1.0%          | 3 | 336.3 | 10.3      | 6.0                        |
| CONCRETO CONVENCIONAL     | 3 | 266.6 | 15.4      | 8.9                        |

Figura 34. Media y desviación estándar de patrón y adición de azufre.

Fuente: Propia



Teniendo los datos se aplica la fórmula de t.

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} \times \sqrt{\frac{n_1 n_2 gl}{n_1 + n_2}}$$

dónde:

$\mu_1, \mu_2$  = media

$n_1, n_2$  = número de muestra

$s_1, s_2$  = desviación estándar

$gl$  = grado de libertad

$$t = 6.51$$

En la figura 35 se muestra el t calculado, en donde representa en forma gráfica la distribución de t.

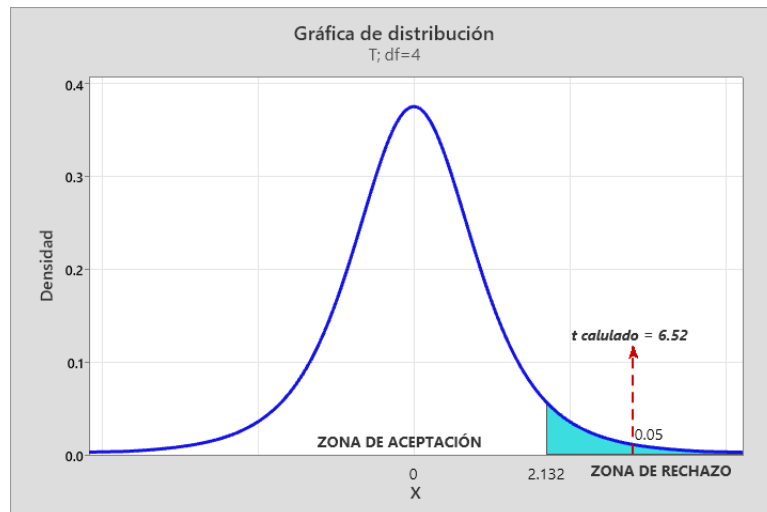


Figura 35. "t" calculado con adición de azufre del 1%-corrosión.

Fuente: Propia

- Interpretación del p-valor.

En la figura 36 se observa el resultado de p-valor se calculó mediante el software minitab, nos sirve para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

| <b>Prueba</b>     |                          |                |
|-------------------|--------------------------|----------------|
| Hipótesis nula    | $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ |                |
| Hipótesis alterna | $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$ |                |
| <u>Valor T</u>    | <u>GL</u>                | <u>Valor p</u> |
| 6.51              | 3                        | 0.004          |

Figura 36. P-valor con adición de azufre del 1%-corrosión.

Fuente: Propia

Para la contrastación de hipótesis se debe utilizar un valor de p-valor, entonces:

p-valor > nivel de significancia → se acepta la  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

p-valor < nivel de significancia → se rechaza la  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

Donde: nivel de significancia = 0.05

Para adición de azufre del 1% -corrosión inmersión a medio salino:

$$0.004 < 0.05$$

Esto nos indica que el p-valor es menor que el valor de significancia. Es así que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

- Toma de decisión.

En este punto aceptamos la hipótesis alternativa, por consiguiente, la adición de azufre de 1% mejora la resistencia a corrosión de 336.25 kg/cm<sup>2</sup> del concreto en medios salinos.

### 1.6.3. Contrastación de la hipótesis secundario N°3.

Un tiempo de inmersión del concreto con azufre en 28 días disminuye la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos.

#### ❖ Prueba de hipótesis con 1.0 % de adición de azufre al concreto y 28 días de inmersión a medio salino.

- Formulación de hipótesis.

$H_0: \mu_1 < 311.3 \text{ kg/cm}^2$ . Un tiempo de inmersión del concreto con azufre en 28 días disminuye la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos.

$H_1: \mu_1 > 311.3 \text{ kg/cm}^2$ . Un tiempo de inmersión del concreto con azufre en 28 días no disminuye la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos.

- Cálculo del t calculado.

Para esto se requiere el cálculo de la media y la desviación estándar de muestra 1 y la muestra 2, se muestra en la figura 37.

| Estadísticas descriptivas     |   |       |           |                            |
|-------------------------------|---|-------|-----------|----------------------------|
| Muestra                       | N | Media | Desv.Est. | Error estándar de la media |
| RESISTENCIA-INMERSIÓN CON SAL | 3 | 297.7 | 18.4      | 11                         |
| RESISTENCIA-CURADO NORMAL     | 3 | 311.3 | 19.9      | 11                         |

Figura 37. Media y desviación estándar de concreto con adición de azufre.

Fuente: Propia

Teniendo los datos se aplica la fórmula de t.

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} \times \sqrt{\frac{n_1 n_2 g l}{n_1 + n_2}}$$

dónde:

$\mu_1, \mu_2$  = media de la muestra.

$n_1, n_2$  = número de muestra.

$s_1, s_2$  = desviación estándar.

$gl$  = grado de libertad.

$$t = -0.87$$

En la figura 38 se muestra el t calculado, en donde representa en forma gráfica la distribución de t.

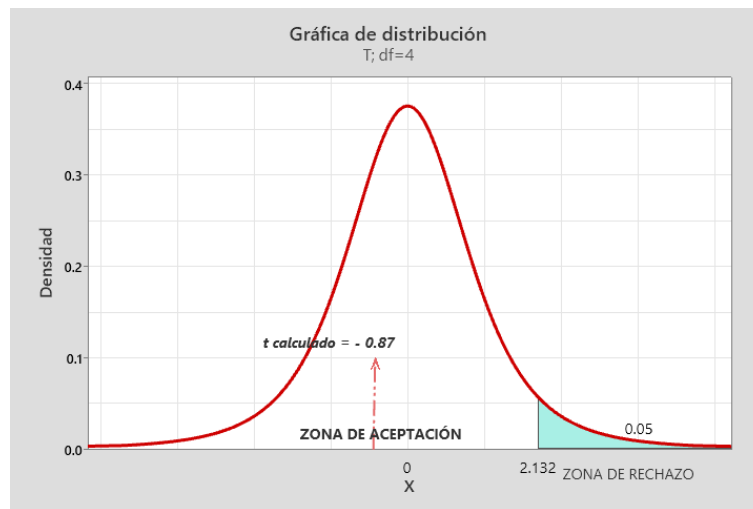


Figura 38. "t" calculado con adición de azufre del 1%-28 días de edad.

Fuente: Propia

- Interpretación del p-valor.

En la figura 39 se observa el resultado de p-valor se calculó mediante el software minitab, nos sirve para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

| <b>Prueba</b>     |                          |                |
|-------------------|--------------------------|----------------|
| Hipótesis nula    | $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ |                |
| Hipótesis alterna | $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$ |                |
| <b>Valor T</b>    | <b>GL</b>                | <b>Valor p</b> |
| -0.87             | 3                        | 0.775          |

Figura 36. P-valor con adición de azufre del 1%-28 días de edad.

Fuente: Propia

Para la contrastación de hipótesis se debe utilizar un valor de p-valor, entonces:

p-valor > nivel de significancia → se acepta la  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

p-valor < nivel de significancia → se rechaza la  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

Donde: nivel de significancia = 0.05

Para adición de azufre del 1% -. 28 días de inmersión a medio salino:

$$0.775 < 0.05$$

Esto nos indica que el p-valor es mayor que el valor de significancia. Es así que se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ).

- Toma de decisión.

En este punto aceptamos la hipótesis nula, por consiguiente, el tiempo de inmersión es de 28 días del concreto con azufre disminuye la resistencia a compresión de 297.74 kg/cm<sup>2</sup> por acción de la corrosión en medios salinos.

## **V. DISCUSIÓN.**

### **5.1. Discusión general.**

A partir de los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis alternativa general que establece los resultados respecto al mejoramiento de la resistencia al adicionarle azufre en distintos porcentajes siendo 31.13 Mpa y guardan relación los (ALBERTO, Carlos., 2018), en su investigación Caracterización de Pasta de Mortero a Base de Azufre no Modificado para Aplicaciones Industriales, con concluye 29.60 Mpa el promedio de 16 muestras y 30.78 MPa de un valor de 90 probetas con adición de azufre, así también (HERNANDEZ Zamora, Mariela, ZUTA Perez, María J., 2019); en su investigación “Evaluación de mezcla de concreto con adición de azufre, para mejorar el esfuerzo a la compresión en la localidad de Calzada, Moyobamba 2019”, evaluando 63 probetas y dando como resultado 39.3 Mpa siendo estos acorde con lo que esta investigación demostró.

### **5.2. Discusión específica 1.**

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la proporción óptima de azufre que genera mejores resultados a la resistencia a compresión del concreto, en la cual se analizó 18 probetas de concreto con adición de azufre en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5% dando como mejor resultado del 1% un promedio de 311.32kg/cm<sup>2</sup> a una edad de 28 días, así también (HERNANDEZ Zamora, Mariela, ZUTA Pérez, María J., 2019); realizando su ensayo a proporciones de 1%, 3% y 5% un total de 36 probetas y dándole como resultado 384.97 kg/cm<sup>2</sup> y según ALBERTO, Carlos., 2018), en su investigación Caracterización de Pasta de Mortero a Base de Azufre no Modificado para Aplicaciones Industriales, utilizo un porcentaje de azufre de 65% para la elaboración de 90 probetas dándole como resultado 290.60kg/cm<sup>2</sup> siendo estos acorde con lo que esta investigación demostró.

### **5.3. Discusión específica 2.**

El objetivo fue saber cuál es la proporción óptima de azufre que mejora la resistencia a corrosión del concreto al realizar el análisis es decir las muestras fueron sometidas a inmersión de agua más sal al realizar el ensayo incrementa la resistencia con el de control que sería la muestra del patrón a

porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%, el que dio mejor resultado fue del 1% dando como resultado 336.25 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **5.4. Discusión específica 3.**

El objetivo fue estimar el tiempo de inmersión del concreto con azufre genera una deducción de la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos, los mismos se realizaron con los porcentajes de adición como es de 0.5%, 1.0% y 1.5% y se realizó la inmersión a la posa de curado añadiéndole sal para ver cuánto es el deterioro de esas probetas o en este caso redujo la resistencia a la compresión.

## **VI. CONCLUSIONES.**

### **6.1. Conclusión general.**

En este trabajo de investigación se mejoró la resistencia a compresión y corrosión del concreto en medios salinos por medio la adición de azufre, así mismo influye positivamente para generar un nuevo diseño de mezclas con adición de azufre y resistencia optimas a tempranas edades de curado que nos servirá para la elaboración de cualquier concreto de una estructura.

### **6.2. Conclusión específica 1.**

Se determino la proporción optima de azufre de 0.5%, 1.0% y 1.5% siendo de 1.0% la que genera mejores resultados a la resistencia a compresión del concreto en medios salinos, es decir se realizó un diseño de mezclas con una resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con agregados de la planta chancadora Jeservi provenientes de la cantera Yocara, la valoración fue a los 28 días de fraguado del concreto logrando una resistencia promedio de  $f'c=311.32 \text{ kg/cm}^2$  con adición de azufre del 1%, por otro lado la proporción de 0.5% logro  $f'c=292.52 \text{ kg/cm}^2$  así también con 1.5% logrando  $f'c=301.87 \text{ kg/cm}^2$ . De lo anterior se concluye que la proporción optima es de 1% con un curado normal o artesanal.

### **6.3. Conclusión específica 2.**

Se contrasto la proporción optima de azufre de 0.5%, 1.0% y 1.5% siendo de 1.0% que genera mejor resistencia a corrosión del concreto en medios salinos, es decir se sometió a las muestras a una inmersión de solución cloruro de sodio (sal) a los 40 días se obtuvo una resistencia promedio de  $f'c=336.25 \text{ kg/cm}^2$  con adición de azufre del 1.0%, por otro lado, con 0.5% se obtuvo  $f'c=311.25 \text{ kg/cm}^2$  y con 1.5% se logró  $f'c=315.5 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyendo que con proporción de 1% de azufre contrarresta la desintegración del concreto.



#### **6.4. Conclusión específica 3.**

Se estimó el tiempo de inmersión del concreto con azufre de 20, 28 y 40 días respectivamente que genera una deducción de la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos, para lo cual se realizó la comparación con dos muestras como es de adición de azufre del 1% a 28 días de edad con  $f'c=311.32 \text{ kg/cm}^2$  y la misma de inmersión de solución cloruro de sodio (sal) a los 28 días de edad con  $f'c=297.74 \text{ kg/cm}^2$  dando como resultado la diferencia de  $f'c=13.58 \text{ kg/cm}^2$ , se concluye que hay una deducción de la resistencia a los 28 días de edad.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda el uso de azufre como adición a la mezcla de concreto para obras civiles.

Se recomienda antes de iniciar con la fabricación de la mezcla, realizar la unión de cemento más azufre.

Se recomienda realizar en futuras investigaciones de la adición de azufre, verificando la permeabilidad y durabilidad del concreto adicionado con azufre de 1% afectando a la cantidad de cemento.

