



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Garay Julon, Jose Anderson ([orcid.org/0000-0002-5535-2682](https://orcid.org/0000-0002-5535-2682))

**ASESORA:**

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia ([orcid.org/0000-0003-2497-294X](https://orcid.org/0000-0003-2497-294X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación va dedicado a Dios porque tengo la certeza de que él guía mis pasos y mi progreso va de su mano. A mi familia por su apoyo continuo y por enseñarme siempre con el ejemplo la importancia de la educación.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a dios por mantenerme firme durante este esfuerzo que comprende mi carrera. a mi familia porque sé que siempre podré contar con el apoyo de cada uno de ellos.

Agradezco también a mis maestros en general que me formaron durante todo este proceso

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |     |
|---|-----|
| Dedicatoria.....  | ii  |
| Agradecimiento.....   | iii |
| Índice de contenidos.....   | iv  |
| Índice de tablas .....  | v   |
| Índice de figuras.....  | vii |
| Resumen.....  | ix  |
| Abstract.....   | x   |
| I. Introducción.....  | 1   |
| II. Marco teórico.....  | 5   |
| III. Metodología.....   | 22  |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación.....  | 22  |
| 3.2. Variables y operacionalización.....  | 22  |
| 3.3. Población, Muestra y Muestreo.....   | 23  |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos,<br>validez y confiabilidad..... | 24  |
| 3.5. Procedimientos.....  | 24  |
| 3.6. Método de análisis de datos.....   | 25  |
| 3.7. Aspectos éticos.....   | 25  |
| IV. Resultados.....   | 26  |
| V. Discusión.....   | 27  |
| VI. Conclusiones.....   | 28  |
| VII. Recomendaciones.....   | 29  |
| Referencias .....   | 30  |
| Anexos  |     |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Muestras de probetas cilíndricas<br>(Ensayo de compresión del hormigón) .....                                   | 15 |
| Tabla 2: Muestras de probetas cilíndricas<br>(Resistencia a la carbonatación) .....                                      | 16 |
| Tabla 3: Muestras de probetas cilíndricas (Ensayo para<br>determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos ..... | 16 |
| Tabla 4: Técnicas e instrumentos .....   | 17 |
| Tabla 5: Escala del coeficiente Kappa .....  | 18 |
| Tabla 6: Ensayo de granulometría M-1 .....   | 23 |
| Tabla 7: Descripción de la muestra M-1 .....   | 23 |
| Tabla 8: Ensayo de granulometría M-2 .....   | 24 |
| Tabla 9: Descripción de la muestra M-2 .....   | 24 |
| Tabla 10: Contenido de sulfatos en el suelo .....  | 25 |
| Tabla 11: Capacidad admisible de carga .....   | 25 |
| Tabla 12: Porcentaje de humedad en Lima .....  | 26 |
| Tabla 13: Porcentaje de humedad en Ancón .....   | 26 |
| Tabla 14: Análisis granulométrico del agregado fino .....  | 27 |
| Tabla 15: Análisis granulométrico del agregado grueso .....  | 27 |
| Tabla 16: Peso unitario (agregado grueso suelto) .....   | 28 |
| Tabla 17: Peso unitario (agregado grueso compactado) .....   | 28 |
| Tabla 18: Peso unitario (agregado fino suelto) .....   | 28 |
| Tabla 19: Peso unitario (agregado fino compactado) .....   | 29 |
| Tabla 20: Gravedad específica de sólidos del agregado grueso .....   | 29 |
| Tabla 21: Peso del agregado fino .....   | 30 |
| Tabla 22: Peso específico y absorción del agregado fino .....  | 30 |
| Tabla 23: Resultados de la prueba para determinar<br>la densidad del hormigón.....                                       | 31 |
| Tabla 24: Resultados del ensayo para determinar la absorción .....   | 32 |
| Tabla 25: Resultados del ensayo para determinar el porcentaje<br>de vacíos en concreto endurecido .....                  | 32 |
| Tabla 26: Resultados de la prueba de resistencia a la carbonatación .....  | 33 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 27: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días .....   | 35 |
| Tabla 28: Resultados del ensayo de resistencia a la Compresión a los 14 días .....  | 36 |
| Tabla 29: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días .....  | 37 |
| Tabla 30: Resultados ASTM C642 .....  | 38 |
| Tabla 31: Mejora de la densidad en comparación con el diseño patrón .....           | 39 |
| Tabla 32: Mejora de la absorción en comparación con el diseño patrón .....          | 40 |
| Tabla 33: Mejora del porcentaje de vacíos en comparación con el diseño patrón ..... | 41 |
| Tabla 34: Mejora del pH del hormigón endurecido .....                               | 42 |
| Tabla 35: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión .....                | 43 |
| Tabla 36: Mejora de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días ..... | 44 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Esquema de diseño .....   | 13 |
| Figura 2: Ubicación de la zona de estudio .....   | 20 |
| Figura 3: Georreferenciación de la zona de estudio .....  | 20 |
| Figura 4: Ejecución de calicata .....   | 21 |
| Figura 5: Profundidad de calicata y sustratos del suelo .....                                       | 22 |
| Figura 6: Muestras de sustratos de suelo (M1 y M2) .....  | 22 |
| Figura 7: Densidad .....  | 31 |
| Figura 8: Absorción .....   | 32 |
| Figura 9: Porcentaje de vacíos .....  | 33 |
| Figura 10: pH del concreto .....  | 34 |
| Figura 11: Resultados del ensayo de resistencia a la<br>Compresión del hormigón a los 7 días .....  | 35 |
| Figura 12: Resultados del ensayo de resistencia a la<br>compresión del hormigón a los 14 días ..... | 36 |
| Figura 13: Resultados del ensayo de resistencia a la<br>compresión del hormigón a los 28 días ..... | 37 |
| Figura 14: Resultado general de propiedades físicas ASTM C642 .....                                 | 39 |
| Figura 15: Resultado de diseño y dosificaciones ASTM C642 .....                                     | 39 |
| Figura 16: Mejora de la densidad en comparación con el<br>diseño patrón .....                       | 40 |
| Figura 17: Mejora de la absorción en comparación con el<br>diseño patrón .....                      | 40 |
| Figura 18: Mejora del porcentaje de vacíos en comparación<br>con el diseño patrón .....             | 41 |
| Figura 19: Mejora del pH del hormigón endurecido .....  | 42 |
| Figura 20: Resultados del ensayo de resistencia a la<br>compresión .....                            | 44 |
| Figura 21: Resultados de la prueba de resistencia a la<br>compresión a 28 días .....                | 44 |
| Figura 22: Mejora de la resistencia a la compresión del<br>concreto a los 28 días .....             | 45 |
| Figura 23: Elaboración de calicata .....  | 66 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 24: Sustratos del suelo .....   | 66 |
| Figura 25: Aditivo Sika 1 .....  | 66 |
| Figura 26: Ensayo químico .....  | 66 |
| Figura 27: Peso del aditivo Sika 1 .....   | 67 |
| Figura 28: Slump de concreto del diseño patrón - 4" .....  | 67 |
| Figura 29: Slump de concreto con incorporación de<br>2.75% de aditivo Sika 1 - 6" .....  | 67 |
| Figura 30: Slump de concreto con incorporación de<br>3.75% de aditivo Sika 1 - 8.5" .....  | 67 |
| Figura 31: Slump de concreto con incorporación de<br>4.75% de aditivo Sika 1 - 9.5" .....  | 68 |
| Figura 32: Aplicación de fenolftaleína para el ensayo<br>de resistencia a la carbonatación .....   | 68 |
| Figura 33: Aplicación de fenolftaleína para el ensayo<br>de resistencia a la carbonatación diseño patrón .....   | 68 |
| Figura 34: Aplicación de fenolftaleína para el ensayo<br>de resistencia a la carbonatación en concreto<br>con incorporación de 2.75% de aditivo Sika 1 ..... | 68 |
| Figura 35: Aplicación de fenolftaleína para el ensayo de<br>resistencia a la carbonatación en concreto con<br>incorporación de 3.75% de aditivo Sika 1 ..... | 69 |
| Figura 36: Aplicación de fenolftaleína para el ensayo de<br>resistencia a la carbonatación en concreto con<br>incorporación de 4.75% de aditivo Sika 1 ..... | 69 |
| Figura 37: Ensayo de resistencia a la compresión – Diseño patrón .....   | 69 |
| Figura 38: Ensayo de resistencia a la compresión – dosificación<br>de 2.75% de aditivo Sika 1 .....  | 69 |
| Figura 39: Ensayo de resistencia a la compresión – dosificación<br>de 3.75% de aditivo Sika 1 .....  | 70 |
| Figura 40: Ensayo de resistencia a la compresión – dosificación<br>de 4.75% de aditivo Sika 1 .....  | 70 |



## RESUMEN

En la actualidad uno de los principales problemas del concreto en cimentaciones es el deterioro del mismo puesto que la presencia de sulfatos en el suelo y la humedad del ambiente genera que se presenten patologías como eflorescencia, fisuras, carbonatación, etc. La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar la influencia de la incorporación del aditivo Sika 1 en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones. Para ello se empleó el método científico de diseño experimental de tipo cuasi experimental, de tipo aplicada, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. Así mismo, se empleó un total de 44 muestras, de las cuales se realizaron: a 36 muestras el ensayo de resistencia a la compresión, a 4 muestras el ensayo de resistencia a la carbonatación y 4 muestras el ensayo para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el concreto endurecido. Se trabajó con diseño patrón y dosificaciones de 2.75%, 3.75% y 4.75% de incorporación de aditivo sika 1. Demostrando que la incorporación del aditivo sika 1 al 2.75% mejora las propiedades físicas, resistencia a la compresión y resistencia a la carbonatación del concreto endurecido. Estos resultados son importantes para mejorar las propiedades del concreto  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  en cimentaciones.