Se recomienda utilizar este tipo de concreto con adición de azufre en medios salinos, es decir donde el concreto este expuesto a ataques de sales ya que contrarresta la desintegración, cristalización del concreto.

## REFERENCIAS

MALHOTRA, V., M., et al., "Development of high Strength Concrete at Early Ages Using A Sulphur Infiltration Technique" Mines Branch Internal Report NPI (A) 74-14, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canada, sep. 1974. pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3wgyhSt>.

ALBERTO Vargas, Carlos. Caracterización de una Mezcla de Mortero a Base de Azufre no Modificado (MBA) Para Aplicaciones Industriales. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad del Norte, Facultad de Ingeniería, 2018. 148 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3KXSxMC>

Redón Díaz Luis Emilio. REVISTA ciencia [en línea]. Mexico: Comunicaciones libres, 2015 [fecha de consulta: 10 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/367Ocb6>

McBee, William C., I Sullivan, Thomas A., Fike .H. L., Sulfur Construction Materials, Bulletin 678., (United States. Berau of Mines) , 1985

Disponible en: <https://bit.ly/3lgjc5O>

GRABOWSKI, Lukasz, GLINIAK, Maciej y POLEK, Daria. *Possibilities of use of waste sulfur for the production of technical concrete*, Poland: (published by EDP Sciences)., 18 (1): 1-2,2017.

Disponible en: <https://bit.ly/3qjRzT4>

LONDOÑO Elizabeth., lo que debes saber sobre el ataque de sulfato en el concreto, Colombia 2022.

Disponible en: <https://bit.ly/3PpBZiU>

DUGARTE, Margareth., MARTINEZ, Gilberto y TORRES, Jaime. Experimental Evaluation of Modified Sulfur Concrete for Achieving Sustainability in Industry Applications. Colombia, Sustainability, 2019. (17,70)

Disponible en: <https://bit.ly/3JkFnZT>

SOSA, Miguel R. et al. Estudio del Deterioro de Especímenes de Concreto Armado Expuestas a 300 m de la Costa de Campeche, México. Revista CENIC, vol 46., 23 de noviembre 2015. [fecha de consulta: 10 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3Jrn9pH>

- RODRÍGUEZ Rueda, Diego F. Influencia del Tipo de Refrentado en Ensayos de Compresión Axial de Cilindros de Concreto de Alta Resistencia. Tesis (Magister en Construcción) Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Artes, Maestría en Construcción.2018. 88pp.  
Disponible en: <https://bit.ly/3KVU9GX>
- SALINAS Martínez, Juan R. Inhibidores de Corrosión para Protección de Infraestructura y Transporte Vehicular Expuestas a Sales Anticongelantes. Tesis (Doctor en Ciencias) Mexicali, México: Instituto De Ingeniería Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería. 2019. 148pp.  
Disponible en: <https://bit.ly/3JminJY>
- FONDO EDITORIAL Universidad Cesar Vallejo, referencias estilo ISO 690 y 690-2 adaptación de la norma de la international organization for standardization (ISO), Lima Perú: fondo editorial UCV 2017. 34p.  
Disponible en: <https://bit.ly/3cewp4R>
- HERNADEZ Zamora, Mariela., ZUTA Pérez, María J., Evaluación de mezcla de concreto con adición de azufre, para mejorar el esfuerzo a la compresión, Calzada-2019. Tesis (Título profesional) Moyobamba, San Martin: Universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería, 2019.127pp.  
Disponible en: <https://bit.ly/3CXcf8v>
- HUAQUISTO, Samuel, BELIZARIO, German. Utilización de la Ceniza Volante en la Dosificación del Concreto como Sustituto del Cemento. Revista de Investigaciones Altoandinas [en línea]. Vol 20. N°02. [fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].  
Disponible en: <https://bit.ly/3tpxIJB>  
ISSN: 2306-8582
- GALAN Fiestas, Mary I., NIETO Jaimes, Marco A., Propuesta de mejora de la permeabilidad del concreto expuesto a sulfatos mediante el uso de los nanotubos de carbono para obras portuarias, en la provincia constitucional del Callao, Perú. Tesis (título profesional) Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada, Facultad de Ingeniería, 2021. 101pp.  
Disponible en: <https://bit.ly/3KZO9gh>
- HUAYPAYA Tenazoa, Diego A., VALDIVIA Farromeque, Joffrey I. Uso de Vidrio Reciclado como Adición en la Elaboración de Concreto  $F'c=315$  Kg/Cm<sup>2</sup> para

- Obras. Tesis (título profesional) Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada, Facultad de Ingeniería 2019. 100 pp.  
Disponible en: <https://bit.ly/3tpyE3>
- JULON Zambrano, Neiser A., MARCAÑAUPA Quispe, Elvis S. Mejoramiento de la resistencia a compresión y flexión de concreto sostenible a elevadas temperaturas, con adición de cenizas puzolánicas. Tesis (grado de bachiller) Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada, Facultad de Ingeniería 2021. 25 pp.  
Disponible en: <https://bit.ly/3ug6GOA>
- Servicio Nacional de capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), Propuesta de Norma E.060 Concreto Armado, Lima Perú: 2019. 13pp  
Disponible en: <https://bit.ly/3AK6ax8>
- NATIONAL GEOGRAPHIC, Azufre (S). Propiedades químicas del Azufre de la tabla periódica, [en línea]. Hector Rodriguez, 2022, [Fecha de consulta: 19 de marzo de 2022].  
Disponible en: <https://bit.ly/3axDSvo>
- Robert E., LOOV, Alan H., Vroom y Michael A.,Ward. Sulfur Concrete-a New Construction Material. Precast/Prestressed Concrete Institute [en línea].1974 Vol.19, n.p 86-95. [Fecha de consulta: 14 de marzo de 2022].  
Disponible en: <https://bit.ly/3KUcCU4>
- Payne, C. R., Duecker, W. W., "Chemical Resistance of Sulphur Cements", Transactions of the American Institute of Chemical Engineers, Vol. 36, No. 1 febrero 25 de 1940, pag. 91-111.
- ABDEL Mohsen, Mohamed, EL GAMAL, Maisa, Sulfur Concrete for the Construction Industry: A Sustainable Development Approach, [en línea]. J. Ross Publishing; Illustrated edición 1 Julio 2010, [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
ISBN: 9781604270051  
Disponible en: <https://bit.ly/3tJMbLn>
- LUDWING Allen C. Técnicas de Superficies Ligantes a Base de Azufre [en línea]. 1.a ed. U.S.A: San Antonio Texas, 1975 [fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
Disponible en: <https://bit.ly/3lyPyua>

- FEDIUK, Roman; MUGAHED, Amran; DANISH, Aamar. [et al]. PMC PubMed Central [en línea]. Octubre 2020, [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2022].  
Disponibile en: <https://bit.ly/3aAdwZz>
- METHA, Kumar, MONTEIRO, Paulo. Concreto Estructura, Propiedades y Materiales. [en línea]. 1ra edición Universidad de California, Berkeley. Imcyc 27 de agosto de 1998. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
ISBN: 9684640838  
Disponibile en: <https://bit.ly/3qAV9II>
- VNIIGAZ Gazprom. [en línea]. Rusia, Instituto de Investigación Científica de Gases Naturales y Tecnologías de Gas 2019. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
Disponibile en: <https://bit.ly/3Pjd6Fu>
- ACI Committee, 201.2R-16 Guide to Durable Concrete. 2016. p84.  
Disponibile en: <https://bit.ly/3z0de7M>
- SILVA Javier Omar., durabilidad del concreto: definiendo la frase, Colombia 2021.  
Disponibile en: <https://bit.ly/3o0JIze>
- BORJA Suarez, Manuel. Metodología de investigación científica para ingenieros. [en línea]. Chiclayo, 2016. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
Disponibile en: <https://bit.ly/35hXUHy>
- TUPAYACHI Marmanillo Carlos. Durabilidad del Concreto. [en línea]. Lima, 2017. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
Disponibile en: <https://bit.ly/3LhJ9DK>
- TRIGOSO Jorge Luis. Patologías del concreto. Yura S.A. [en línea]. Arequipa, 2018. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
Disponibile en: <https://bit.ly/3LrZKVM>
- HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos, BAPTISTA Lucio Pilar. Metodología de la investigación. [en línea]. 6ta edición, México D.F. mcgraw-hill / interamericana editores, S.A. de C.V. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
ISBN: 9781456223960  
Disponibile en: <https://bit.ly/3Lnp0wl>

- GRANADOS Perico Néstor R., GALARZA Elvia Yaneth, OCHOA Diaz Martha, et al.  
Guía Práctica de Investigación en Ingeniería: apoyo a la formación de docentes y estudiantes [en línea]. 1.a Ed. Bogotá D.C. Colombia: ©Corporación Universitaria Minuto de Dios- UNIMINUTO., 2020 [fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
Disponibile en: <https://bit.ly/3yALK7a>  
ISBN: 978-958-763-417-4
- MARROQUIN Peña, Roberto. Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación. [en línea].,31 de enero 2013. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
Disponibile en: <https://bit.ly/3NzXxYQ>
- SANCHEZ Carlessi, Hugo, REYES Romero, Carlos, MEJIA Saenz, Katia Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. [en línea]. 1ra edición, Lima-Perú., Bussiness Support Aneth S.R.L. Junio del 2018. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
ISBN: 9786124735141  
Disponibile en: <https://bit.ly/3Dd0VFw>
- MUNCH Lourdes, ANGELES Ernesto. Métodos y técnicas de investigación. [en línea]. 6ta edición, México., editorial trillas S.A. de C.V. Junio del 2019. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
ISBN: 978-607-17-3712-0  
Disponibile en: <https://bit.ly/3P9m3Sq>
- CALDUCH Cervera Rafael. Métodos y técnicas de investigación internacional. [en línea]., Universidad Complutense de Madrid, 2da edición. del 2014. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].  
Disponibile en: <https://bit.ly/2RDrHxG>
- IMCYC, pruebas de resistencia a la compresión del concreto. [en línea]. 5ta edición, ilustraciones Felipe Hernández. Junio del 2006 [Fecha de consulta: 19 de marzo de 2022].  
ISBN: 9789681828158  
Disponibile en: <https://bit.ly/3IKYoUg>

MORENO Galindo, Eliseo., Metodología de Investigación-pautas para hacer tesis.  
[en línea]., Blogger, junio del 2016. [Fecha de consulta: 30 de marzo de 2022].  
Disponible en: <https://bit.ly/3uJ6M1o>



## ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de consistencia

#### Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos

Autor: Quispe Narvaez Mary Luz

| PROBLEMAS   | OBJETIVOS   | HIPÓTESIS  | VARIABLES  | DIMENSIÓN                   | INDICADORES   | METODOLOGÍA  |
|---|---|--|--|-----------------------------|---|--|
| <p><b>PROBLEMA PRINCIPAL</b><br/>¿Cómo la adición de azufre podría mejorar la resistencia a compresión y corrosión del concreto en medios salinos?</p>                                  | <p><b>OBJETIVO PRINCIPAL</b><br/>Mejorar la resistencia a compresión y corrosión del concreto en medios salinos por medio la adición de azufre</p>                                    | <p><b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b><br/>La adición de azufre mejora la resistencia a compresión y corrosión del concreto en medios salinos.</p>  | <p><b>VI:</b><br/>azufre</p>                             | <p>Cantidad de azufre</p>   | <p>Peso (Kg/m<sup>3</sup>)<br/>• 0.5% - 0.24 Kg/m<sup>3</sup><br/>• 1.0 % - 0.48Kg/m<sup>3</sup><br/>• 1.5 % - 0.72Kg/m<sup>3</sup></p> | <p>• <b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b><br/>Científico hipotético deductivo</p> <p>• <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b><br/>Experimental<br/>Ge1 (A): <math>Y1 \rightleftharpoons X1 \rightleftharpoons Y2</math><br/>Ge2 (A): <math>Y3 \rightleftharpoons X' \rightleftharpoons Y4</math></p> <p>• <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b><br/>Aplicada</p> <p>• <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b><br/>Aplicativo</p> <p>• <b>POBLACIÓN</b><br/>72 especímenes con adición de adición de azufre</p> <p>• <b>MUESTRA</b><br/>72 especímenes con adición de adición de azufre</p> <p>• <b>TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS:</b><br/>Fuentes primarias: Observación realización de ensayos<br/>Fuentes secundarias: Textos, tesis, formatos de control, fichas.</p> <p>• <b>TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS:</b><br/>A través resultados de laboratorio, software y análisis</p> |
| <p><b>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 1</b><br/>¿Cuál es la proporción optima de azufre que genera mejores resultados a la resistencia a compresión del concreto en medios salinos?</p>          | <p><b>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 1</b><br/>Determinar la proporción optima de azufre que genera mejores resultados a la resistencia a compresión del concreto en medios salinos</p>       | <p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº1</b><br/>Una adición del 1% de azufre mejora la resistencia a compresión del concreto en medios salinos.</p>   |  |                             |   |  |
| <p><b>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 2</b><br/>¿cuál es la proporción optima de azufre que genera mejor resistencia a corrosión del concreto en medios salinos?</p>                             | <p><b>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 2</b><br/>contrastar la proporción optima de azufre que genera mejor resistencia a corrosión del concreto en medios salinos</p>                          | <p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº2</b><br/>Una adición del 1% de azufre mejora la resistencia a corrosión del concreto en medios salinos</p>   |  |                             |   |  |
| <p><b>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 3</b><br/>¿cuál es el tiempo de inmersión del concreto con azufre que reduce la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos?</p> | <p><b>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 3</b><br/>Estimar el tiempo de inmersión del concreto con azufre que reduce la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos</p> | <p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº3</b><br/>Un tiempo de inmersión del concreto con azufre de 28 días reduce la resistencia a compresión por acción de la corrosión en medios salinos</p> |  |                             |   |  |
|   |   |  | <p><b>VD:</b><br/>resistencia compresión y corrosión</p> | <p>Esfuerzo<br/>Calidad</p> | <p>Compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</p> <p>Desintegración (atributo)</p>  |  |

Anexo 02: matriz de operacionalización

| variables  | definición conceptual  | definición operacional   | dimensiones                                | indicadores  | escala de medición |
|--|--|--|--|--|--------------------|
| <b>Variable Independiente</b><br>adición de azufre                     | El azufre es un elemento químico que generalmente es utilizado en la medicina, y en la construcción y se caracteriza por un olor desagradable. (Redón Díaz Luis emilio,2015) | El azufre es un compuesto que se encuentra en forma natural en lugares volcánicas.   | Diseño de mezclas con adición de azufre    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.5% de azufre- 0.24 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• 1.0 % de azufre - 0.48kg/m<sup>3</sup></li> <li>• 1.5 % -de azufre 0.72kg/m<sup>3</sup></li> </ul> | intervalo          |
| <b>Variable Dependiente</b><br>resistencia a la compresión y corrosión | Se define como la capacidad que tiene el concreto de resistir un esfuerzo sobre el área de la sección del espécimen (imcyc., 2006)   | Los especímenes se realizarán a distintos porcentajes de a adición de azufre, además se sumergirá a estos en agua con sal para observar cuanto degrada el concreto las mismas serán sometidas a esfuerzo a la compresión | Resistencia a compresión                   | Prensa hidráulica (kg/cm <sup>2</sup> )  | intervalo          |
|  |  |  | Calidad del concreto con adición de azufre | Prensa hidráulica (kg/cm <sup>2</sup> )  | intervalo          |

Juliaca: 28 de Junio del 2022

SEÑOR: ING. FELIPE SUMIRI CHAMPI  
ASUNTO: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVEZ DE JUICIO DE EXPERTOS

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, requiero validar los instrumentos con los que recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título de la investigación es:

***"Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos"***.

Y siendo imprescindible de contar con la aprobación de los docentes especializados para poder aplicar los instrumentos de medición, he considerado por conveniente en recurrir a Ud. Ante su connotada experiencia en temas de ingeniería civil y la producción del concreto.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Cuestionario de validez de instrumentos
- Formato de constancia de validación

Expresando mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por su atención a la presente.

Juliaca, 28 de Junio del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Mary Luz Quispe Narvaez", is written above a horizontal line.

MARY LUZ QUISPE NARVAEZ  
DNI: 76841313

**CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS**

|                                   |  |                    |
|-----------------------------------|--|--------------------|
| <b>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</b> | "Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos". |                    |
| <b>INVESTIGADOR</b>               | Bach. Mary Luz Quispe Narvaez  |                    |
| <b>EXPERTO</b>                    | ING. FELIPE SUMIRE CHAMPI  |                    |
|                                   | Profesión: INGENIERO CIVIL   | Colegiatura: 91218 |

| items                | Indicadores  | 1 | 2 | 3  | 4 | 5 |
|----------------------|--|---|---|----|---|---|
| 1                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, el no realizar el diseño de mezclas con agregados de la zona puede traer problemas a largo plazo?  |   |   | X  |   |   |
| 2                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que los agregados influyen en la resistencia del concreto?  |   |   | X  |   |   |
| 3                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que es necesario realizar los curados a los 7, 14 y 28 días de edad?  |   |   | X  |   |   |
| 4                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que el curado del concreto es fundamental para lograr resistencias optimas?   |   |   | X  |   |   |
| 5                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que es determinante realizar el ensayo de slump o cono de abrams para el proceso de cualquier concreto?   |   |   | X  |   |   |
| 6                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que un concreto que este expuesto a medios salinos reduzca o baje la resistencia para la cual fue diseñada?   |   |   | X  |   |   |
| 7                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que añadiendo una correcta dosificación de un componente o aditivo al diseño de mezclas podría incrementar la resistencia a la compresión?  |   |   | X  |   |   |
| 8                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que cuando una estructura de concreto este mas expuesta a medios salinos se genere una corrosión en el concreto.?   |   |   | X  |   |   |
| 9                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que un aditivo ayude a que no se deteriore el concreto por corrosión.?  |   |   | X  |   |   |
| 10                   | ¿De acuerdo a su experiencia, trayectoria y conocimientos considera usted necesario estas investigaciones relacionadas a la adición de algún agente o componente, para mejorar las propiedades del concreto es decir generar mejores resistencias en menor tiempo de curado? |   |   |    | X |   |
| <b>PUNTAJE TOTAL</b> |  |   |   | 32 |   |   |

1=Muy Deficiente 2=Deficiente, 3=aceptado, 4=buena, 5=Excelente


  
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COASA  
 Ing. Felipe Sumire Champi  
 FIRMA DEL EXPERTO

### FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo ING. FELIPE SUMIRE CHANTAPI N° 91218, como profesional en ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y efectos de su ampliación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos”.**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el cuadro:

| ASPECTOS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO |   | 1 | 2  | 3  |
|---------------------------------------|---|---|----|----|
| Criterios                             | Indicadores   | D | R  | B  |
| Pertinencia                           | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.                  |   |    | X  |
| Coherencia                            | Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.     |   |    | X  |
| Congruencia                           | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.                          |   |    | X  |
| Suficiencia                           | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.          |   | X  |    |
| Objetividad                           | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.           |   |    | X  |
| Consistencia                          | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.     |   | X  |    |
| Organización                          | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.                       |   |    | X  |
| Claridad                              | Están redactados en un lenguaje claro y entendible.                             |   |    | X  |
| Oportunidad                           | El instrumento se aplica en un momento adecuado.                                |   |    | X  |
| Estructura                            | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. |   | X  | X  |
| CONTEO INDIVIDUAL                     |   | 0 | 6  | 21 |
| CONTEO TOTAL                          |   |   | 27 |    |

1. Deficiente (D) Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador.  
 2. Regular (R) Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador.  
 3. Buena (B) Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador.

Coefficiente de validez =  $\text{Conteo total} / 30$


 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COASA  
 SUPERINTENDENCIA DE INGENIERÍA CIVIL  
  
 Ing. Felipe Sumire Chantapi  
 INGENIERO DE SUPERINTENDENCIA

**FIRMA DEL EXPERTO**



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Juliaca: 29 de Junio del 2022

SEÑOR: ING. EDISON VILCA QUISPE  
ASUNTO: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVEZ DE JUICIO DE EXPERTOS

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, requiero validar los instrumentos con los que recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título de la investigación es:

***"Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos"***.

Y siendo imprescindible de contar con la aprobación de los docentes especializados para poder aplicar los instrumentos de medición, he considerado por conveniente en recurrir a Ud. Ante su connotada experiencia en temas de ingeniería civil y la producción del concreto.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Cuestionario de validez de instrumentos
- Formato de constancia de validación

Expresando mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por su atención a la presente.

Juliaca, 29 de Junio del 2022

Atentamente,

MARY LUZ QUISPE NARVAEZ  
DNI:76841313

**CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS**

|                                   |  |                        |
|-----------------------------------|--|------------------------|
| <b>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</b> | "Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos". |                        |
| <b>INVESTIGADOR</b>               | Bach. Mary Luz Quispe Narvaez  |                        |
| <b>EXPERTO</b>                    | Iny. Edison Velca Quispe   |                        |
|                                   | Profesión:<br>Ingeniero Civil  | Colegiatura:<br>181574 |

| Items                | Indicadores  | 1 | 2 | 3 | 4  | 5 |
|----------------------|--|---|---|---|----|---|
| 1                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, el no realizar el diseño de mezclas con agregados de la zona puede traer problemas a largo plazo?  |   |   |   | X  |   |
| 2                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que los agregados influyen en la resistencia del concreto?  |   |   |   | X  |   |
| 3                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que es necesario realizar los curados a los 7, 14 y 28 días de edad.?   |   |   |   |    | X |
| 4                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que el curado del concreto es fundamental para lograr resistencias óptimas?   |   |   |   |    | X |
| 5                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que es determinante realizar el ensayo de slump o cono de abrams para el proceso de cualquier concreto?   |   |   |   | X  |   |
| 6                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que un concreto que este expuesto a medios salinos reduzca o baje la resistencia para la cual fue diseñada?   |   |   | X |    |   |
| 7                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que añadiendo una correcta dosificación de un componente o aditivo al diseño de mezclas podría incrementar la resistencia a la compresión?  |   |   |   | X  |   |
| 8                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que cuando una estructura de concreto este mas expuesta a medios salinos se genere una corrosión en el concreto.?   |   |   |   | X  |   |
| 9                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que un aditivo ayude a que no se deteriore el concreto por corrosión.?  |   |   | X |    |   |
| 10                   | ¿De acuerdo a su experiencia, trayectoria y conocimientos considera usted necesario estas investigaciones relacionadas a la adición de algún agente o componente, para mejorar las propiedades del concreto es decir generar mejores resistencias en menor tiempo de curado? |   |   |   |    | X |
| <b>PUNTAJE TOTAL</b> |  |   |   |   | 41 |   |


  
**FIRMA DEL EXPERTO**

### FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo Fgo. Edwin Vela Quispe CIP N° 181574, como profesional en ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y efectos de su ampliación al personal que elabora la tesis titulada:

**"Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos".**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el cuadro:

| ASPECTOS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO |   | 1 | 2  | 3  |
|---------------------------------------|---|---|----|----|
| Criterios                             | Indicadores   | D | R  | B  |
| Pertinencia                           | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.                  |   |    | X  |
| Coherencia                            | Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.     |   |    | X  |
| Congruencia                           | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.                          |   |    | X  |
| Suficiencia                           | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.          |   |    | X  |
| Objetividad                           | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.           |   |    | X  |
| Consistencia                          | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.     |   |    | X  |
| Organización                          | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.                       |   |    | X  |
| Claridad                              | Están redactados en un lenguaje claro y entendible.                             |   |    | X  |
| Oportunidad                           | El instrumento se aplica en un momento adecuado.                                |   |    | X  |
| Estructura                            | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. |   | X  |    |
| CONTEO INDIVIDUAL                     |   | 0 | 2  | 27 |
| CONTEO TOTAL                          |   |   | 29 |    |

1. Deficiente (D) Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador.  
 2. Regular (R) Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador.  
 3. Buena (B) Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador.  
 Coeficiente de validez =  $\frac{\text{Conteo total}}{30}$



*[Handwritten Signature]*  
 Ing. Edwin Vela Quispe  
 CIP N° 181574

FIRMA DEL EXPERTO





"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Juliaca:30 de junio del 2022

SEÑOR: ING. EDGAR FROILAN COARI PELINCO  
ASUNTO: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVEZ DE JUICIO DE EXPERTOS

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, requiero validar los instrumentos con los que recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título de la investigación es:

***"Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos".***

Y siendo imprescindible de contar con la aprobación de los docentes especializados para poder aplicar los instrumentos de medición, he considerado por conveniente en recurrir a Ud. Ante su connotada experiencia en temas de ingeniería civil y la producción del concreto.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Cuestionario de validez de instrumentos
- Formato de constancia de validación

Expresando mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por su atención a la presente.