Palabras clave: Aditivo Sika 1, propiedades físicas, resistencia a la carbonatación, resistencia a la compresión

## ABSTRACT

At present one of the main problems of concrete in foundations is its deterioration since the presence of sulphates in the soil and the humidity of the environment generates pathologies such as efflorescence, cracks, carbonation, etc. The main objective of the present investigation was to evaluate the influence of the incorporation of the Sika 1 additive on the concrete properties  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  in foundations. For this, the scientific method of experimental design of a quasi-experimental type, an applied type, a descriptive level and a quantitative approach was used. Likewise, a total of 44 samples were used, of which they performed: 36 samples the compressive strength test, 4 samples the carbonation resistance test and 4 samples the test to determine density, absorption and percentage of voids in hardened concrete. We worked with a standard design and dosages of 2.75%, 3.75% and 4.75% incorporation of sika 1 admixture. Demonstrating that the incorporation of sika 1 admixture at 2.75% improves the physical properties, compressive strength and resistance to carbonation of concrete. hard. These results are important to improve the properties of concrete  $f'c = 210\text{kg / cm}^2$  in foundations.

Keywords: Sika 1 additive, physical properties, resistance to carbonation, compressive strength

## I. INTRODUCCIÓN

El agua y el cemento, ambos componentes activos del concreto tienden a reaccionar químicamente logrando durante el proceso del fraguado llegar a su máxima resistencia de diseño; y los elementos inertes son los agregados, dividiéndose dentro de su clasificación en agregados finos y agregados gruesos. El concreto armado, a pesar de haber llegado a su máxima resistencia de diseño aún se ve afectado por distintos daños, ocasionados por diversos agentes como por ejemplo los biológicos, físicos, ambientales y químicos, lo que genera patologías como fisuras, grietas, eflorescencia, corrosión, etc.<sup>1</sup>

La humedad que se encuentra en el ambiente o en el suelo es uno de los agentes que produce la corrosión del acero ya que al ingresar por la porosidad del concreto desgasta la capa protectora que lo cubre. Al combinarse la humedad con los gases contaminantes de la atmosfera se produce un efecto que perjudica al concreto, por ejemplo, cuando se mezcla el CO<sub>2</sub> con la humedad (agua) se produce una reacción química que al ingresar por los vacíos del concreto genera que el hidróxido de calcio que contiene el cemento se transforme en carbono, lo que origina que el concreto disminuya su PH, por consecuencia se genera la corrosión por efecto de carbonatación.<sup>2</sup>

En México, la humedad, la temperatura y la presión son factores que perjudican al concreto ocasionando que se desgaste. La humedad presente en el concreto es uno de los factores que aporta negativamente puesto que contribuye, con el pasar del tiempo, que este se empiece a su proceso de deterioro. Otro factor que no aporta positivamente al concreto es la temperatura ya que con el solo hecho que aumente duplica su velocidad de deterioro.”<sup>3</sup>

En el departamento de Tacna la escasa aplicación de procesos constructivos, conocimiento técnico, control de calidad y diseños estructurales adecuados, han afectado la durabilidad y tiempo de vida útil de las edificaciones cercanas al mar. Su cercanía al mar y la agresividad del medio ambiente, hacen que el concreto sea propenso al ataque de agente nocivos como cloruros, sulfatos y carbonatación. Estos agentes nocivos al estar en contacto con el concreto generan la presencia de

patologías, el estudio del deterioro del concreto es un tema muy particular debido a los diferentes tipos de origen: físico, químico, fisoquímico y estructural.<sup>4</sup>

En el distrito de Ancón, las viviendas construidas presentan en su cimentación patologías como eflorescencia, fisuras, carbonatación, etc. Ocasionados por agentes químicos y ambientales generando con el tiempo que el deterioro del mismo afecte su durabilidad. Es por ello que para mejorar las características del hormigón se emplean aditivos impermeabilizantes durante la preparación de la mezcla con el propósito de enriquecer la permeabilidad y resistencia del hormigón, logrando evitar el ingreso de la humedad al concreto en la construcción de viviendas, ya que el ingreso de humedad u otro agente es perjudicial para la estructura de concreto. Por otro lado, la incorporación de un aditivo impermeabilizante es con el objetivo de fabricar un concreto que disminuya su permeabilidad con el fin de evitar el filtro de la humedad convertida en agua al interior del mismo y así evitar que se produzca la corrosión.

Por lo señalado se ha planteó en la actual investigación el siguiente problema general: ¿De qué manera influye la incorporación del aditivo Sika 1 en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021?; asimismo, los problemas específicos: ¿En cuánto influye el aditivo Sika 1 en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021?, ¿En cuánto influye el aditivo Sika 1 en la resistencia a la carbonatación del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021? y ¿En cuánto influye el aditivo Sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021?

La justificación práctica nos ayuda a resolver un problema o nos propone caminos para resolverlo.<sup>5</sup> En la investigación presentada el desarrollo y los resultados obtenidos se resolvió cual es finalmente la influencia que genera la incorporación del aditivo Sika 1 a las características del hormigón  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  logrando así verificar que opción resulta mejor en cuando a la dosificación elegida. Lo expuesto conlleva a la justificación teórica que indica la relevancia que conlleva la indagación de un enigma en el desarrollo de una teoría existente.<sup>6</sup> Logrando ampliar, mejorar

y reforzar los conocimientos de las propiedades del concreto y su comportamiento posterior a la agregación del aditivo impermeabilizante Sika 1 en dosificaciones propuestas logrando de esta manera que futuras investigaciones puedan hacer frente uso e incorporación de aditivo impermeabilizante en la mezcla del concreto para contribuir al avance en la ingeniería. Además, es preciso señalar la justificación metodológica se da cuando los instrumentos y técnicas de investigación se pueden emplear para futuras investigaciones.<sup>7</sup> Para comprender, analizar y determinar la influencia que genera la incorporación de aditivo sika 1 en dosificaciones 2.75%, 3.75% y 4.75% según el peso de la mezcla de hormigón se usaron fichas para recolectar datos, así como fichas de resultados de laboratorio las cuales podrían emplearse en futuras investigaciones. Finalmente se justifica económicamente ya que la incorporación del aditivo Sika 1 ayuda a mejorar las características del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones logrando de esta manera que una vivienda construida con el debido proceso tenga más tiempo de vida.

Es por ello que en la actual investigación se plantea como objetivo general evaluar la influencia de la incorporación del aditivo Sika 1 en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021; Asimismo, los objetivos específicos: Determinar el efecto que produce del aditivo Sika 1 en las propiedades física del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021, Lima 2021, determinar el efecto que produce el aditivo Sika 1 en la resistencia a la carbonatación del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021 y determinar el efecto que produce el aditivo Sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021.

Para ello, se parte de la siguiente Hipótesis general: La incorporación del aditivo Sika 1 influye positivamente en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021. Asimismo, las Hipótesis específicas: El aditivo Sika 1 influye notoriamente en las propiedades física del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021, el aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la carbonatación del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021, Lima 2021 y el aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

En México por Limón (2016), quien tuvo como objetivo evaluar el desempeño de tres aditivos reductores de permeabilidad ejecutando mezclas de hormigón y comparando los resultados obtenidos con concretos que contengan adiciones minerales (humo sílice). Empleando para ello una metodología de tipo aplicada de diseño experimental, y empleándose para esta investigación dos relaciones a/c, 0.40 y 0.45. Para cada relación a/c se fabricaron cuatro mezclas, una testigo y las otras tres con diferentes aditivos comerciales que reducen la permeabilidad (KIM, Penetron y Sika WT 100) cuya dosificación se realizó utilizando los valores de consumo de acuerdo con lo estipulado por el fabricante (KIM=8kg/m<sup>3</sup>, Penetron=0.8%, Sika WT 100= 2%). El cálculo se realizó en función del peso del cemento que será incorporado en el concreto. Obteniendo en el contenido de airea atrapado en las mezclas resultados en promedio de 2.1%, lo cuales es aceptable ya que en el diseño se consideró un 2%. El peso volumétrico de las mezclas en estudio es muy similar, varia de 2300 a 2331.9 kg/m<sup>3</sup> y de 2290 a 2321.3 kg/m<sup>3</sup> en los diseños de relación a/c de 0.4 y 0.45 respectivamente. Se observa que para las mezclas en análisis con la utilización de aditivo reductor de la permeabilidad provocan un aumento en la resistencia a la compresión de un 5 a 10% respecto a la mezcla de testigos a edades de 28 y 91 días. En las pruebas de resistencia realizadas a 28 días se verificó que la adición de aditivo reductor de permeabilidad incrementó la resistencia en el concreto, el mismo caso se presentó para relación a/c 0.40 y 0.45. La conclusión es dar a conocer que los aditivos que ayudan a acortar la permeabilidad en el concreto se deben incluir en obras de gran valor como obras de contención o almacenamiento de agua ya que presentaron un buen desempeño en las pruebas de porosidad y capilaridad. Además, que el uso de aditivos incrementa en promedio de 5% la resistencia del concreto en comparación con la mezcla testigo a cualquier edad de ensayo.

Posterior a ello, tenemos en Ecuador a Rodríguez (2016), que tuvo como objetivo estudiar la impermeabilidad del hormigón con diversas resistencias para lo cual empleó agregados de la región y aditivo impermeabilizante. La metodología es de tipo aplicada y diseño empírico debido a que se empleó el aditivo impermeabilizante con un 2% el peso del cemento presente en la mezcla para los diseños 210 kg/cm<sup>2</sup> y 240 kg/cm<sup>2</sup> y se analizó como varia su impermeabilidad a la edad de 28 días.

Obteniéndose como resultado que el hormigón de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , al que no se le agregó aditivo, luego de estar curado a 28 días presentó una profundidad media de penetración de agua de 30mm y la muestra  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  que se le agregó aditivo y también fue curado por 28 días presentó una profundidad media de penetración de agua de 14 mm. Además, que la muestra  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ , sin aditivo impermeabilizante, curado a 28 días tiene una profundidad media de penetración agua de 19mm, mientras que la muestra  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ , con aditivo impermeabilizante, curado a 28 días obtiene una profundidad media de penetración agua de 14 mm. La conclusión es que al añadir el aditivo impermeabilizante en relación del peso de cemento presente en el hormigón en ambos casos nos dió 14 mm el valor de penetración de agua, y para el hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  un valor máximo de penetración de agua de 18 mm, entretanto que para el concreto  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  un valor máximo de penetración de 15 mm.

Finalmente, en México tenemos a Castillo (2016), cuyo objetivo es analizar los agentes químicos que perjudican y modifican el tiempo de vida del concreto, así como las complicaciones que se dan durante la agresión de los agentes químicos en las estructuras. Empleándose una metodología de tipo aplicada y diseño experimental, ya que se mezcló puzolana superfina con concreto y se analizó su resistencia a la penetración de cloruros, las dimensiones de las probetas para este ensayo son de 7 x 7 x 7, para dosificaciones de mezclas de 100% cemento portland, 80% cemento + 20% puzolana y 60% cemento + 40% puzolana con relación A/C:0.5. En paralelo se preparan las barras de acero de 8 cm las cuales deben presentar un área sin restos de óxidos las cuales se introducen en el mortero aproximadamente 5 cm. Una vez endurecidas las muestras son expuestas a disoluciones de cloruros y a altos voltajes, con una potencia constante de 12V. Obteniéndose como resultado que las barras de acero expuestas a cloruros presentan corrosión y pequeñas picaduras en toda su superficie. La conclusión es que un concreto es durable siempre y cuando pueda resistir el desgaste a la acción química y otros, basándose en las condiciones ambientales y el uso del mismo.

En Cajamarca tenemos a Sota (2017), quien tiene como fin de examinar y analizar cómo influye el aditivo sika 1 en la resistencia y en las características físicas de un concreto con escasa permeabilidad. Empleándose una metodología de tipo aplicada y diseño experimental por que se empleó de manera controlada los aditivos Zeta 1 y Sika 1 en proporciones de 1%, 3% y 5% el peso del cemento en la mezcla. Empleándose para esta investigación un concreto de diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Obteniéndose como resultado que al emplear aditivo Zeta 1 en la proporción del 1%, 3% y 5% se obtienen resistencias de  $249.88\text{ kg/cm}^2$ ,  $236.97\text{ kg/cm}^2$  y  $233.83\text{ kg/cm}^2$  correspondientemente, mientras que empleándose el aditivo Sika1 en la proporción del 1%, 3% y 5% se obtienen resistencias de  $279.04\text{ kg/cm}^2$ ,  $296.72\text{ kg/cm}^2$  y  $252.65\text{ kg/cm}^2$  correspondientemente. La conclusión es que al agregar aditivo Sika 1 con un 3% el peso del cemento se logra que la resistencia aumente 41.29% a los 28 días.

Posterior a ello tenemos en Cajamarca a Terán (2018), cuyo objetivo ha sido evaluar las características físicas / mecánicas del hormigón  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$ , para ello utilizando el cemento portland de tipo I y aditivo Sika Cem impermeable, en el departamento de Cajamarca. Empleándose una metodología experimental y el enfoque es cuantitativo, puesto que busca aumentar las características físicas / mecánicas del hormigón de  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$  al integrar en la pasta el cemento portland de tipo I con el aditivo Sika Cem impermeable. En la investigación los especímenes de hormigón estudiadas consistían en probetas que contenían aditivo Sika Cem impermeable en el 0.96%, 1.92% y 2.88% del peso del cemento y fueron ensayadas a 7, 14 y 28 días. Obteniendo como resultado una relación directa entre el concreto patrón con el concreto y aditivo ya que a medida que varían una, varían las otras. Con respecto a las características mecánicas, la resistencia a la compresión se incrementa con referencia al concreto patrón. La conclusión es que el aditivo Sika Cem Impermeable mejora e incrementa las características físicas del hormigón ya que se logra aumentar la resistencia ya que su porosidad se reduce.

Finalmente tenemos en Lima a Mancilla y Chávez (2018), quienes tienen como objetivo determinar como la corrosión perjudica a las estructuras de concreto armado de las viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018. La metodología de diseño es no experimental, ya que el investigador observó hechos y situaciones existentes en campo, las cuales no



fueron provocadas por el investigador. Para esta investigación se tomó en consideración las afectaciones de corrosión, fisuras y grietas presentes en las viviendas estudiadas. Determinado que el 72% de viviendas presenta un grado de corrosión crítico. Además de ello que el grado de corrosión crítico en las columnas, vigas y losas es de un 80%, 72% y 60% respectivamente. También que el grado de fisuras crítico en las columnas, vigas y losas es de un 80%, 84% y 88% respectivamente y finalmente que el grado de agrietamiento crítico en columnas, vigas y losas es de un 80%, 64% y 64% respectivamente. Llegándose a concluir según la calificación de grado de corrosión que desde el año 1993 existe una afectación por corrosión en un 75% de las viviendas estudiadas, los ensayos en laboratorio como en campo permitió conocer cuáles son las principales causas en las viviendas autoconstruidas, la calidad del concreto y los agentes del medio ambiente son causantes de la corrosión, ya que el recubrimiento probado en el campo con respecto a las tres viviendas no cumple las normativa y la profundidad de la carbonatación es alta y el pH del concreto va de 8, 5-9 donde tiende a la línea ácida, por otro lado los sulfatos van en alta tendencia.

En Nigeria tenemos a Ichebadu (2018), quien nos indica que los problemas que involucran la durabilidad del hormigón generalmente consideran los fluidos agresivos que se encuentran presentes en el entorno que rodea al hormigón a través del hormigón de recubrimiento y posteriormente actúan sobre ellos por alguna reacción física o química en su estructura interna, provocando su deterioro. El agua se toma como un agente de deterioro ya que en ella se disuelven algunos materiales o agentes nocivos y son responsables de la mayoría de los problemas físicos y químicos de degradación y durabilidad del hormigón. Tomando esto como punto de partida, es imperativo que el hormigón sea lo más impermeable posible y para ello se dispone de pruebas de penetración de agua.<sup>8</sup>

En India tenemos a Venkat (2021), quien nos indica que la principal causa de la corrosión del hormigón es la carbonatación, cuyo mecanismo involucrado en esta etapa es que la atmósfera reacciona con el cemento hidratado destruyendo su alcalinidad. La porosidad, permeabilidad, difusión y capilaridad son propiedades que transportan y muestran su efecto sobre la carbonatación. La carbonatación es un proceso por el cual el ambiente reacciona con el cemento hidratado y forma carbonato de calcio, reduciendo así su alcalinidad y su vida útil. Sin embargo, los

efectos negativos de la carbonatación se pueden reducir mediante el uso de hormigón de alta resistencia y se pueden complementar con una baja relación agua / cemento.<sup>9</sup>

En India tenemos a Suba y Srinivasan (2016), quienes nos indican que el principal problema de deterioro de una estructura es la corrosión, esta puede ser por corrosión inducida por carbonatación o corrosión inducida por cloruro. Las sustancias que dañan el hormigón como el cloruro, el dióxido de carbono, el oxígeno y la humedad pueden penetrar en la estructura a través de los espacios porosos del hormigón, provocando que la capa de hormigón que protege el acero se rompa y desencadene su corrosión.<sup>10</sup>

En Perú Hernández y Mendoza (2016), nos dijeron que existen varios tipos de factores que alteran la resistencia del hormigón y se pueden dividir en dos categorías: Los factores externos son los que se hallan en ecosistema o debido a condiciones de servicio tales como iones de cloruro, dióxido de carbono, sulfatos, bacterias y el ciclo de congelación-descongelación. Además, los factores internos presentes en el propio hormigón, como los iones de cloruro en algunos agregados y el álcali en el cemento, interactúan con aditivos potencialmente reactivos. Además, es capaz de clasificarse por origen en factores físicos, químicos, biológicos y mecánicos. A veces, estos factores están presentes simultáneamente. El valor crítico de los agresores depende de la zona en la que se detecten, la velocidad de aproximación y el medio de transporte. Estos agentes agresivos pueden ser gases, líquidos o partículas que forman parte del piso adyacente al hormigón.<sup>11</sup>

En México Gonzales (2017), la denomina como condiciones médicas específicas incluyen un conjunto de síntomas que tienden a afectar el funcionamiento de las estructuras a través de una variedad de causas, síntomas, formas y mecanismos. La naturaleza del daño reacciona con factores como las contracciones mecánicas, químicas, electroquímicas, físicas y biológicas, no obstante, no hay que olvidar los factores que interviene varios factores como la contracción por secado, la contracción plástica y la contracción térmica, así como el asentamiento plástico, la lixiviación, la eflorescencia y el alabeo, entre otros elementos. Uno de los principales patólogos constructivos de México es el doctor Pedro Castro Borges,

investigador principal del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional de la Unidad de Mérida en Yucatán. Nos mencionan que los problemas patológicos del hormigón se clasifican de la siguiente manera: Dos categorías principales, en donde la primera ocurre en las grandes ciudades y los que surgen en las zonas costeras. Teniendo en cuenta que la geografía de México cubre más de 11 mil Kilómetros de costas, en donde esto es un gran problema. En la primera categoría, los expertos dicen: “Puede que esté pensando principalmente en cuestiones específicas de los carbonatos, pero si estás hablando de ares costeras, estás hablando de la sal de mar.” Sin embargo, no existe un dilema patológico con respecto a la sostenibilidad. De hecho, señalan que hay muchas situaciones que se pueden evitar si cada proyecto se diseña con los estándares adecuados de rigidez, seguridad y resistencia.<sup>12</sup>

En Costa Rica Chine y Cuevas (2019), los materiales con más transcendencia en el área de la construcción son el concreto y el acero los cuales son altamente vulnerables a los agentes atmosféricos y tienen la posibilidad de degradarse por corrosión. Acciones para examinar y definir el efecto de la corrosión atmosférica de estructuras, debido al aumento del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmosfera como resultado del cambio climático, son apoyadas por los gobiernos de diferentes países. En USA un informe del ASCE resalta la deficiencia del sistema de transporte, en especial la degradación de las estructuras de los puentes y los elevados precios asociados con la corrosión del acero. En Costa Rica por los escasos métodos de monitoreo de las edificaciones existentes y a una pésima política de mantenimiento, se hace imperioso la aplicación de modelos predictivos que nos permitan ocuparse a tiempo de cualquier tipo de construcción antes de que se vea afectada la salud e integridad de sus usuarios. Estos modelos podrían cooperar en la implementación de nuevos métodos y normas, como requisitos de diseño en los códigos nacionales.<sup>13</sup>