Juliaca, 30 de Junio del 2022

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
MARY LUZ QUISPE NARVAEZ  
DNI:76841313

**CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS**

|                                   |  |                        |
|-----------------------------------|--|------------------------|
| <b>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</b> | "Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos". |                        |
| <b>INVESTIGADOR</b>               | Bach. Mary Luz Quispe Narvaez  |                        |
| <b>EXPERTO</b>                    | ING. EDGAR FROKAN COARI PELINCO  |                        |
|                                   | Profesión:<br>INGENIERO CIVIL  | Colegiatura:<br>216191 |

| items                | Indicadores  | 1 | 2 | 3  | 4 | 5 |
|----------------------|--|---|---|----|---|---|
| 1                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, el no realizar el diseño de mezclas con agregados de la zona puede traer problemas a largo plazo?  |   |   |    |   | X |
| 2                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que los agregados influyen en la resistencia del concreto?  |   |   |    |   | X |
| 3                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que es necesario realizar los curados a los 7, 14 y 28 días de edad.?   |   |   |    | X |   |
| 4                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que el curado del concreto es fundamental para lograr resistencias optimas?   |   |   |    | X |   |
| 5                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que es determinante realizar el ensayo de slump o cono de abrams para el proceso de cualquier concreto?   |   |   |    |   | X |
| 6                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que un concreto que este expuesto a medios salinos reduzca o baje la resistencia para la cual fue diseñada?   |   |   |    | X |   |
| 7                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que añadiendo una correcta dosificación de un componente o aditivo al diseño de mezclas podría incrementar la resistencia a la compresión?  |   |   |    |   | X |
| 8                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que cuando una estructura de concreto este mas expuesta a medios salinos se genere una corrosión en el concreto.?   |   |   |    | X |   |
| 9                    | ¿de acuerdo a su experiencia y conocimientos, cree usted que un aditivo ayude a que no se deteriore el concreto por corrosión.?  |   |   |    | X |   |
| 10                   | ¿De acuerdo a su experiencia, trayectoria y conocimientos considera usted necesario estas investigaciones relacionadas a la adición de algún agente o componente, para mejorar las propiedades del concreto es decir generar mejores resistencias en menor tiempo de curado? |   |   |    |   | X |
| <b>PUNTAJE TOTAL</b> |  |   |   | 45 |   |   |

1=Muy Deficiente 2=Deficiente, 3=aceptado, 4=buena, 5=Excelente

  
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COASA  
 ING. EDGAR F. COARI PELINCO  
 SUB GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO RURAL  
 FIRMA DEL EXPERTO

### FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo ING. Edgar Frosilan Coari Pelinco CIP N° 216191, como profesional en ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y efectos de su ampliación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Concreto con adición de azufre y resistencia a compresión y corrosión en medios salinos”.**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el cuadro:

| ASPECTOS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO |   | 1 | 2  | 3  |
|---------------------------------------|---|---|----|----|
| Criterios                             | Indicadores   | D | R  | B  |
| Pertinencia                           | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.                  |   |    | X  |
| Coherencia                            | Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.     |   |    | X  |
| Congruencia                           | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.                          |   |    | X  |
| Suficiencia                           | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.          |   |    | X  |
| Objetividad                           | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.           |   |    | X  |
| Consistencia                          | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.     |   |    | X  |
| Organización                          | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.                       |   |    | X  |
| Claridad                              | Están redactados en un lenguaje claro y entendible.                             |   |    | X  |
| Oportunidad                           | El instrumento se aplica en un momento adecuado.                                |   |    | X  |
| Estructura                            | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. |   |    | X  |
| CONTEO INDIVIDUAL                     |   | 0 | 0  | 30 |
| CONTEO TOTAL                          |   |   | 30 |    |

1. Deficiente (D) Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador.  
 2. Regular (R) Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador.  
 3. Buena (B) Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador.

Coefficiente de validez =  $\text{Conteo total} / 30$

MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
 DE COASA  
  
 ING. EDGAR FROSILAN PELINCO  
 SUB GERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 Y DESARROLLO URBANO RURAL  
 FIRMA DEL EXPERTO

# **CERTIFICADOS DE LABORATORIO**

Anexo 06: Diseño de mezcla.



|   |   |                                |                                |
|---|---|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>DISEÑO DE MEZCLA F'c =210 KG/CM2</b> |   | SLAB - Rev. 002 - 2020         |                                |
| DISEÑO POR SEPARADO                     |   | LAB. SUNING                    |                                |
| (Norma Internacional: ACI 211.1-91)     |   | S.E. DM                        |                                |
|   |   | Nº.E. 029                      |                                |
|   |   | PAG 1 - 3                      |                                |
| NOMBRE DE PROYECTO (OBRA)               | : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS" | ING. ESP. RESPONSABLE : D.S.H. |                                |
| UBICACIÓN DE PROYECTO (OBRA)            | : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  | ING. TEC. RESPONSABLE : G.P.S. |                                |
| PETICIONARIO                            | : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez   | F. EJECUCION : 24/04/2022      |                                |
| <b>MUESTRA</b>                          |   |                                |                                |
| ORIGEN DE LA MUESTRA                    | DEPARTAMENTO  | PROVINCIA                      | DISTRITO                       |
|   | PUNO  | SAN ROMAN                      | JULIACA                        |
|   | REFERENCIA  | CANTERA                        | PLANTA JESERVI S.A.C. - YOCARA |
| Nº DE MUESTRAS                          | 2   | PROFUNDIDA (m.)                | ---                            |
| PROGRESIVA / OTRO                       |   | CALICATA                       | ---                            |

**PROCESO DE DISEÑO:**

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **210 Kg./cm.²** a los 28 días  
 entonces la resistencia promedio F'cr = **294 Kg./cm.²**

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).  
 Se usara **CEMENTO ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO IP**

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4"** (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

| RESULTADOS DE LABORATORIO |                         |                       |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS   | AGREGADO GRUESO (GRAVA) | AGREGADO FINO (ARENA) |
| P.e de Sólidos            |                         |                       |
| P.e SSS                   | 2.54                    | 2.50                  |
| P.e Bulk                  |                         |                       |
| P.U. Varillado            | 1420                    | 1700                  |
| P.U. Suelto               | 1390                    | 1590                  |
| % de Absorción            | 1.80                    | 2.90                  |
| % de Humedad Natural      | 2.20                    | 5.90                  |
| Modulo de Fineza          | 7.27                    | 3.10                  |

- Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:
1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
  2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **3/4"** (25.4mm)
  3. Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclada que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m3**
  4. Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
  5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.556**

  
**Daniel Sani Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
Colegio Profesional del Perú Reg. N° 121473

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo estan relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**DISEÑO DE MEZCLA F'C =210 KG/CM2**

DISEÑO POR SEPARADO

(Norma Internacional: ACI 211.1-91)

SLAB - Rev. 002 - 2020

LAB. SUNING

S.E. DM

Nº.E. 029

PAG 2 - 3

NOMBRE DE PROYECTO (OBRA) : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS"  
 UBICACIÓN DE PROYECTO (OBRA) : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
 PETICIONARIO : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez  
 ING. ESP. RESPONSABLE : D.S.H.  
 ING. TEC. RESPONSABLE : G.P.S.  
 F. EJECUCION : 24/04/2022

- 6, De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:  
 $( 205 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.56 ) = 369 \text{ Kg/m}^3$
- 7, De acuerdo al módulo de finza del agregado fino = **3.10** el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de **1420 Kg/m3** y un agregado grueso con tamaño máximo nominal **3/4"** (19.05mm) se recomienda el uso de **0.590 m3** de agregado grueso por m3 de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:  
 $( 0.590 ) * ( 1420 ) = 838 \text{ Kg/m}^3$
- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m3 de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación. Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:
- |                                     |                             |         |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------|
| Volúmen absoluto de agua            | = ( 205 ) / ( 1000 )        | = 0.205 |
| Volúmen absoluto de cemento         | = ( 369 ) / ( 2.80 * 1000 ) | = 0.132 |
| Volúmen absoluto de agregado grueso | = ( 838 ) / ( 2.54 * 1000 ) | = 0.330 |
| Volúmen de aire atrapado            | = ( 2.0 ) / ( 100 )         | = 0.020 |
| Volúmen sub total                   | =                           | 0.687   |
- Volúmen absoluto de arena  
 Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = ( 1.000 - 0.687 ) = 0.313 m3  
 $( 0.313 ) * ( 2.50 ) * 1000 = 784 \text{ Kg/m}^3$
- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:  
 Agregado grueso húmedo ( 838 ) \* ( 1.022 ) = 856 Kg.  
 Agregado Fino húmedo ( 784 ) \* ( 1.0590 ) = 830 Kg.
- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:  
 $205 - 838 * ( \frac{2.20 - 1.8}{100} ) - 784 * ( \frac{5.90 - 2.90}{100} ) = 178$

  
 Daniel Sani Huaraba  
 INGENIERO CIVIL  
 Colección de Ingenieros del Perú Reg. N° 121478

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

001465

**DISEÑO DE MEZCLA F'C =210 KG/CM2**

DISEÑO POR SEPARADO  
 (Norma Internacional: ACI 211.1-91)

SLAB - Rev. 002 - 2020

|             |     |
|-------------|-----|
| LAB. SUNING |     |
| S E         | DM  |
| Nº E.       | 029 |
| PAG 3 -3    |     |

NOMBRE DE PROYECTO (OBRA) : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICION DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESION Y CORROSION EN MEDIOS SALINOS"  
 UBICACIÓN DE PROYECTO (OBRA) : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
 PETICIONARIO : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez

ING. ESP. RESPONSABLE : D.S.H.  
 ING. TEC. RESPONSABLE : G.P.S.  
 F. EJECUCION : 24/04/2022

**DOSIFICACION**

| AGREGADO      | DOSIFICACION EN PESO SECO | PROPORCION EN VOLUMEN | DOSIFICACION EN PESO HUMEDO | PROPORCION EN VOLUMEN |
|---------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
|               | (Kg/m3)                   | PESO SECO             | (Kg/m3)                     | PESO HUMEDO           |
| Cemento       | 369                       | 1.00                  | 369                         | 1.00                  |
| Agua          | 205                       | 0.56                  | 178                         | 0.48                  |
| Agreg. Grueso | 838                       | 2.27                  | 856                         | 2.32                  |
| Agreg. Fino   | 784                       | 2.13                  | 830                         | 2.25                  |
| Aire          | 2.0 %                     |                       | 2.0 %                       |                       |

**8.68 BOLSAS / m3 DE CEMENTO**

**DOSIFICACION POR PESO:**

Cemento : 42.50 Kg.  
 Agregado fino húmedo : 95.66 Kg.  
 Agregado grueso húmedo : 98.70 Kg.  
 Agua efectiva : 20.53 Kg.

**DOSIFICACION POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies3

1.0 Bolsa de Cemento: Redondeo

|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| - 2.13 p3 de Arena | 2.1 p3 de Arena |
| - 2.51 p3 de Grava | 2.5 p3 de Grava |
| - 21 Lt de Agua    | 21 Lt de Agua   |

**RECOMENDACIONES**

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.  
 \* Se debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

**Observaciones:**

\* Muestras fueron depositadas e identificadas por el peticionario, en saco de rafia.

*Mary Luz Quispe Narvaez*  
 Janet Sumi Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 121478

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L. 001466  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

# Anexo 07: Análisis granulométrico agregado grueso.



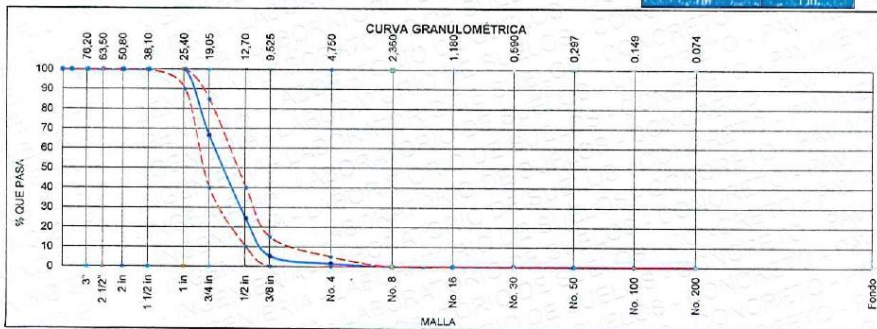
SLAB - Rev. 001-2021

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE LOS AGREGADOS**  
 AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL  
 (Normas internacionales: ASTM C136 / C136 - 19)

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
| NOMBRE DE PROYECTO (OBRA) : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICION DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESION Y CORROSION EN MEDIOS SALINOS" |  | ING. ESP. RESPONSABLE : D.S.H. |
| UBICACION DE PROYECTO (OBRA) : PUÑO - SAN ROMAN - JULIACA   |  | ING. TEC. RESPONSABLE : G.P.S. |
| PETICIONARIO : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez  |  | F. EJECUCION : 20/04/2022      |

| MUESTRA              |                  |  |                                |  |                     |       |
|----------------------|------------------|--|--------------------------------|--|---------------------|-------|
| ORIGEN DE LA MUESTRA | DEPARTAMENTO     | PROVINCIA  | DISTRITO                       |  |                     |       |
|                      | PUÑO             | SAN ROMAN  | JULIACA                        |  |                     |       |
|                      | REFERENCIA       | CANTERA  | PLANTA JESERVI S.A.C. - YOYARA |  |                     |       |
| N° DE MUESTRA        | PROFUNDIDAD (m.) | CALICATA   | CAPA                           |  |                     |       |
| PROGRESIVA / OTRO    | USO DE MATERIAL  | DISEÑO DE MEZCLA 210 kg/m <sup>2</sup> (AGREGADO GRUESO) |                                |  | CANTIDAD APROXIMADA | 90 kg |

| AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 56 |           |                       |                       |                         |                         |                |        |
|--|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|
| ABERTURA DE TAMICES<br>Marco de 8" de diámetro | mm        | MASA<br>RETENIDA<br>g | % Parcial<br>Retenido | % Acumulado<br>Retenido | % Acumulado<br>que Pasa | ESPECIFICACION |        |
|  |           |                       |                       |                         |                         | MINIMO         | MAXIMO |
| 4 in   | 100.00 mm |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 3 1/2 in                                       | 90.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 3 in   | 75.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 2 1/2 in                                       | 63.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 2 in   | 50.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 1 1/2 in                                       | 37.50 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 1 in   | 25.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 90.00          | 100.00 |
| 3/4 in   | 19.00 mm  | 3748.00               | 33.4                  | 33.4                    | 66.6                    | 40.00          | 85.00  |
| 1/2 in   | 12.50 mm  | 4742.00               | 42.3                  | 75.7                    | 24.3                    | 10.00          | 40.00  |
| 3/8 in   | 9.50 mm   | 2135.00               | 19.0                  | 94.7                    | 5.3                     | 0.00           | 15.00  |
| No. 4  | 4.75 mm   | 423.00                | 3.8                   | 98.5                    | 1.5                     | 0.00           | 5.00   |
| No. 8  | 2.36 mm   |                       |                       |                         |                         | 0.00           | 0.00   |
| No. 16   | 1.18 mm   |                       |                       |                         |                         | 0.00           | 0.00   |
| No. 30   | 600 µm    |                       |                       |                         |                         | 0.00           | 0.00   |
| No. 50   | 300 µm    |                       |                       |                         |                         | 0.00           | 0.00   |
| No. 100  | 150 µm    |                       |                       |                         |                         | 0.00           | 0.00   |
| No. 200  | 75 µm     |                       |                       |                         |                         | 0.00           | 0.00   |
| < No. 200                                      | < No. 200 | 172.00                |                       | 100.0                   | 0.0                     | -              | -      |



Observaciones: \* Muestras fueron identificadas y depositadas en LABORATORIO POR PETICIONARIO.



001467

\* Este documento es propiedad de SUNING E.I.R.L. y no se permite la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 AV. ARGUEDAS 88A L1 14 - JULIACA - PERÚ 830359488 SUNINGEIRL@GMAIL.COM



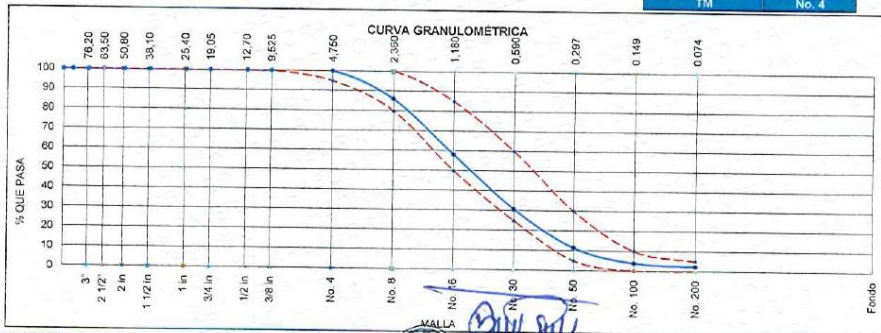
# Anexo 08: Análisis granulométrico agregado fino.



| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE LOS AGREGADOS       |   | SLAB - Rev. 001- 2021 |                         |
|---|---|-----------------------|-------------------------|
| AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL                  |   | LAB. SUNING           |                         |
| (Normas Internacionales: ASTM C136 / C136 - 19) |   | S.E.                  | AGA                     |
|   |   | Nº.E.                 | 040                     |
| PÁG 1 - 1                                       |   |                       |                         |
| NOMBRE DE PROYECTO (OBRA)                       | : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS" |                       | ING. ESP. RESPONSABLE : |
| UBICACIÓN DE PROYECTO (OBRA)                    | : PUÑO - SAN ROMAN - JULIACA  |                       | D.S.H.                  |
| PETICIONARIO                                    | : Bach. Mary Luz Ojalpe Narvaez   |                       | ING. TEC. RESPONSABLE : |
|   |   |                       | G.P.S.                  |
|   |   |                       | F. EJECUCIÓN :          |
|   |   |                       | 20/04/2022              |

| MUESTRA              |                      |  |                                |
|----------------------|----------------------|--|--------------------------------|
| ORIGEN DE LA MUESTRA | DEPARTAMENTO<br>PUÑO | PROVINCIA<br>SAN ROMAN                                 | DISTRITO<br>JULIACA            |
|                      | REFERENCIA           | CANTERA  | PLANTA JESERIM S.A.C. - YOGARA |
| Nº DE MUESTRA        | 1                    | PROFUNDIDA (m)   | ---                            |
| PROGRESIVA / OTRO    | ---                  | USO DE MATERIAL  | ---                            |
|                      |                      | DISEÑO DE MEZCLA 210 kg/m <sup>2</sup> (AGREGADO FINO) | CAPA                           |
|                      |                      |  | CANTIDAD APROXIMADA            |
|                      |                      |  | 90 kg                          |

| AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA |           |                       |                       |                         |                         |                |        |
|---|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|
| ABERTURA DE TAMICES<br>Marco de 8" de diámetro  |           | MASA<br>RETENIDA<br>g | % Parcial<br>Retenido | % Acumulado<br>Retenido | % Acumulado<br>que Pasa | ESPECIFICACIÓN |        |
| NOMBRE  | mm        |                       |                       |                         |                         | MÍNIMO         | MAXIMO |
| 4 in"   | 100.00 mm |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 3 1/2 in  | 90.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 3 in  | 75.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 2 1/2 in  | 63.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 2 in  | 50.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 1 1/2 in  | 37.50 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 1 in  | 25.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 3/4 in  | 19.00 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 1/2 in  | 12.50 mm  |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| 3/8 in  | 9.50 mm   |                       |                       |                         | 100.0                   | 100.00         | 100.00 |
| No. 4   | 4.75 mm   |                       |                       |                         | 100.0                   | 95.00          | 100.00 |
| No. 8   | 2.36 mm   | 1158.94               | 14.0                  | 14.0                    | 86.0                    | 80.00          | 100.00 |
| No. 16  | 1.18 mm   | 2311.91               | 27.9                  | 41.9                    | 58.1                    | 50.00          | 85.00  |
| No. 30  | 600 µm    | 2268.22               | 27.4                  | 69.2                    | 30.8                    | 25.00          | 60.00  |
| No. 50  | 300 µm    | 1599.50               | 19.3                  | 88.5                    | 11.5                    | 5.00           | 30.00  |
| No. 100   | 150 µm    | 630.34                | 7.6                   | 96.1                    | 3.9                     | 0.00           | 10.00  |
| No. 200   | 75 µm     | 123.18                | 1.5                   | 97.6                    | 2.4                     | 0.00           | 5.00   |
| < No. 200                                       | < No. 200 | 196.53                | 2.4                   | 100.0                   | 0.0                     | -              | -      |
|   |           |                       |                       |                         |                         | MF             | 3.10   |
|   |           |                       |                       |                         |                         | TMN            | No. 8  |
|   |           |                       |                       |                         |                         | TM             | No. 4  |



Observaciones: \* Muestras fueron identificadas y depositadas en LABORATORIO FOR ENICION MALLA

*[Signature]*  
**Dr. Suni Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. No. 10728

\* Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

001468

Anexo 09: Asentamiento del concreto Slump sin adición de azufre.



| N° |  | MUESTRA                                    | FECHA DE ENSAYO | SLUMP     |           | PROMEDIO |      | OBSERVACIONES |
|----|--|--|-----------------|-----------|-----------|----------|------|---------------|
|    |  |  |                 | (in. 1/4) | (mm. 5mm) | (in.)    | (mm) |               |
| 1  |  | CONCRETO SIN AZUFRE 210 kg/cm <sup>2</sup> | 25/04/2022      | 3 3/4     | 9.55      | 3 3/4    | 9.55 | ---           |
|    |  |  |                 | 3 3/4     | 9.55      |          |      | ---           |
|    |  |  |                 | 3 3/4     | 9.55      |          |      | ---           |

Observaciones: \* Muestras identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
 Daniel Soto Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en Ingeniería del Perú No. 114179

| CLASIFICACION DE CONSTENCIA |              |                 |                          |
|-----------------------------|--------------|-----------------|--------------------------|
| Consistencia                | Asentamiento | Trabajabilidad  | Método de Compactación   |
| Seca                        | 0-2"         | Poco trabajable | Vibración normal         |
| Plástica                    | 3-4"         | Trabajable      | Vibración ligera chusado |
| Fluida o Humeda             | 5 a mas      | Muy trabajable  | Chusado                  |

*Nota: Terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.*

*El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.*

*Los resultados de este informe sólo serán válidos para el espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de nuestros servicios de la entidad que lo produce.*

001475

AV. ARGUEDAS 88A Lt. 14 - JULIACA - PERÚ ☎ 930359498 ✉ SUNINGEIRL@GMAIL.COM

Anexo 10: Asentamiento del concreto Slump con adición de azufre del 0.5%.



| N° |  | MUESTRA   | FECHA DE ENSAYO | SLUMP*     |            | PROMEDIO |      | OBSERVACIONES |
|----|--|---|-----------------|------------|------------|----------|------|---------------|
|    |  |   |                 | (in - 1/4) | (mm - 5mm) | (in)     | (mm) |               |
| 1  |  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO | 25/04/2022      | 3          | 7.60       | 3        | 7.60 | ---           |
|    |  |   |                 | 3          | 7.60       |          |      | ---           |
|    |  |   |                 | 3          | 7.60       |          |      | ---           |

Observaciones: \* Muestras identificadas por el peticionario.

*Qui Suni*  
 Oscar Soto Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú No. 121476

| CLASIFICACION DE CONSISTENCIA |              |                 |                            |
|-------------------------------|--------------|-----------------|----------------------------|
| Consistencia                  | Asentamiento | Trabajabilidad  | Método de Compactación     |
| Seca                          | 0-2"         | Poco trabajable | Vibración normal           |
| Plástica                      | 3-4"         | Trabajable      | Vibración ligera chuscaado |
| Fluida o Humeda               | 5 a mas      | Muy trabajable  | Chuscaado                  |

Esta información no permite la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de estos ensayos solo valen exclusivamente al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios.

se conserva de conformidad de la Ley que la produce.

001476

AV. ARGUEDAS 88A Lt. 14 - JULIACA - PERÚ 930359498 SUNINGEIRL@GMAIL.COM

Anexo 11: Asentamiento del concreto Slump con adición de azufre del 1.0%.



| SLUMP(ASENTAMIENTO) DE CONCRETO CON CONO DE ABRAMS |   | SLUMP           |            | PROMEDIO |          | OBSERVACIONES |               |
|--|---|-----------------|------------|----------|----------|---------------|---------------|
| (Normas Internacionales: ASTM C143/C143M -20)      |   | (in - 1/4)      | (mm - 5mm) | (in)     | (mm)     |               |               |
| OBRA   | : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS" |                 |            |          |          |               |               |
| PETICIONARIO                                       | : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez   |                 |            |          |          |               |               |
| UBICACIÓN  | : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  |                 |            |          |          |               |               |
|  |   |                 |            |          |          |               |               |
| N°   | MUESTRA   | FECHA DE ENSAYO | SLUMP      |          | PROMEDIO |               | OBSERVACIONES |
| 1  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO   | 25/04/2022      | 2 1/4      | 5.70     | 2 1/4    | 5.70          | ---           |
|  |   |                 | 2 1/4      | 5.70     |          |               | ---           |
|  |   |                 | 2 1/4      | 5.70     |          |               | ---           |

Observaciones: \* Muestras identificadas por el peticionario.

  
  
 Diana Susi Narvaez  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 121474

| CLASIFICACION DE CONSTENCIA |              |                 |                            |
|-----------------------------|--------------|-----------------|----------------------------|
| Consistencia                | Asentamiento | Trabajabilidad  | Método de Compactación     |
| Seca                        | 0-2"         | Poco trabajable | Vibración normal           |
| Plastica                    | 3-4"         | Trabajable      | Vibración ligera chuscaado |
| Fluida o Humeda             | 5 a mas      | Muy trabajable  | Chuscaado                  |

Esta formalmente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados de este informe solo están válidos para el espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

001477

AV. ARGUEDAS 88A LL. 14 - JULIACA - PERÚ 930359498 SUNINGEIRL@GMAIL.COM

Anexo 12: Asentamiento del concreto Slump con adición de azufre del 1.5%.



SLAB - Rev. 001 - 2021

**SLUMP (ASENTAMIENTO) DE CONCRETO CON CONO DE ABRAMS**  
(Normas Internacionales: ASTM C143/C143M -20)

|             |     |
|-------------|-----|
| LAB. SUNING |     |
| S.E.        | AC  |
| N.º E.      | 016 |

OBRA : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS"      ING. RESPONSABLE : D.S.H.

PETICIONARIO : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez      F. INGRESO : 20 de Abril de 2022

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA      F. EMISIÓN : 6 de Junio de 2022

| Nº | MUESTRA   | FECHA DE ENSAYO | SLUMP      |            | PROMEDIO |      | OBSERVACIONES |
|----|---|-----------------|------------|------------|----------|------|---------------|
|    |   |                 | (in - 1/4) | (mm - 6mm) | (in)     | (mm) |               |
| 1  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO | 25/04/2022      | 1          | 2.55       | 1        | 2.55 | ---           |
|    |   |                 | 1          | 2.55       |          |      | ---           |
|    |   |                 | 1          | 2.55       |          |      | ---           |

Observaciones: \* Muestras identificadas por el peticionario.