Como base teórica tenemos al hormigón que es una mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento que contenga árido fino, árido grueso y agua, con o sin aditivo <sup>14</sup>, que comprende aproximadamente del 60% al 75% del hormigón total. Su elección es muy importante, ya que debe estar constituida por partículas resistentes a las fuerzas mecánicas y a las condiciones de contacto y no debe contener sustancias que puedan dañar las superficies de hormigón.<sup>15</sup> En general, el

hormigón se puede definir como una mezcla de aglomerante (compuerta hidráulica de cemento ) con materiales auxiliares como áridos, agua y en ocasiones aditivos, para que la mezcla se endurezca y se convierta en roca artificial capaz de soportar elevadas tensiones de tracción.<sup>16</sup>

Los aditivos son materiales distintos del agua, agregados o cemento, y se utiliza como ingrediente en la fabricación de hormigón o morteros y que es añadido a la mezcla durante su mezclado o antes,<sup>17</sup> los aditivos impermeabilizantes tienen la labor de reducir la relación agua-cemento, por consiguiente, reduce también la permeabilidad del mismo, mientras que otros aditivos impermeabilizantes bloquean la capilaridad de concreto y aportan en reducir la corrosión del concreto en ambientes químicamente agresivos, dichos aditivos incluyen ácido graso alifático y una mezcla acuosa de glóbulos poliméricos en sus componentes.<sup>18</sup>

Con respecto al aditivo impermeabilizante, su función principal es reducir la permeabilidad del concreto, puesto que busca reducir la cantidad de ingreso de fluidos en el concreto, adicional a ello también contribuye con el hormigón armado en el control del desgaste del acero (oxidación) ya que minimiza la relación del agua ajena al proceso de hidratación del cemento con el acero logrando así proteger la integridad mecánica en conjunto.<sup>19</sup>

El aditivo Sika 1 es un aditivo impermeabilizante líquido de fraguado normal para mortero y concreto, una de sus características es bloquear los capilares y poros del concreto ya que proporciona una barrera de agua efectiva contra la transmisión de agua líquida, beneficiando que el concreto o mortero obtenga mayor impermeabilidad.<sup>20</sup>

La permeabilidad del hormigón es la cantidad de agua que fluye a través de él cuando el agua está bajo presión o la capacidad del hormigón para resistir la entrada de agua u otro líquido dada en función de la permeabilidad de la mezcla y el tamaño de las partículas de agregado, la calidad de la mezcla y las proporciones relativas de la mezcla y el agregado,<sup>21</sup> los concretos diseñados para tener baja permeabilidad en contacto al agua debe tener una relación agua / cemento de un máximo de 0.5 y un mínimo de 28 MPa para concreto de agregado normal o liviano.<sup>22</sup>

La durabilidad del hormigón es la capacidad del hormigón para resistir las influencias ambientales, como el ataque químico y la corrosión, conservando sus características técnicas,<sup>23</sup> y también es la capacidad por la cual la construcción de edificios con hormigón tiende a mantener las condiciones físicas y químicas. Cuando un material sufre un deterioro material debido a los diversos efectos de cargas y tensiones, que se tienen en cuenta en su diseño estructural,<sup>24</sup> también se define como la capacidad del hormigón para resistir impactos como el clima, el ataque químico y la corrosión o cualquier otro proceso de deterioro, y se afirma que este hormigón es duradero que mantendrá su forma original, calidad y características de servicio cuando se encuentre en un alto nivel en este tipo de ambiente.<sup>25</sup>

Siendo la carbonatación un fenómeno ocasionado por la vinculación química entre el Hidróxido de calcio del hormigón y el dióxido de carbono de la atmósfera, la formación consiste en un carbonato de calcio insoluble que afecta el refuerzo de acero porque pierde pH y ya no es un ambiente muy alcalino con pH de 12 a 13, que evita la corrosión de acero de refuerzo, alcanzando el pH menor que 9, causando que la protección de la capa de óxido se desestabilice y aumenta la capacidad de corrosión generando fisuras y grietas en el hormigón,<sup>26</sup> esto reduce la alcalinidad del hormigón necesaria para proteger el refuerzo de la corrosión. Por lo tanto, el concreto debe soportar quemarse para resistir la corrosión del acero. La relación baja en agua / cemento, bajo contenido de cemento, tiempo de curación corta, concreto de baja resistencia y alta permeabilidad del hormigón promueven su carbonatación.<sup>27</sup>

La prueba de compresión o tracción basada en la aplicación de una carga de esfuerzo axial a un rollo de diamante fundido o extraído a velocidad estándar dentro del rango de falla, calculado dividiendo la carga máxima alcanzada por la longitud de la prueba entre el área de la sección recta de la muestra<sup>28</sup> es la medida de rendimiento más común que utilizan los ingenieros para diseñar estructuras, se mide mediante la fractura de los patrones de columnas de hormigón en una máquina de ensayo de tracción y se calcula a partir de la fractura de carga dividida por el área de soporte de carga, el resultado se muestra en MPa, se debe tener cuidado al interpretar el significado del resultado de resistencia a la compresión, ya

que esta no es una propiedad fundamental. Para el concreto, los valores obtenidos dependen del tamaño y forma del tubo de ensayo, dosis, método de mezclado, procedimiento de muestreo y extracción, y todos los demás.<sup>29</sup>

La prueba para determinar la densidad del hormigón, absorción y porcentaje de vacíos es útil porque se desarrollan datos requeridos para la conversión entre masa y volumen del concreto, también puede utilizarse para lograr determinar el cumplimiento de un concreto con especificaciones y mostrar la diferencia entre varios puntos de una masa del concreto,<sup>30</sup> para ello la muestra debe consistir de varias probetas de concreto, las cuales se deben ensayar de forma separada; las probetas pueden ser cilíndricas, corazones o vigas considerando que el volumen de cada proporción no sea menor de 350 cm<sup>3</sup> de concreto equivalente a una masa de 800g,<sup>31</sup> este ensayo podría dejar inservibles las probetas para ensayos adicionales, especialmente para la prueba de compresión del hormigón.<sup>32</sup>

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Es aplicada porque se apoya en los resultados obtenidos de una investigación y se destinó a abordar problemas comunitarios, regionales o nacionales, y formulándose problemas e hipótesis que ayudaron a resolverlos.<sup>33</sup> En la investigación se considera un estudio aplicado ya que incorporándole aditivo Sika 1 a la mezcla de concreto buscamos mejorar las características del hormigón  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones.

**Diseño de investigación:** Es experimental de tipo cuasi experimental debido que se escogieron los grupos de variables que fueron analizadas durante el proceso de selección que no es aleatoria, con enfoque cuantitativo puesto que se basó en los datos con los que se analizó, comprobó información y datos.<sup>34</sup> En esta investigación se manipuló la variable independiente (Aditivo Sika1) y se evaluó el efecto que se produce en la variable dependiente (características del hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones).

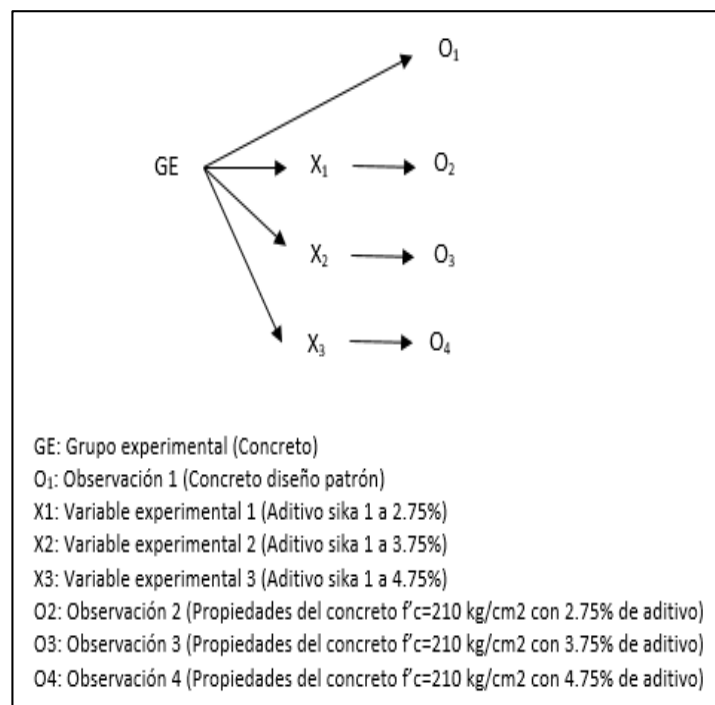


Figura 1. Esquema de diseño

**Nivel de investigación:** Es una investigación descriptiva puesto que mediante la colección de datos o información se busca probar una hipótesis relacionada con los temas de investigación. En la investigación, se tuvieron que realizar diversos ensayos para poder determinar la influencia que genera la incorporación del aditivo sika 1 en la mezcla del concreto y lograr de esta manera probar la hipótesis planteada inicialmente.

**Enfoque de investigación:** Es un enfoque cuantitativo puesto que se empleó la recolección de datos y el estudio de los mismos para probar las hipótesis propuestas previamente.

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

Las variables son todo aquello que se puede medir, controlar y estudiar dentro de una investigación, según sus propiedades matemáticas pueden ser cuantitativos o cualitativos y según su criterio metodológico pueden ser dependiente e independiente, según la definición conceptual se trata de definiciones encontradas en libros o diccionarios mientras que según la definición operacional indica que se necesitan de conjunto de procedimientos o actividades para ser medida.<sup>35</sup> Como se señaló anteriormente en el trabajo de investigación se tienen dos tipos de variables, la independiente como el aditivo Sika 1 y la dependiente como las características del hormigón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. (ver anexo 1)

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

#### **Población**

Es un conjunto finito o infinito de unidades de estudio que consiste en un grupo de individuos, cosas o eventos que tienen propiedades mensurables comunes y constituyen la unidad de estudio.<sup>36</sup>

En la presente investigación sobre la incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las características del hormigón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se realizaron pruebas con fin de realizar pruebas correspondientes cuya población son todas las probetas cilíndricas de hormigón de diseño  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con y sin un porcentaje de aditivo sika 1 al 2.75%, 3.75% y 4.75% según el peso del cemento presente en la mezcla.