  
 Juan Luis Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú No. 101478

| CLASIFICACION DE CONSISTENCIA |              |                 |                           |
|-------------------------------|--------------|-----------------|---------------------------|
| Consistencia                  | Asentamiento | Trabajabilidad  | Método de Compactación    |
| Seca                          | 0-2"         | Poco trabajable | Vibración normal          |
| Plástica                      | 3-4"         | Trabajable      | Vibración ligera chuseado |
| Fluida o Homogénea            | 5 a mas      | Muy trabajable  | Chuseado                  |

Nota: Toda reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L. es prohibida. No se permite el uso indebido de los resultados aquí declarados. Los resultados de este informe solo están válidos para el espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de autenticidad de la entidad que lo produce.

**001478**

AV. ARGUEDAS EBA LL. 14 - JULIACA - PERÚ ☎ 930359498 ✉ SUNINGEIRL@GMAIL.COM

Anexo 13: Resistencia a la compresión – sin adición de azufre.

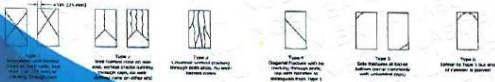


| RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |       |                                      |       | SLAB - Rev. 002 - 2021 |                  |
|---|---|--------|------------|------------|--------|----------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------|------------------|
| (Normas Internacionales: ASTM C39/C39-20)           |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |       |                                      |       | LAB. SUNING            |                  |
|   |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |       |                                      |       | S.E.                   | RCTC             |
|   |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |       |                                      |       | Nº E.                  | 068              |
|   |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |       |                                      |       | PÁG. 1 - 1             |                  |
| OBRA  | : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS" |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |       | ING. RESPONSABLE :                   |       | D.S.H.                 |                  |
| PETICIONARIO  | : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |       | F. INGRESO :                         |       | 25 de Abril de 2022    |                  |
| UBICACIÓN   | : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |       | F. EMISIÓN :                         |       | 25 de Mayo de 2022     |                  |
| Nº  | PROBETAS 10cm x 20 cm   |        | FECHA      |            | EDAD   | DIAMETRO | AREA               | DENSIDAD          | F.C.               | CARGA | RESISTENCIA ROTURA (F <sub>c</sub> ) |       | %                      | TIPO DE FRACTURA |
|   | ELEMENTO  | CODIGO | VACIADO    | ROTURA     | (Días) | (mm)     | (mm <sup>2</sup> ) | kg/m <sup>3</sup> | Kg/cm <sup>2</sup> | (kN)  | (kg/cm <sup>2</sup> )                | (Mpa) |                        |                  |
| 1   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO NORMAL   | MN-1   | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 100      | 7984               | 2304              | 210                | 135.1 | 174.7                                | 17.1  | 83.20%                 | III              |
| 2   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO NORMAL   | MN-2   | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 100      | 7853               | 2302              | 210                | 138.3 | 179.5                                | 17.5  | 85.49%                 | II               |
| 3   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO NORMAL   | MN-3   | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 100      | 7880               | 2295              | 210                | 134.2 | 173.7                                | 17.0  | 82.72%                 | II               |
| 4   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO NORMAL   | MN-4   | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7875               | 2300              | 210                | 163.4 | 211.5                                | 20.7  | 100.73%                | II               |
| 5   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO NORMAL   | MN-5   | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7896               | 2279              | 210                | 159.9 | 206.5                                | 20.3  | 98.34%                 | II               |
| 6   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO NORMAL   | MN-6   | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7885               | 2296              | 210                | 158.2 | 204.6                                | 20.1  | 97.45%                 | II               |
| 7   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO NORMAL   | MN-7   | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7879               | 2277              | 210                | 191.1 | 247.3                                | 24.3  | 117.77%                | I                |
| 8   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO NORMAL   | MN-8   | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7893               | 2267              | 210                | 190.0 | 245.5                                | 24.1  | 116.88%                | II               |
| 9   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO NORMAL   | MN-9   | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7876               | 2277              | 210                | 195.9 | 253.6                                | 24.9  | 120.77%                | II               |

Observaciones: \* Especímenes fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.

  
 Juan Luis Huamani  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en Ingeniería Civil Perú No. 101948

Patrones de Fractura Típicos



Esta información es preliminar y su verificación depende de la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados de este informe sólo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

001486

Anexo 14: Resistencia a la compresión – con adición de azufre del 0.5%.



| RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS<br>(Normas Internacionales: ASTM C39/C39-20) |   |        |            |            |        |          |                    |                      |                       |              |                                      |       | SLAB - Rev. 002 - 2021 |     |
|--|---|--------|------------|------------|--------|----------|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------------------|-------|------------------------|-----|
|  |   |        |            |            |        |          |                    |                      |                       |              | LAB. SUNING                          |       |                        |     |
|  |   |        |            |            |        |          |                    |                      |                       |              | S.E.                                 | RCTC  |                        |     |
|  |   |        |            |            |        |          |                    |                      |                       |              | N.E.                                 | 069   |                        |     |
|  |   |        |            |            |        |          |                    |                      |                       |              | FOLIO 1-11                           |       |                        |     |
| OBRA   | : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS" |        |            |            |        |          |                    |                      |                       |              | ING. RESPONSABLE :                   |       | D.S.H.                 |     |
| PETICIONARIO   | : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez   |        |            |            |        |          |                    |                      |                       |              | F. INGRESO :                         |       | 25 de Abril de 2022    |     |
| UBICACIÓN  | : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  |        |            |            |        |          |                    |                      |                       |              | F. EMISIÓN :                         |       | 25 de Mayo de 2022     |     |
| N°   | PROBETAS 10cm x 20 cm   |        | FECHA      |            | EDAD   | DIAMETRO | AREA               | DENSIDAD             | F <sub>ck</sub>       | CARGA MAXIMA | RESISTENCIA ROTURA (F <sub>c</sub> ) |       | TIPO DE FRÁCTURA       |     |
|  | ELEMENTO  | CODIGO | VACIADO    | ROTURA     | (Días) | (mm)     | (mm <sup>2</sup> ) | (kg/m <sup>3</sup> ) | (kg/cm <sup>2</sup> ) | (kN)         | (kg/cm <sup>2</sup> )                | (Mpa) |                        |     |
| 1  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO<br>CURADO NORMAL                            | MA-1   | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 100      | 7889               | 2304                 | 210                   | 172.5        | 223.0                                | 21.9  | 106.18%                | III |
| 2  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO<br>CURADO NORMAL                            | MA-2   | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 100      | 7961               | 2305                 | 210                   | 167.3        | 217.0                                | 21.3  | 103.35%                | III |
| 3  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO<br>CURADO NORMAL                            | MA-3   | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 100      | 7894               | 2294                 | 210                   | 165.7        | 214.1                                | 21.0  | 101.93%                | I   |
| 4  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO<br>CURADO NORMAL                            | MA-4   | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7856               | 2283                 | 210                   | 196.2        | 254.7                                | 25.0  | 121.29%                | III |
| 5  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO<br>CURADO NORMAL                            | MA-5   | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7983               | 2288                 | 210                   | 202.6        | 262.4                                | 25.7  | 124.95%                | II  |
| 6  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO<br>CURADO NORMAL                            | MA-6   | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7842               | 2300                 | 210                   | 199.1        | 254.9                                | 25.0  | 121.40%                | III |
| 7  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO<br>CURADO NORMAL                            | MA-7   | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7868               | 2290                 | 210                   | 219.2        | 284.0                                | 27.9  | 135.25%                | II  |
| 8  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO<br>CURADO NORMAL                            | MA-8   | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7907               | 2264                 | 210                   | 228.6        | 295.1                                | 28.9  | 140.51%                | II  |
| 9  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO<br>CURADO NORMAL                            | MA-9   | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7876               | 2272                 | 210                   | 230.5        | 298.5                                | 29.3  | 142.13%                | II  |

Observaciones: \* Especimenes fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.



Patrones de Fractura Típicos



Nota: No es permitida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de producto o certificación de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

AV. ARGUEDAS 884 LT. 14 - JULIACA - PERÚ

930359498

SUNINGEIRL@GMAIL.COM

001485

Anexo 15: Resistencia a la compresión – con adición de azufre del 1.0%.



| RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS |   |       |            |            |        |          |                    |                   |                    |             |                                      |       | SLAB - Rev. 002 - 2021 |      |
|---|---|-------|------------|------------|--------|----------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------|--------------------------------------|-------|------------------------|------|
| (Normas Internacionales: ASTM C39/C39-20)           |   |       |            |            |        |          |                    |                   |                    |             |                                      |       | LAB. SUNING            |      |
|   |   |       |            |            |        |          |                    |                   |                    |             |                                      |       | S.E.                   | RCTC |
|   |   |       |            |            |        |          |                    |                   |                    |             |                                      |       | N° E.                  | 070  |
|   |   |       |            |            |        |          |                    |                   |                    |             |                                      |       | MAY 1 2022             |      |
| OBRA  | : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS" |       |            |            |        |          |                    |                   |                    |             | ING. RESPONSABLE :                   |       | D.S.H.                 |      |
| PETICIONARIO  | : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez   |       |            |            |        |          |                    |                   |                    |             | F. INGRESO :                         |       | 25 de Abril de 2022    |      |
| UBICACIÓN   | : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  |       |            |            |        |          |                    |                   |                    |             | F. EMISIÓN :                         |       | 25 de Mayo de 2022     |      |
| N°  | PROBETAS 10cm x 20 cm   |       | FECHA      |            | EDAD   | DIAMETRO | AREA               | DENSIDAD          | FC                 | CARGA       | RESISTENCIA ROTURA (F <sub>c</sub> ) |       | TIPO DE FRACTURA       |      |
|   | ELEMENTO  | CDIGO | VACIADO    | ROTURA     | (Dias) | (mm)     | (mm <sup>2</sup> ) | kg/m <sup>3</sup> | Kg/cm <sup>2</sup> | MAXIMA (kN) | (kg/cm <sup>2</sup> )                | (Mpa) |                        |      |
| 1   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO NORMAL                               | MB-1  | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 101      | 7941               | 2301              | 210                | 184.2       | 236.5                                | 23.2  | 112.64%                | III  |
| 2   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO NORMAL                               | MB-2  | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 100      | 7893               | 2302              | 210                | 187.1       | 241.7                                | 23.7  | 116.09%                | III  |
| 3   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO NORMAL                               | MB-3  | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 101      | 7933               | 2304              | 210                | 182.9       | 235.1                                | 23.1  | 111.96%                | III  |
| 4   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO NORMAL                               | MB-4  | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7891               | 2324              | 210                | 213.3       | 275.7                                | 27.0  | 131.27%                | III  |
| 5   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO NORMAL                               | MB-5  | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7841               | 2333              | 210                | 216.6       | 281.7                                | 27.6  | 134.14%                | III  |
| 6   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO NORMAL                               | MB-6  | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7888               | 2308              | 210                | 210.9       | 292.9                                | 27.7  | 134.72%                | III  |
| 7   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO NORMAL                               | MB-7  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7922               | 2299              | 210                | 236.1       | 303.9                                | 29.8  | 144.72%                | III  |
| 8   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO NORMAL                               | MB-8  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 101      | 8010               | 2289              | 210                | 232.7       | 296.2                                | 29.0  | 141.04%                | III  |
| 9   | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO NORMAL                               | MB-9  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7883               | 2280              | 210                | 258.1       | 333.9                                | 32.7  | 168.88%                | III  |

Observaciones: \* Especímenes fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.



Patrones de Fractura Típicos



Este instrumento garantiza la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

El accionario no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones.

Se conserva un ejemplar de la calidad que se produce.

AV. ARGUEDAS 884 Lt. 14 - JULIACA - PERÚ 930359498 SUNINGEIRL@GMAIL.COM

001484



Anexo 16: Resistencia a la compresión – con adición de azufre del 1.5%.



| RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS<br>(Normas Internacionales: ASTM C39/C39-20)                           |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |              |                                      |                                  |                  |     |
|--|---|--------|------------|------------|--------|----------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------|-----|
| OBRA : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICION DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESION Y CORROSION EN MEDIOS SALINOS" |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |              |                                      | SLAB - Rev. 002 - 2021           |                  |     |
| PETICIONARIO : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez   |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |              |                                      | LAB. SUNING                      |                  |     |
| UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA   |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |              |                                      | S.E. RCTC                        |                  |     |
|  |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |              |                                      | N.º E. 071                       |                  |     |
|  |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |              |                                      | F. INGRESO : 25 de Abril de 2022 |                  |     |
|  |   |        |            |            |        |          |                    |                   |                    |              |                                      | F. EMISION : 25 de Mayo de 2022  |                  |     |
| Nº   | PROBETAS 10cm x 20 cm   |        | FECHA      |            | EDAD   | DIAMETRO | AREA               | DENSIDAD          | FC                 | CARGA MAXIMA | RESISTENCIA ROTURA (F <sub>c</sub> ) |                                  | TIPO DE FRACTURA |     |
|  | ELEMENTO  | CODIGO | VACIADO    | ROTURA     | (Días) | (mm)     | (mm <sup>2</sup> ) | kg/m <sup>3</sup> | Kg/cm <sup>2</sup> | (kN)         | (kg/cm <sup>2</sup> )                | (Mpa)                            |                  |     |
| 1  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO NORMAL | MC-1   | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 101      | 8011               | 2262              | 210                | 181.6        | 231.2                                | 22.7                             | 110.10%          | III |
| 2  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO NORMAL | MC-2   | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 100      | 7916               | 2305              | 210                | 178.7        | 230.2                                | 22.6                             | 109.62%          | II  |
| 3  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO NORMAL | MC-3   | 25/04/2022 | 02/05/2022 | 7      | 101      | 7998               | 2249              | 210                | 180.1        | 228.6                                | 22.5                             | 109.34%          | III |
| 4  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO NORMAL | MC-4   | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7908               | 2304              | 210                | 210.5        | 271.5                                | 26.6                             | 129.27%          | II  |
| 5  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO NORMAL | MC-5   | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 101      | 7935               | 2294              | 210                | 210.4        | 270.4                                | 26.5                             | 128.74%          | I   |
| 6  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO NORMAL | MC-6   | 25/04/2022 | 09/05/2022 | 14     | 100      | 7907               | 2295              | 210                | 208.2        | 288.5                                | 26.3                             | 127.84%          | III |
| 7  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO NORMAL | MC-7   | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7883               | 2309              | 210                | 233.0        | 302.2                                | 29.6                             | 143.89%          | I   |
| 8  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO NORMAL | MC-8   | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7898               | 2310              | 210                | 232.5        | 300.4                                | 29.5                             | 143.04%          | III |
| 9  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO NORMAL | MC-9   | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 101      | 7960               | 2287              | 210                | 236.6        | 303.1                                | 29.7                             | 144.32%          | II  |

Observaciones: \* Especimenes fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.

Diana Susi Huaracha  
INGENIERO CIVIL  
Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 121479

Patrones de Fractura Típicos



001483

Esta formalmente garantiza la exactitud parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

El laboratorio no es responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios.

El sistema de calidad es la propiedad que se protege.

AV. ARGUEDAS 8BA LL. 14 - JULIACA - PERÚ

930359498

SUNINGEIRL@GMAIL.COM

Anexo 17: Resistencia a la compresión – sin adición de azufre.



**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS**  
(Normas Internacionales: ASTM C39/C39-20)

|                        |      |
|------------------------|------|
| SLAB - Rev. 002 - 2021 |      |
| LAB. SUNING            |      |
| S.E.                   | RCTC |
| N.E.                   | 072  |
| PÁG. 1 - 1             |      |

OBRA : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS"      ING. RESPONSABLE : D.S.H.

PETICIONARIO : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez      F. INGRESO : 25 de Abril de 2022

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA      F. EMISIÓN : 25 de Mayo de 2022

| N° | PROBETAS 10cm x 20 cm                        |        | FECHA      |            | EDAD (Días) | DIAMETRO (mm) | ÁREA (mm²) | DENSIDAD (kg/m³) | F.C.C. (kg/cm²) | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA ROTURA (F <sub>c</sub> ) |       | TIPO DE FRACTURA |     |
|----|--|--------|------------|------------|-------------|---------------|------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------------------------|-------|------------------|-----|
|    | ELEMENTO                                     | CODIGO | VACIADO    | ROTURA     |             |               |            |                  |                 |                   | (kg/cm²)                             | (MPa) |                  |     |
| 1  | CONCRETO 210 kg/cm² CURADO EN MEDIOS SALINOS | MN-10  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20          | 100           | 7871       | 2280             | 210             | 171.8             | 222.6                                | 21.8  | 105.00%          | II  |
| 2  | CONCRETO 210 kg/cm² CURADO EN MEDIOS SALINOS | MN-11  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20          | 100           | 7898       | 2286             | 210             | 167.5             | 216.4                                | 21.2  | 103.07%          | I   |
| 3  | CONCRETO 210 kg/cm² CURADO EN MEDIOS SALINOS | MN-12  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20          | 100           | 7879       | 2286             | 210             | 165.3             | 214.0                                | 21.0  | 101.90%          | I   |
| 4  | CONCRETO 210 kg/cm² CURADO EN MEDIOS SALINOS | MN-13  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28          | 100           | 7844       | 2288             | 210             | 187.1             | 243.3                                | 23.9  | 115.84%          | II  |
| 5  | CONCRETO 210 kg/cm² CURADO EN MEDIOS SALINOS | MN-14  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28          | 100           | 7861       | 2286             | 210             | 186.7             | 242.2                                | 23.8  | 115.35%          | II  |
| 6  | CONCRETO 210 kg/cm² CURADO EN MEDIOS SALINOS | MN-15  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28          | 100           | 7862       | 2281             | 210             | 195.1             | 252.4                                | 24.8  | 120.19%          | II  |
| 7  | CONCRETO 210 kg/cm² CURADO EN MEDIOS SALINOS | MN-16  | 25/04/2022 | 04/08/2022 | 40          | 100           | 7881       | 2260             | 210             | 219.7             | 264.2                                | 27.9  | 135.33%          | III |
| 8  | CONCRETO 210 kg/cm² CURADO EN MEDIOS SALINOS | MN-17  | 25/04/2022 | 04/08/2022 | 40          | 100           | 7845       | 2308             | 210             | 198.7             | 255.7                                | 25.1  | 121.75%          | III |
| 9  | CONCRETO 210 kg/cm² CURADO EN MEDIOS SALINOS | MN-18  | 25/04/2022 | 04/08/2022 | 40          | 100           | 7878       | 2296             | 210             | 200.9             | 260.0                                | 25.5  | 123.81%          | III |

Observaciones: \* Especímenes fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.

  
 Diana Susi Huarecha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 12947

Patrones de Fractura Típicos



Nota: Presentarse únicamente probando la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

La Integridad es su mayor responsabilidad. Si la incorrecta interpretación de los resultados es su responsabilidad.

Los resultados de este informe sólo tienen validez si se utilizan como un certificado de conformidad con los procedimientos o estándares de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

AV. ARGUEDAS 88A LL. 14 - JULIACA - PERÚ    930355498    SUNINGEIRL@GMAIL.COM

001482

Anexo 18: Resistencia a la compresión – con adición de azufre del 0.5%.



|   |   |                                  |
|---|---|----------------------------------|
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS</b><br>(Normas Internacionales: ASTM C39/C39-20) |   | SLAB - Rev. 002 - 2021           |
|   |   | LAB: SUNING                      |
|   |   | S.E. RCTC                        |
|   |   | N° E. 073                        |
|   |   | Pag. 1 - 1                       |
| OBRA  | : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS" |                                  |
| PETICIONARIO  | : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez   | ING. RESPONSABLE : D.S.H.        |
| UBICACIÓN   | : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  | F. INGRESO : 25 de Abril de 2022 |
|   |   | F. EMISIÓN : 25 de Mayo de 2022  |

| N° | PROBETAS 10cm x 20 cm  |        | FECHA      |            | EDAD   | DIAMETRO | AREA               | DENSIDAD             | PG                    | CARGA       | RESISTENCIA ROTURA (f'c) |       | TIPO DE FRACTURA |     |
|----|--|--------|------------|------------|--------|----------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------|--------------------------|-------|------------------|-----|
|    | ELEMENTO   | CODIGO | VACIADO    | ROTURA     | (Días) | (mm)     | (mm <sup>2</sup> ) | (kg/m <sup>3</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | MAXIMA (kN) | (kg/cm <sup>2</sup> )    | (Mpa) |                  |     |
| 1  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MA-10  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20     | 100      | 7879               | 2305                 | 210                   | 190.7       | 248.8                    | 24.2  | 117.61%          | ii  |
| 2  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MA-11  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20     | 100      | 7927               | 2268                 | 210                   | 196.1       | 252.2                    | 24.7  | 120.12%          | ii  |
| 3  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MA-12  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20     | 100      | 7866               | 2308                 | 210                   | 194.2       | 250.8                    | 24.6  | 119.41%          | i   |
| 4  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MA-13  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7854               | 2292                 | 210                   | 229.1       | 297.4                    | 29.2  | 141.63%          | iii |
| 5  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MA-14  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7851               | 2311                 | 210                   | 225.2       | 262.5                    | 28.7  | 139.27%          | ii  |
| 6  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MA-15  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28     | 100      | 7869               | 2300                 | 210                   | 219.5       | 284.4                    | 27.9  | 136.45%          | ii  |
| 7  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MA-16  | 25/04/2022 | 04/06/2022 | 40     | 100      | 7879               | 2299                 | 210                   | 236.2       | 305.7                    | 30.0  | 146.65%          | iii |
| 8  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MA-17  | 25/04/2022 | 04/06/2022 | 40     | 100      | 7884               | 2301                 | 210                   | 242.1       | 313.9                    | 30.8  | 149.49%          | iii |
| 9  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 0.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MA-18  | 25/04/2022 | 04/06/2022 | 40     | 100      | 7877               | 2311                 | 210                   | 242.7       | 314.2                    | 30.8  | 149.60%          | iii |

Observaciones: \* Especímenes fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.



Patrones de Fractura Típicos



Esta recomendación prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de esta prueba solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos certificados.  
No estamos de calidad de la entidad que lo produce.

001481

Anexo 19: Resistencia a la compresión – con adición de azufre del 1.0%.



|   |   |                                  |
|---|---|----------------------------------|
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS</b><br>(Normas Internacionales: ASTM C39/C39-20) |   | SLAB - Rev. 002 - 2021           |
|   |   | LAB. SUNING                      |
|   |   | S.E. : RCTC                      |
|   |   | N° E. : 074                      |
|   |   | PÁG. 1 - 1                       |
| OBRA  | : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS" |                                  |
| PETICIONARIO  | : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez   | ING. RESPONSABLE : D.S.H.        |
| UBICACIÓN   | : PUNO - SAN ROMÁN - JULIACA  | F. INGRESO : 25 de Abril de 2022 |
|   |   | F. EMISIÓN : 25 de Mayo de 2022  |

| N° | PROBETAS 10cm x 20 cm  |        | FECHA      |            | EDAD (Días) | DIAMETRO (mm) | AREA (mm <sup>2</sup> ) | DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> ) | f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | CARGA MAXIMA (KN) | RESISTENCIA ROTURA (f'c) |       | TIPO DE FRACTURA |     |
|----|--|--------|------------|------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------|------------------|-----|
|    | ELEMENTO   | CODIGO | VACIADO    | ROTURA     |             |               |                         |                               |                           |                   | (kg/cm <sup>2</sup> )    | (Mpa) |                  |     |
| 1  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MB-10  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20          | 100           | 7909                    | 2307                          | 210                       | 218.6             | 281.9                    | 27.6  | 134.24%          | III |
| 2  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MB-11  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20          | 100           | 7919                    | 2298                          | 210                       | 217.0             | 279.4                    | 27.4  | 133.04%          | III |
| 3  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MB-12  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20          | 100           | 7886                    | 2327                          | 210                       | 221.4             | 266.3                    | 28.1  | 136.32%          | III |
| 4  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MB-13  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28          | 100           | 7902                    | 2312                          | 210                       | 246.9             | 318.7                    | 31.2  | 161.74%          | III |
| 5  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MB-14  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28          | 100           | 7900                    | 2318                          | 210                       | 225.0             | 290.5                    | 28.5  | 138.31%          | III |
| 6  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MB-15  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28          | 100           | 7889                    | 2311                          | 210                       | 219.8             | 284.1                    | 27.9  | 135.30%          | III |
| 7  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MB-16  | 25/04/2022 | 04/06/2022 | 40          | 100           | 7880                    | 2309                          | 210                       | 269.1             | 348.2                    | 34.1  | 165.80%          | III |
| 8  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MB-17  | 25/04/2022 | 04/06/2022 | 40          | 100           | 7885                    | 2324                          | 210                       | 255.6             | 330.5                    | 32.4  | 167.39%          | III |
| 9  | CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE AZUFRE AL 1.0% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MB-18  | 25/04/2022 | 04/06/2022 | 40          | 100           | 7852                    | 2320                          | 210                       | 254.1             | 330.1                    | 32.4  | 167.17%          | III |

Observaciones: \*Especímenes fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.



Patrones de Fractura Típicos



Este reconocimiento gráfico es meramente parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L. El laboratorio no es responsable por errores, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados. Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de acuerdo de calidad de la entidad que lo produce.