## Muestra

Es una parte seleccionada de la población que tiene todas las similitudes que hacen posible la investigación cuya selección ha dependido de la calidad y cuan más preciso se quiera que sea el estudio de la población.<sup>37</sup>

En la presente investigación la muestra estuvo conformada 44 probetas elaboradas a partir de la mezcla del hormigón de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, 9 probetas sin incorporación de aditivo, 9 probetas con incorporación de 2.75% de aditivo Sika 1, 9 probetas con incorporación de 3.75% de aditivo Sika 1 y 9 probetas con incorporación de 4.75% de aditivo Sika 1 a las cuales se les realizó la prueba de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días. 1 probeta sin incorporación de aditivo, 1 probeta con incorporación de 2.75% de aditivo Sika 1, 1 probeta con incorporación de 3.75% de aditivo Sika 1 y 1 probeta con incorporación de 4.75% de aditivo Sika 1 a las cuales se realizó el ensayo correspondiente a la resistencia de la carbonatación del concreto. Finalmente 1 probeta sin incorporación de aditivo, 1 probeta con incorporación de 2.75% de aditivo Sika 1, 1 probeta con incorporación de 3.75% de aditivo Sika 1 y 1 probeta con incorporación de 4.75% de aditivo Sika 1 a las cuales se les realizó el ensayo para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos.

**Tabla 1.** Muestras de probetas cilíndricas (Ensayo de compresión del hormigón).

| Probetas cilíndricas                 | muestras |         |         | Parcial |
|--------------------------------------|----------|---------|---------|---------|
|                                      | 7 días   | 14 días | 28 días |         |
| Concreto diseño patrón               | 3        | 3       | 3       | 9       |
| Concreto con 2.75% de aditivo sika 1 | 3        | 3       | 3       | 9       |
| Concreto con 3.75% de aditivo sika 1 | 3        | 3       | 3       | 9       |
| Concreto con 4.75% de aditivo sika 1 | 3        | 3       | 3       | 9       |
| Total                                |          |         |         | 36      |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.** Muestras de probetas cilíndricas (Resistencia a la carbonatación).

| Probetas cilíndricas                 | muestras | Parcial |
|--------------------------------------|----------|---------|
| Concreto diseño patrón               | 1        | 1       |
| Concreto con 2.75% de aditivo sika 1 | 1        | 1       |
| Concreto con 3.75% de aditivo sika 1 | 1        | 1       |
| Concreto con 4.75% de aditivo sika 1 | 1        | 1       |
| Total                                |          | 4       |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.** Muestras de probetas cilíndricas (Ensayo para determinar la densidad del hormigón, absorción y porcentaje de vacíos).

| Probetas cilíndricas                 | muestras | Parcial |
|--------------------------------------|----------|---------|
| Concreto diseño patrón               | 1        | 1       |
| Concreto con 2.75% de aditivo sika 1 | 1        | 1       |
| Concreto con 3.75% de aditivo sika 1 | 1        | 1       |
| Concreto con 4.75% de aditivo sika 1 | 1        | 1       |
| Total                                |          | 4       |

Fuente: Elaboración propia

### **Muestreo**

El modelo de muestreo es no probabilístico puesto que para la selección de las muestras interviene el criterio del investigador.<sup>38</sup> En la investigación se tuvo en consideración las características de diseño de cada probeta cilíndrica de concreto.

### **Unidad de análisis**

En la investigación, la unidad de análisis es considerada como una parte importante de la indagación. Se tiene como título “Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las características del hormigón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021” y se identificó la unidad de estudio como las probetas de hormigón.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### Técnicas e instrumentos

Las técnicas utilizadas para la recopilación de datos son las formas particulares de obtener datos o información, y los instrumentos utilizados para recopilar los datos son los recursos que se establecen para lograr almacenar o registrar la data.<sup>39</sup> En la investigación se emplearon como técnicas la observación directa y observación experimental, mientras que los instrumentos de recolección de información fueron las fichas de recolección de información y las fichas de resultados de laboratorio.

**Tabla 4.** *Técnicas e instrumentos*

| Descripción  | Técnicas                 | Instrumentos                                     |
|--|--------------------------|--|
| Porcentaje de aditivo Sika 1   | Observación directa      | Ficha de recolección de datos                    |
| Método de prueba estándar para la densidad, absorción y vacíos en el concreto endurecido | Observación experimental | Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.187) |
| Resistencia a la carbonatación del concreto  | Observación experimental | Ficha de resultados de laboratorio (NTC 4483)    |
| Resistencia a la compresión de testigos de concreto                                      | Observación experimental | Ficha de resultados de laboratorio (NTP 339.034) |

Fuente: Elaboración propia

#### Validez

La validez de una investigación se basa en garantizar que los resultados logrados sean el producto de los efectos que produce la variable independiente frente a la variable dependiente.<sup>40</sup> En el presente proyecto los instrumentos están validados por las Normas Técnicas Peruanas además que algunas fichas se encuentran validadas por el juicio de expertos.

#### Confiabilidad

Cada instrumento requerido para la investigación fue debidamente validado, para ello se tomó como medida el índice Kappa, donde se evaluó la concordancia entre expertos. El resultado logrado del índice kappa fue 0.87 y se interpreta que existe una concordancia muy buena, es decir, los instrumentos con válidos y aptos para su uso.

**Tabla 5.** *Escala del coeficiente Kappa.*

| <b>Coeficiente de Kappa</b> | <b>Fuerza de acuerdo</b> |
|-----------------------------|--------------------------|
| <0.00                       | Pobre                    |
| 0.00-0.20                   | Leve                     |
| 0.21-0.40                   | Débil                    |
| 0.41-0.60                   | Moderado                 |
| 0.61-0.80                   | Buena                    |
| 0.81-1.00                   | Muy buena                |

Fuente: (Landis & Koch, 2010)

### **3.5. Procedimientos**

Toda la información sobre el tema Mezcla de Sika 1 para mejorar las características del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  se ha recopilado en muchas tesis, libros y periódicos nacionales y extranjeros. Sin embargo, para determinar el propósito del estudio, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión del hormigón, ensayos para determinar la densidad del hormigón, absorción y porosidad (vacíos), y ensayos de resistencia a la carbonatación del hormigón, y de esa manera obtener una comparativa con respecto a qué tipo de concreto y que porcentaje de aditivo Sika 1 es más recomendable emplear en las cimentaciones de Ancón.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos en la indagación de sub dividen en estadísticas descriptivas y estadísticas inferenciales. Las estadísticas descriptivas nos han ayudado a presentar los datos de manera ordenada y apropiada mediante resúmenes, tablas o figuras. Mientras que la estadística inferencial nos ayudó a sacar conclusiones generales sobre la población a partir de estudios de muestra. Durante la investigación, se obtuvieron los resultados de las pruebas para determinar la densidad del hormigón, absorción, porosidad (vacíos), prueba de resistencia de carbonatación del hormigón y pruebas de resistencia a la compresión del hormigón. Se recolectaron, reglamentaron y probaron las combinaciones de 2.75%, 3.75% y 4.75% de aditivos de Sika 1 determinando su influencia en el hormigón de diseño  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$

### **3.7. Aspectos éticos**

La información recolectada para el sustento del presente proyecto de investigación fue citada según lo indica el manual ISO. Además, los datos que se obtuvieron desde los ensayos de laboratorio, estuvieron debidamente certificados y validados por el especialista en el sector. Adicionalmente se adjunta el resultado de la implementación del programa TURNITIN, la cual se verifica que no haya plagio y respetando los derechos de auditoria.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Zona de estudio

#### Ubicación

La ubicación de la zona de estudio está ubicada en la ciudad de Lima, al norte del centro de Lima, en el km 39 del distrito de Ancón.



Figura 2. Ubicación de la zona de estudio

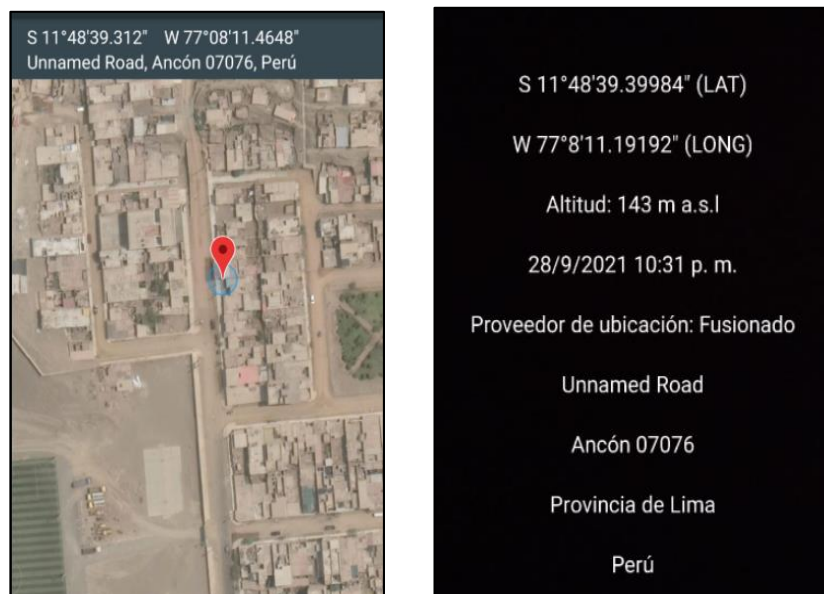


Figura 3. Georreferenciación de la zona de estudio

## 4.2 Trabajos previos

Al desarrollarse la investigación en la vivienda ubicada en la Mz. 18 Lte. 18, Los Rosales – Km 39 Ancón se procedió inicialmente a realizar los estudios del suelo logrando con ello determinar el contenido de humedad, límites de consistencia, análisis granulométrico, clasificación de suelos y nombre del grupo al cual pertenecen las 2 muestras obtenidas de la calicata ejecutada. Así mismo se determinó el contenido de sulfatos solubles, corte directo y capacidad admisible del suelo.



*Figura 4. Ejecución de calicata*



*Figura 5. Profundidad de calicata y sustratos del suelo*



*Figura 6. Muestras de sustratos de suelo (M1 y M2)*



## Clasificación de suelos:

Calicata: C-1

Muestra: M-1

Profundidad: 3 m

**Tabla 6.** Ensayo de granulometría M-1

| Tamiz  | AASHTO T-27 | Porcentaje que pasa |
|--------|-------------|---------------------|
|        | (mm)        |                     |
| 3"     | 76,200      | 100.00              |
| 2 1/2" | 63,500      | 100.00              |
| 2"     | 50,800      | 100.00              |
| 1 1/2" | 38,100      | 100.00              |
| 1"     | 25,400      | 100.00              |
| 3/4"   | 19,050      | 100.00              |
| 1/2"   | 12,700      | 100.00              |
| 3/8"   | 9,530       | 100.00              |
| N° 4   | 4,750       | 100.00              |
| N° 10  | 2,000       | 99.83               |
| N° 20  | 0,850       | 99.73               |
| N°40   | 0,430       | 37.96               |
| N° 60  | 0,250       | 8.84                |
| N° 100 | 0,150       | 2.28                |
| N° 200 | 0,075       | 0.68                |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7.** Descripción de la muestra M-1

| Contenido de humedad (ASTM D2216)   |           |           |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
| Contenido de humedad (%)            |           | 1.7       |
| Límites de consistencia (ASTM 4318) |           |           |
| Limite liquido (LL)                 |           | N.P       |
| Limite plástico (LP)                |           | N.P       |
| Índice de plasticidad (IP)          |           | N.P       |
| Análisis granulométrico (ASTM D422) |           |           |
| Grava (%)                           | Arena (%) | Finos (%) |
| 0.0                                 | 99.3      | 0.7       |
| Clasificación de suelos             |           |           |
| Clasificación SUCS (ASTM D2487)     |           | SP        |
| Clasificación AASHTO (ASTM D3282)   |           | A-1-b (0) |
| Nombre del grupo                    |           |           |
| Arena pobremente gradada            |           |           |

Fuente: Elaboración propia

Calicata: C-1

Muestra: M-2

Profundidad: 3 m

**Tabla 8.** *Ensayo de granulometría M-2*

| Tamiz  | AASHTO T-27 | Porcentaje que pasa |
|--------|-------------|---------------------|
|        | (mm)        |                     |
| 3"     | 76,200      | 100.00              |
| 2 1/2" | 63,500      | 100.00              |
| 2"     | 50,800      | 100.00              |
| 1 1/2" | 38,100      | 100.00              |
| 1"     | 25,400      | 100.00              |
| 3/4"   | 19,050      | 100.00              |
| 1/2"   | 12,700      | 100.00              |
| 3/8"   | 9,530       | 100.00              |
| N° 4   | 4,750       | 100.00              |
| N° 10  | 2,000       | 99.79               |
| N° 20  | 0,850       | 99.59               |
| N° 40  | 0,430       | 40.49               |
| N° 60  | 0,250       | 10.69               |
| N° 100 | 0,150       | 3.44                |
| N° 200 | 0,075       | 0.80                |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.** *Descripción de la muestra M-2*

| Contenido de humedad (ASTM D2216)   |           |           |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
| Contenido de humedad (%)            |           | 2.2       |
| Límites de consistencia (ASTM 4318) |           |           |
| Limite liquido (LL)                 |           | N.P       |
| Limite plástico (LP)                |           | N.P       |
| Índice de plasticidad (IP)          |           | N.P       |
| Análisis granulométrico (ASTM D422) |           |           |
| Grava (%)                           | Arena (%) | Finos (%) |
| 0.0                                 | 99.2      | 0.8       |
| Clasificación de suelos             |           |           |
| Clasificación SUCS (ASTM D2487)     |           | SP        |
| Clasificación AASHTO (ASTM D3282)   |           | A-1-b (0) |
| Nombre del grupo                    |           |           |
| Arena pobremente gradada            |           |           |

Fuente: Elaboración propia

De las muestras obtenidas (M-1 y M-2), se procedieron a realizar prácticas para determinar la clasificación de suelos de cada una de las muestras, empleándose para ello en estudio de clasificación SUCS y AASHTO según las normas ASTM D2487 y ASTM D3282 respectivamente, determinándose en ambos casos que las muestras pertenecen al grupo de arena pobremente gradada.

### Análisis químico del suelo

**Tabla 10.** *Contenido de sulfatos en el suelo*

| Ensayo                         | Resultado |       | Norma                     |
|--------------------------------|-----------|-------|---------------------------|
|                                | p.p.m.    | %     |                           |
| Contenido de sulfatos solubles | 63        | 0.006 | NTP 339.178 / AASHTO T290 |

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se realizó el ensayo de normalizado para determinar la cantidad de sulfatos solubles en el suelo, para ello se procedió según lo indicado en la norma NTP 339.178 y como resultado se obtuvo que el contenido de sulfatos solubles presente en el suelo en la muestra ensayada fue de 0.006%. encontrándose este resultado según lo indicado en la NTE E.60 concreto armado como una exposición de sulfatos insignificante por lo que no se requiere un tipo de cemento especial, ni un  $f'c$  mínimo.

### Capacidad portante del suelo

**Tabla 11.** *Capacidad admisible de carga*

| Tipo de cimentación     | Capacidad admisible de carga |
|-------------------------|------------------------------|
| Cimentación corrida     | 0.66 kg/cm <sup>2</sup>      |
| Cimentación corrida     | 0.73 kg/cm <sup>2</sup>      |
| Cimentación rectangular | 0.76 kg/cm <sup>2</sup>      |

Fuente: Elaboración propia

En paralelo se realizó el ensayo de capacidad portante del suelo y se empleó los factores de capacidad de carga de Vesic y se obtuvo que la capacidad admisible de carga dependiendo del tipo de cimentación va desde 0.66 kg/cm<sup>2</sup> hasta 0.76 kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente se procedió a investigar la humedad relativa en el departamento de Lima durante los años 2010 y 2019 y se obtuvo que esta varía entre 85% y 88%. Así mismo, la humedad relativa en el distrito de Ancón el año 2020 varía entre 75% y 83%.

**Tabla 12.** *Porcentaje de humedad en Lima*

| Departamento | Años |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|              | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Lima         | 85   | 85   | 86   | 86   | 87   | 86   | 85   | 86   | 87   | 88   |

Fuente: Senamhi

**Tabla 13.** *Porcentaje de humedad en Ancón*

| Distrito | Meses |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | Ene.  | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
| Ancón    | 83    | 75   | 73   | 77   | 75   | 81   | 78   | 73   | 75   | 78   | 80   | 77   |

Fuente: Senamhi

**Posteriormente se procedió a realizar los ensayos físicos de los agregados del concreto.**

Análisis granulométrico del agregado fino (**ASTM C136**)

Material: Agregado fino

Cantera: Trapiche

Peso inicial húmedo (g): 633.4

Peso inicial seco (g): 628.0

% humedad: 0.9

Módulo de fineza: 2.94

**Tabla 14. Análisis granulométrico del agregado fino**

| Mallas | Abertura | Material retenido |      | % acumulados |       | Especificaciones |
|--------|----------|-------------------|------|--------------|-------|------------------|
|        | (mm)     | (g)               | (%)  | Retenido     | Pasa  | ASTM C33         |
| 1/2"   | 12.50    | 0.00              | 0.00 | 0.00         | 100.0 |                  |
| 3/8"   | 9.50     | 0.00              | 0.00 | 0.00         | 100.0 | 100              |
| N°4    | 4.76     | 17.5              | 2.8  | 2.8          | 97.2  | 95 – 100         |
| N°8    | 2.38     | 112.5             | 17.9 | 20.7         | 79.3  | 80 – 100         |
| N°16   | 1.19     | 131.2             | 20.9 | 41.6         | 58.4  | 50 – 85          |
| N°30   | 0.60     | 135.2             | 21.5 | 63.1         | 36.9  | 25 – 60          |
| N°50   | 0.30     | 84.2              | 13.4 | 76.5         | 23.5  | 05 – 30          |
| N°100  | 0.15     | 82.6              | 13.2 | 89.7         | 10.3  | 0 – 10           |
| Fondo  |          | 64.8              | 10.3 | 100.0        | 0.0   | 0 – 0            |

Fuente: Elaboración propia

#### Análisis granulométrico del agregado grueso (ASTM C136)

Material: Agregado grueso

Cantera: Trapiche

Peso inicial húmedo (g): 4,235.00

Peso inicial seco (g): 4,232.40

% humedad: 0.1

Módulo de fineza: 6.78

**Tabla 15. Análisis granulométrico del agregado grueso**

| Mallas | Abertura | Material retenido |      | % acumulados |       | Especificaciones |
|--------|----------|-------------------|------|--------------|-------|------------------|
|        | (mm)     | (g)               | (%)  | Retenido     | Pasa  | Huso #67         |
| 2"     | 50.00    | 0.0               | 0.0  | 0.0          | 100.0 |                  |
| 1 1/2" | 37.50    | 0.0               | 0.0  | 0.0          | 100.0 |                  |
| 1"     | 24.50    | 0.0               | 0.0  | 0.0          | 100.0 | 100              |
| 3/4"   | 19.05    | 121.5             | 2.9  | 2.9          | 97.1  | 90 – 100         |
| 1/2"   | 12.50    | 1,911.0           | 45.2 | 48.1         | 51.9  | -                |
| 3/8"   | 9.53     | 1,168.0           | 27.6 | 75.7         | 24.3  | 20 – 55          |
| N°4    | 4.76     | 1,021.0           | 24.1 | 99.8         | 0.2   | 0 – 10           |
| N°8    | 2.38     | 8.0               | 0.2  | 100.0        | 0.0   | 0 - 5            |
| N°16   | 1.18     | 0.0               | 0.0  | 100.0        | 0.0   |                  |
| Fondo  |          | 2.9               | 0.1  |              |       |                  |

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario del agregado grueso (**ASTM C29**)