00148C

Anexo 20: Resistencia a la compresión – con adición de azufre del 1.5%.



|   |   |                                  |
|---|---|----------------------------------|
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS</b><br>(Normas Internacionales: ASTM C39/C39-20) |   | SLAB - Rev. 002 - 2021           |
|   |   | LAB. SUNING                      |
|   |   | S.E. RCTC                        |
|   |   | N.º E. 075                       |
| PÁG. 1 - 1  |   |                                  |
| OBRA  | : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "CONCRETO CON ADICIÓN DE AZUFRE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CORROSIÓN EN MEDIOS SALINOS" | ING. RESPONSABLE : D.S.H.        |
| PETICIONARIO  | : Bach. Mary Luz Quispe Narvaez   | F. INGRESO : 25 de Abril de 2022 |
| UBICACIÓN   | : PUNO - SAN ROMÁN - JULIACA  | F. EMISIÓN : 25 de Mayo de 2022  |

| Nº | PROBETAS 10cm x 20 cm  |        | FECHA      |            | EDAD (Días) | DIAMETRO (mm) | AREA (mm²) | DENSIDAD (kg/m³) | f'c (kg/cm²) | CARGA MAXIMA (KN) | RESISTENCIA ROTURA (f'c) |       | TIPO DE FRACTURA |     |
|----|--|--------|------------|------------|-------------|---------------|------------|------------------|--------------|-------------------|--------------------------|-------|------------------|-----|
|    | ELEMENTO   | CODIGO | VACIADO    | ROTURA     |             |               |            |                  |              |                   | (kg/cm²)                 | (Mpa) |                  |     |
| 1  | CONCRETO 210 kg/cm² CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MC-10  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20          | 100           | 7866       | 2311             | 210          | 217.6             | 282.1                    | 27.7  | 134.34%          | II  |
| 2  | CONCRETO 210 kg/cm² CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MC-11  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20          | 100           | 7871       | 2305             | 210          | 221.0             | 288.3                    | 28.1  | 136.33%          | III |
| 3  | CONCRETO 210 kg/cm² CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MC-12  | 25/04/2022 | 15/05/2022 | 20          | 100           | 7930       | 2301             | 210          | 215.2             | 278.7                    | 27.1  | 131.76%          | II  |
| 4  | CONCRETO 210 kg/cm² CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MC-13  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28          | 100           | 7880       | 2299             | 210          | 234.4             | 303.3                    | 29.7  | 144.44%          | III |
| 5  | CONCRETO 210 kg/cm² CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MC-14  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28          | 100           | 7851       | 2328             | 210          | 244.7             | 317.8                    | 31.2  | 161.35%          | III |
| 6  | CONCRETO 210 kg/cm² CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MC-15  | 25/04/2022 | 23/05/2022 | 28          | 100           | 7877       | 2314             | 210          | 236.2             | 305.6                    | 30.0  | 145.63%          | II  |
| 7  | CONCRETO 210 kg/cm² CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MC-16  | 25/04/2022 | 04/06/2022 | 40          | 101           | 7936       | 2295             | 210          | 250.9             | 322.4                    | 31.6  | 153.53%          | III |
| 8  | CONCRETO 210 kg/cm² CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MC-17  | 25/04/2022 | 04/06/2022 | 40          | 100           | 7886       | 2319             | 210          | 244.7             | 316.3                    | 31.0  | 150.63%          | III |
| 9  | CONCRETO 210 kg/cm² CON ADICION DE AZUFRE AL 1.5% DEL CEMENTO CURADO EN MEDIOS SALINOS | MC-18  | 25/04/2022 | 04/06/2022 | 40          | 100           | 7897       | 2307             | 210          | 238.3             | 307.8                    | 30.2  | 146.55%          | III |

Observaciones: \*Especímenes fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.



Patrones de Fractura Típicos



Esta certificación no permite la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí descritos.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

001479

Anexo 21: Certificado de calibración – prensa hidráulica.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LFP-009-2022

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/22

Solicitante **CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS  
EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMITADA**

Dirección **AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A  
2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN  
ROMAN - JULIACA**

Instrumento de medición **PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

Identificación NO INDICA

Marca PINZUAR

Modelo PC-42

Serie 489

Capacidad 1500 kN

Indicador PINZUAR

Serie NO INDICA

Bomba ELECTRICA

Procedencia COLOMBIA

Ubicación LABORATORIO DE CONCRETO

Lugar de calibración **AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A  
2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN  
ROMAN - JULIACA**

Fecha de calibración 2022/02/22

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**  
*Ing. Hugo Luis Arévalo Carrico*  
METROLOGÍA



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

| Trazabilidad                   | Patrón Utilizado        | Certificado de Calibración |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de PUCP | Celda de Carga de 100 t | INF-LE N° 175-21           |

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental Inicial: 16,2 °C Final: 14,8 °C  
 Humedad Relativa Inicial: 53 %hr Final: 53 %hr

**Resultados**

TABLA N° 01  
CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

| SISTEMA DIGITAL<br>"A"<br>kN | SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kN) |                 |            |                | PROMEDIO<br>"B"<br>kN | ERROR<br>Ep<br>% | RPTBLD<br>Rp<br>% |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------|----------------|-----------------------|------------------|-------------------|
|                              | SERIE (1)<br>kN                    | SERIE (2)<br>kN | ERROR<br>% | ERROR (2)<br>% |                       |                  |                   |
| 100                          | 99,9                               | 99,8            | -0,10      | -0,2           | 99,9                  | -0,15            | 0,07              |
| 200                          | 199,6                              | 198,6           | -0,20      | -0,7           | 199,1                 | -0,45            | 0,36              |
| 300                          | 299,8                              | 298,3           | -0,07      | -0,57          | 299,1                 | -0,32            | 0,35              |
| 400                          | 397,1                              | 396,9           | -0,72      | -0,78          | 397,0                 | -0,75            | 0,04              |
| 500                          | 498,6                              | 499,1           | -0,28      | -0,18          | 498,9                 | -0,23            | 0,07              |
| 600                          | 599,6                              | 599,1           | -0,07      | -0,15          | 599,4                 | -0,11            | 0,06              |
| 700                          | 695,4                              | 696,2           | -0,66      | -0,54          | 695,8                 | -0,60            | 0,08              |
| 800                          | 797,2                              | 796,9           | -0,35      | -0,39          | 797,1                 | -0,37            | 0,03              |

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



**ARSOU GROUP S.A.C.**

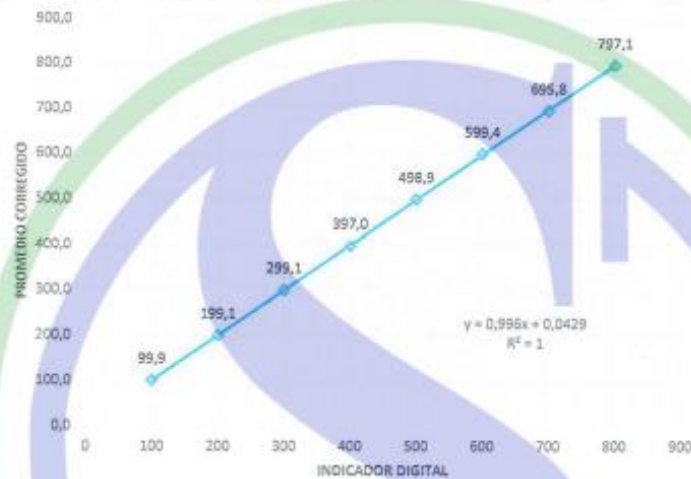
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**  
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo  
 METROLOGÍA



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:  
Donde:  $y = 0,996x + 0,0429$   
Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)  
Y : fuerza promedio (kN)

Observaciones


1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnice  
METROLOGIA



Anexo 22: Certificado de calibración – balanza.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMA-038-2022

Página 1 de 3

---

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Fecha de emisión                  | 2022/02/22   |
| Solicitante                       | <b>CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS<br/>EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD<br/>LIMITADA</b>  |
| Dirección                         | AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA<br>(A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO -<br>SAN ROMAN - JULIACA                        |
| Instrumento de medición           | <b>BALANZA</b>   |
| Identificación                    | SLAD-E-011   |
| Intervalo de indicación           | 600 g  |
| División de escala<br>Resolución  | 0.01 g   |
| División de verificación<br>(e)   | 0.01 g   |
| Tipo de indicación                | Digital  |
| Marca / Fabricante                | OHAUS  |
| Modelo                            | SE602F   |
| N° de serie                       | B528438335   |
| Procedencia                       | ESTADOS UNIDOS   |
| Ubicación<br>Lugar de calibración | LABORATORIO DE MASA<br>AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA<br>(A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO -<br>SAN ROMAN - JULIACA |
| Fecha de calibración              | 2022/02/22   |

**Método/Procedimiento de calibración**  
\*Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 799 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Jorge Luis Arévalo Carniel  
METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMA-038-2022

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

| Trazabilidad                     | Patrón Utilizado           | Certificado de Calibración |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de INACAL | Juego de Pesas de 1g a 2kg | 0575-MPES-C-2021           |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 5 kg               | 0575-MPES-C-2021           |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 10 kg              | 0688-LM-2021               |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 25 kg              | 0689-LM-2021               |

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental      Inicial: 16,6 °C      Final: 16,5 °C  
 Humedad Relativa          Inicial: 51 %hr      Final: 51 %hr

**Resultados**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**








| Medición N° | Carga L1= 300 g                  |        |        | Carga L1= 600 g            |        |        |
|-------------|----------------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|
|             | I (g)                            | ΔL (g) | E (g)  | I (g)                      | ΔL (g) | E (g)  |
| 1           | 300,0                            | 0,001  | -0,001 | 599,96                     | 0,005  | -0,002 |
| 2           | 300,0                            | 0,002  | -0,004 | 599,95                     | 0,004  | -0,004 |
| 3           | 300,0                            | 0,004  | -0,005 | 599,96                     | 0,006  | -0,004 |
| 4           | 300,0                            | 0,003  | -0,007 | 599,96                     | 0,003  | -0,009 |
| 5           | 300,0                            | 0,003  | -0,009 | 599,94                     | 0,005  | -0,012 |
| 6           | 300,0                            | 0,004  | -0,001 | 599,95                     | 0,007  | -0,014 |
| 7           | 300,0                            | 0,004  | -0,004 | 599,95                     | 0,003  | -0,01  |
| 8           | 300,0                            | 0,007  | -0,008 | 599,95                     | 0,005  | -0,009 |
| 9           | 300,0                            | 0,006  | -0,004 | 599,95                     | 0,004  | -0,007 |
| 10          | 299,9                            | 0,005  | -0,003 | 599,94                     | 0,004  | -0,008 |
| Carga (g)   | Diferencia Máxima Encontrada (g) |        |        | Error Máximo Permitido (g) |        |        |
| 300         | 0                                |        |        | 0,05                       |        |        |
| 599,94      | 0                                |        |        | 0,3                        |        |        |



ARSOU GROUP S.A.C.  
 Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-3680 / Cel: +51 928 196 799 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
 Ing. Hugo Luis Arriola Carales  
 METROLOGÍA

Anexo 23: Panel fotográfico

|  <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>   |  |
|--|--|
| <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>   |  |
| <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>   |  |
|                                     |    |
| <p><b>Fotografía 1.</b> Ubicación de la cantera (planta chancadora JESERVI).</p>                                     | <p><b>Fotografía 2.</b> Se observa el proceso de trituración del agregado grueso.</p>  |
|                                    |   |
| <p><b>Fotografía 3.</b> Se extrae el agregado fino de la planta chancadora.</p>                                      | <p><b>Fotografía 4.</b> Se extrae el agregado grueso para posteriores ensayos en laboratorio.</p>  |
|                                   |    |
| <p><b>Fotografía 5.</b> Se realizo los ensayos correspondientes como es granulometría para el diseño de mezclas.</p> | <p><b>Fotografía 5.</b> Se realizo los ensayos correspondientes como es peso unitario suelto y compactación para el diseño de mezclas.</p> |



**Fotografía 6.** Se realizo el peso correspondiente de los materiales a usar como es: cemento, agregado grueso, agregado fino, y azufre.



**Fotografía 7.** Se muestra los materiales cemento, agregado grueso, agregado fino, y azufre.



**Fotografía 8.** Se muestra los materiales cemento, agregado grueso, agregado fino, azufre y agua para el mezclado en mezcladora de concreto tipo trompo.



**Fotografía 9.** Se muestra la medición del agua para el mezclado del concreto.



**Fotografía 10.** Se realiza el peso del azufre.



**Fotografía 10.** Se muestra el peso de azufre para 1 %.



**Fotografía 11.** Se realizó el ensayo de slump o como de abrams.



**Fotografía 12.** Se realizó la medición del asentamiento del ensayo de slump.



**Fotografía 13.** Se observa la elaboración de los especímenes de concreto con adición de azufre.



**Fotografía 14.** Se observa la elaboración de los especímenes de concreto con adición de azufre.



**Fotografía 15.** Se muestra la elaboración total de los especímenes de concreto más adición de azufre.



**Fotografía 16.** Se muestra la elaboración total de los especímenes de concreto más adición de azufre.



**Fotografía 17.** Se muestra el momento del curado de los especímenes de concreto.



**Fotografía 18.** Se muestra el momento del curado de los especímenes de concreto.



**Fotografía 19.** Se muestra el curado con solución de cloruro de sodio.



**Fotografía 20.** Se muestra un espécimen con un deterioro debido a ataques de sales producto del curado con sal.



**Fotografía 21.** Se observa la medición de los especímenes para posterior rotura a compresión.



**Fotografía 22.** Se observa los especímenes para posterior rotura a compresión.



**Fotografía 23.** Se realizó la rotura a compresión de especímenes de 10 x 20 cm.



**Fotografía 24.** Se observa la anotación de los resultados.



**Fotografía 25.** Se extrae las muestras de la poza de curado.



**Fotografía 26.** Se realizó la rotura a compresión de especímenes de 10 x 20 cm.



**Fotografía 27.** Se observa la rotura de concreto a compresión.



**Fotografía 28.** Se observa la rotura de concreto a compresión.