Material: Agregado grueso

Cantera: Trapiche

**Tabla 16.** *Peso unitario (agregado grueso suelto)*

| Muestra N°                    |                                    |      | M-1   | M-2   | M-3   |
|-------------------------------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1                             | Peso de la muestra + molde         | g    | 30642 | 30612 | 30605 |
| 2                             | Peso del molde                     | g    | 9800  | 9800  | 9800  |
| 3                             | Peso de la muestra (1-2)           | g    | 20842 | 20812 | 20805 |
| 4                             | Volumen del molde                  | cc   | 13950 | 13950 | 13950 |
| 5                             | Peso unitario suelto de la muestra | g/cc | 1494  | 1492  | 1941  |
| Promedio peso unitario suelto |                                    |      | 1492  |       |       |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17.** *Peso unitario (agregado grueso compactado)*

| Muestra N°                        |                                    |      | M-1   | M-2   | M-3   |
|-----------------------------------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1                                 | Peso de la muestra + molde         | g    | 32434 | 32468 | 32471 |
| 2                                 | Peso del molde                     | g    | 9800  | 9800  | 9800  |
| 3                                 | Peso de la muestra (1-2)           | g    | 22634 | 22668 | 22671 |
| 4                                 | Volumen del molde                  | cc   | 13950 | 13950 | 13950 |
| 5                                 | Peso unitario suelto de la muestra | g/cc | 1623  | 1625  | 1625  |
| Promedio peso unitario compactado |                                    |      | 1624  |       |       |

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario del agregado fino (**ASTM C29**)

Material: Agregado fino

Cantera: Trapiche

**Tabla 18.** *Peso unitario (agregado fino suelto)*

| Muestra N°                    |                                    |      | M-1  | M-2  | M-3  |
|-------------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|
| 1                             | Peso de la muestra + molde         | g    | 6524 | 6495 | 6485 |
| 2                             | Peso del molde                     | g    | 2363 | 2363 | 2363 |
| 3                             | Peso de la muestra (1-2)           | g    | 4161 | 4132 | 4122 |
| 4                             | Volumen del molde                  | cc   | 2760 | 2760 | 2760 |
| 5                             | Peso unitario suelto de la muestra | g/cc | 1508 | 1497 | 1493 |
| Promedio peso unitario suelto |                                    |      | 1499 |      |      |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19.** *Peso unitario (agregado fino compactado)*

| Muestra N°                        |                                    |      | M-1  | M-2  | M-3  |
|-----------------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|
| 1                                 | Peso de la muestra + molde         | g    | 7328 | 7285 | 7301 |
| 2                                 | Peso del molde                     | g    | 2363 | 2363 | 2363 |
| 3                                 | Peso de la muestra (1-2)           | g    | 4965 | 4922 | 4938 |
| 4                                 | Volumen del molde                  | cc   | 2760 | 2760 | 2760 |
| 5                                 | Peso unitario suelto de la muestra | g/cc | 1799 | 1783 | 1789 |
| Promedio peso unitario compactado |                                    |      | 1790 |      |      |

Fuente: Elaboración propia

Gravedad específica de sólidos del agregado grueso (**ASTM C127**)

Material: Agregado grueso

Cantera: Trapiche

**Tabla 20.** *Gravedad específica de sólidos del agregado grueso*

| Muestra N° |  |      | M-1    | M-2    | Promedio |
|------------|--|------|--------|--------|----------|
| 1          | Peso de la muestra sumergida canastilla <b>A</b> | g    | 1541.0 | 1587.0 | 1564.0   |
| 2          | Peso muestra sat. sup. seca <b>B</b>             | g    | 2436.0 | 2508.0 | 2472.0   |
| 3          | Peso muestra seco <b>C</b>                       | g    | 2424.0 | 2496.0 | 2460.0   |
| 4          | Peso específico sat. sup. seca: B/B-A            | g/cc | 2.72   | 2.72   | 2.72     |
| 5          | Peso específico de masa: C/B-A                   | g/cc | 2.71   | 2.71   | 2.71     |
| 6          | Peso específico aparente: C/C-A                  | g/cc | 2.75   | 2.75   | 2.75     |
| 7          | Absorción de agua: ((B-C)/C)*100                 | %    | 0.5    | 0.5    | 0.5      |

Fuente: Elaboración propia

## Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128)

Material: Agregado fino

Cantera: Trapiche

**Tabla 21.** *Peso del agregado fino*

| Muestra N° |  |      | M-1   | M-2   | Prom. |
|------------|--|------|-------|-------|-------|
| 1          | Peso de la arena S.S.S. + peso balón + peso agua | g    | 980.7 | 981.5 | 981.1 |
| 2          | Peso de la arena S.S.S. + peso balón             | g    | 670.2 | 669.8 | 670.0 |
| 3          | Peso del agua ( $W = 1-2$ )                      | g    | 310.5 | 311.7 | 311.1 |
| 4          | Peso de la arena seca al horno + peso del balón  | g/cc | 661.6 | 661   | 661.3 |
| 5          | Peso del balón N°2                               | g/cc | 170.2 | 169.8 | 170.0 |
| 6          | Peso de la arena seca al horno ( $A = 4-5$ )     | g/cc | 491.4 | 491.2 | 491.3 |
| 7          | Volumen dl balón ( $V = 500$ )                   | cc   | 497.5 | 498.2 | 497.9 |

Fuente: Elaboración propia

## Resultados

**Tabla 22.** *Peso específico y absorción del agregado fino*

|   |      | M-1  | M-2  | Prom. |
|---|------|------|------|-------|
| Peso específico de la masa ( $P.E.M. = A/(V-W)$ )             | g/cc | 2.63 | 2.63 | 2.63  |
| Peso específico de masa S.S.S. ( $P.E.M.S.S.S. = 500/(V-W)$ ) | g/cc | 2.67 | 2.68 | 2.68  |
| Peso específico aparente ( $P.E.A = A/[(V-W)-(500-A)]$ )      | g/cc | 2.75 | 2.76 | 2.76  |
| Porcentaje de absorción (%) $[(500-A)/A*100]$                 | %    | 1.8  | 1.8  | 1.8   |

Fuente: Elaboración propia

Una vez culminado los ensayos físicos y obtenidos los valores, se procedió a realizar el diseño de mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  donde se consideró para la presente investigación un diseño patrón y 3 dosificaciones (2.75%, 3.75% y 4.75% el peso del cemento presente en la mezcla).



### 4.3 Efecto que produce del aditivo Sika 1 en las propiedades física del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en cimentaciones, Ancón - Lima 2021

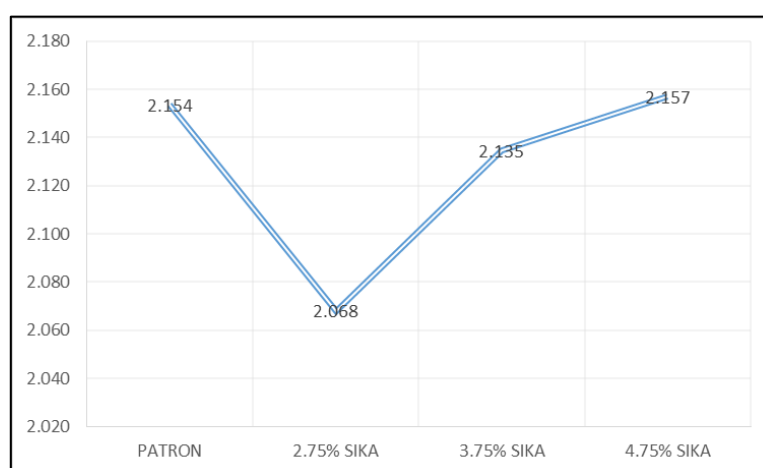
Para determinar el efecto que produce el aditivo Sika 1 en las características física del hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021 se realizó la prueba para determinar la densidad del hormigón, absorción y porcentaje de vacíos en hormigón endurecido (NTP 339.187 / ASTM C 642) a la muestra patrón y dosificaciones 2.75%, 3.75% y 4.75% obteniéndose la siguiente tabla:

**Tabla 23.** Resultados de la prueba para determinar la densidad del hormigón.

| Resultados ASTM C642 | Patrón | 2.75 % | 3.75 % | 4.75% |
|----------------------|--------|--------|--------|-------|
| Densidad             | 2.154  | 2.068  | 2.135  | 2.157 |

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la densidad del hormigón endurecido se tuvo en consideración el peso de la muestra seca al horno y la masa de la muestra S.S.S menos la masa aparente después que ambas masas hayan sido inmersas determinándose que presenta menor densidad las muestras con dosificaciones 2.75% y 3.75% en comparación con el diseño patrón y la dosificación 4.75%. (ver figura 7)



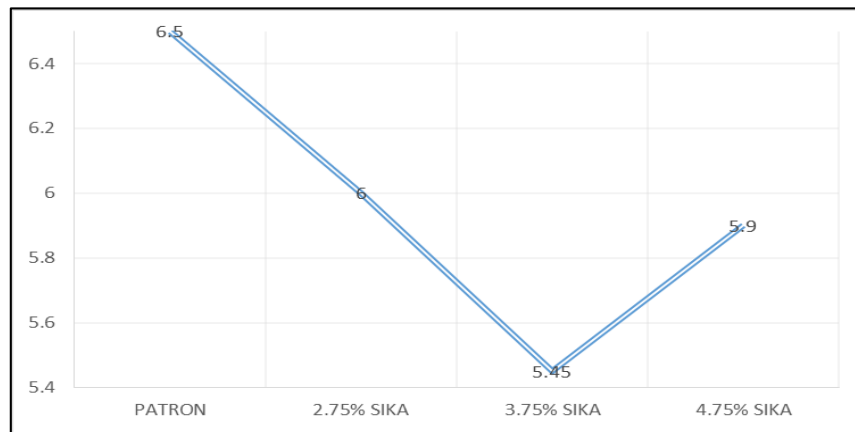
*Figura 7.* Densidad

**Tabla 24.** Resultados del ensayo para determinar la absorción.

| Resultados ASTM C642 | Patrón | 2.75 % | 3.75 % | 4.75% |
|----------------------|--------|--------|--------|-------|
| Absorción            | 6.5    | 6      | 5.45   | 5.9   |

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la absorción del hormigón endurecido se tuvo en consideración el peso de la muestra S.S.S. con el peso de la muestra seca al horno, lográndose determinar que el concreto con dosificaciones 2.75% y 3.75% presenta menor absorción que el diseño patrón y la dosificación 4.75%. (ver figura 8)



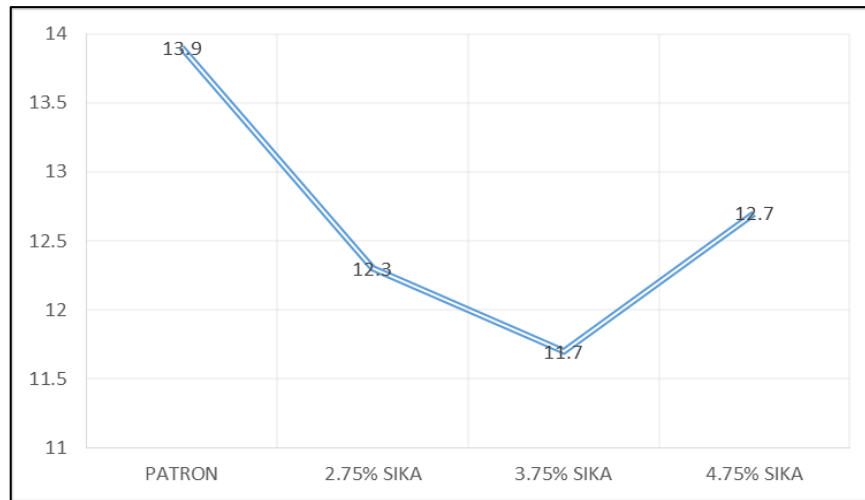
*Figura 8.* Absorción

**Tabla 25.** Resultados del ensayo para determinar el porcentaje de vacíos en concreto endurecido

| Resultados ASTM C642 | Patrón | 2.75 % | 3.75 % | 4.75% |
|----------------------|--------|--------|--------|-------|
| Porcentaje de vacíos | 13.9   | 12.3   | 11.7   | 12.7  |

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el porcentaje de vacíos del hormigón endurecido se tuvo en consideración el peso de la muestra seca al horno y la masa de la muestra S.S.S menos la masa aparente después que ambas masas hayan sido inmersas determinándose que el concreto con dosificaciones 2.75% y 3.75% presenta menor porcentaje de vacíos que el diseño y la dosificación 4.75%. (ver figura 9)



*Figura 9. Porcentaje de vacíos*

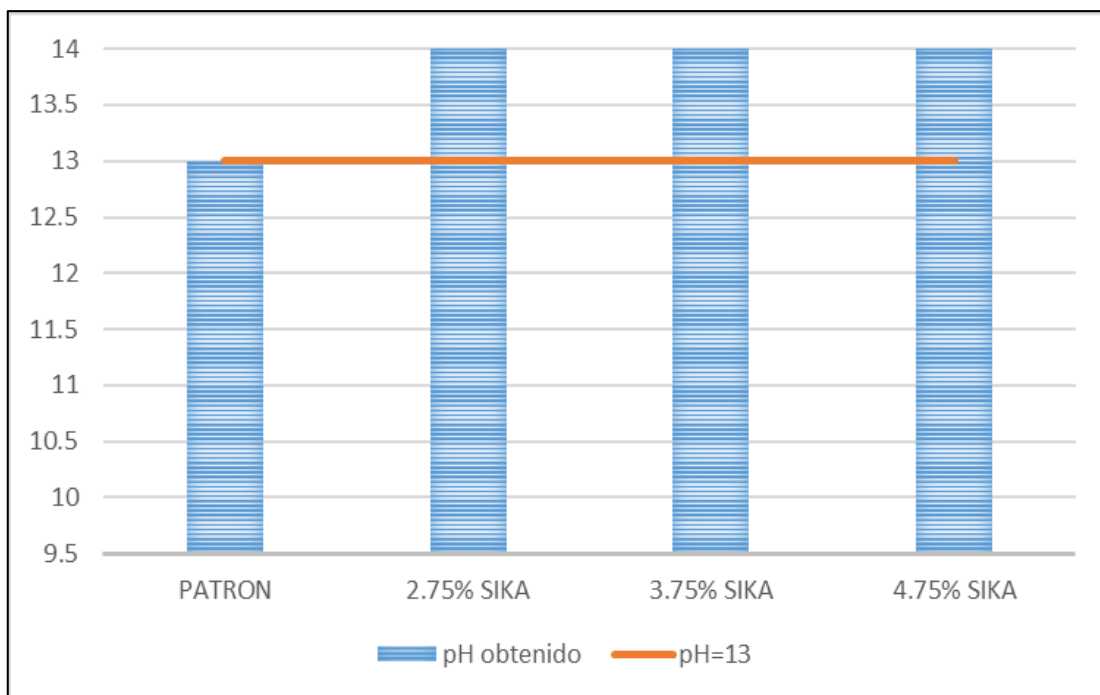
#### **4.4 Efecto que produce el aditivo Sika 1 en la resistencia a la carbonatación del concreto $f'_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021.**

Para determinar el efecto de la mezcla Sika 1 sobre la resistencia a la carbonatación del hormigón  $f_c = 210$  kg / cm<sup>2</sup> en la cimentación, Ancón - Lima 2021, se llevó a cabo un método de prueba para determinar el pH del hormigón. (UNE - EN 13295) Para muestras y dosis estándar de 2,75%, 3,75% y 4,75% se obtiene la siguiente tabla:

**Tabla 26. Resultados de la prueba de resistencia a la carbonatación**

|                 | <b>Patrón</b> | <b>2.75% Sika</b> | <b>3.75% Sika</b> | <b>4.75% Sika</b> |
|-----------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| pH del concreto | 9.5 < pH < 13 | 13 < pH           | 13 < pH           | 13 < pH           |

Fuente: Elaboración propia



*Figura 10. pH del concreto*

Para determinar el pH del concreto, se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la carbonatación empleándose para ello una solución de fenolftaleína en toda la pieza de concreto, determinándose que el pH del diseño patrón se encuentra entre 9.5 y 13, mientras que el pH de las dosificaciones 2.75%, 3.75% y 4.75% se encuentran por encima de 13.

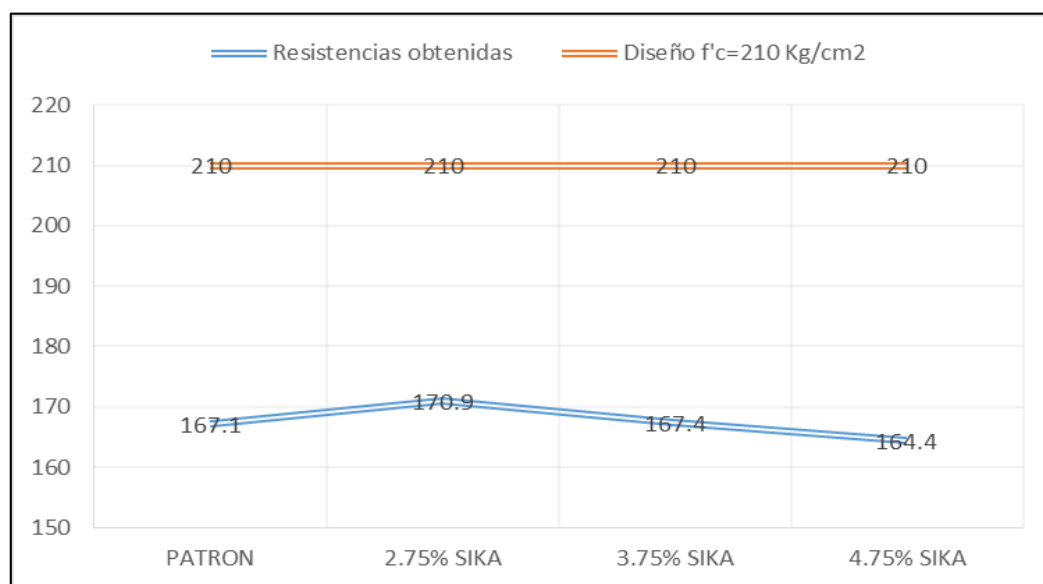
#### **4.5 Efecto que produce el aditivo Sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en cimentaciones, Ancón - Lima 2021.**

Para determinar el efecto del aditivo Sika 1 sobre la resistencia a la compresión del hormigón  $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$  en la cimentación, Ancón - Lima 2021, se llevó a cabo el método de ensayo estándar para determinar la resistencia a la compresión del hormigón en muestras cilíndricas (NTP 339,034 / ASTM c 39) con muestras estándar y con dosis de 2,75%, 3,75% y 4,75% a las edades de 7, 14 y 28 días obteniéndose el siguiente resultado. (ver tabla 27)

**Tabla 27.** Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días

| Identificación de espécimen | Edad en días | Fuerza máxima kgf | Área cm <sup>2</sup> | Esfuerzo Kg/cm <sup>2</sup> | Esfuerzo promedio kg/cm <sup>2</sup> | F'c diseño Kg/cm <sup>2</sup> | %f'c |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------|
| PATRON                      | 7            | 13237.0           | 78.5                 | 168.5                       | 167.1                                | 210                           | 79.6 |
| PATRON                      | 7            | 13080.9           | 78.5                 | 166.6                       |                                      |                               |      |
| PATRON                      | 7            | 13053.4           | 78.5                 | 166.2                       |                                      |                               |      |
| 2.75% SIKA                  | 7            | 13453.4           | 78.5                 | 171.3                       | 170.9                                | 210                           | 81.4 |
| 2.75% SIKA                  | 7            | 13329.1           | 78.5                 | 169.7                       |                                      |                               |      |
| 2.75% SIKA                  | 7            | 13486.6           | 78.5                 | 171.7                       |                                      |                               |      |
| 3.75% SIKA                  | 7            | 12959.1           | 78.5                 | 165.0                       | 167.4                                | 210                           | 79.7 |
| 3.75% SIKA                  | 7            | 13264.4           | 78.5                 | 168.9                       |                                      |                               |      |
| 3.75% SIKA                  | 7            | 13222.5           | 78.5                 | 168.4                       |                                      |                               |      |
| 4.75% SIKA                  | 7            | 12888.6           | 78.5                 | 164.1                       | 164.4                                | 210                           | 78.3 |
| 4.75% SIKA                  | 7            | 12787.6           | 78.5                 | 162.8                       |                                      |                               |      |
| 4.75% SIKA                  | 7            | 13056.5           | 78.5                 | 166.2                       |                                      |                               |      |

Fuente: Elaboración propia



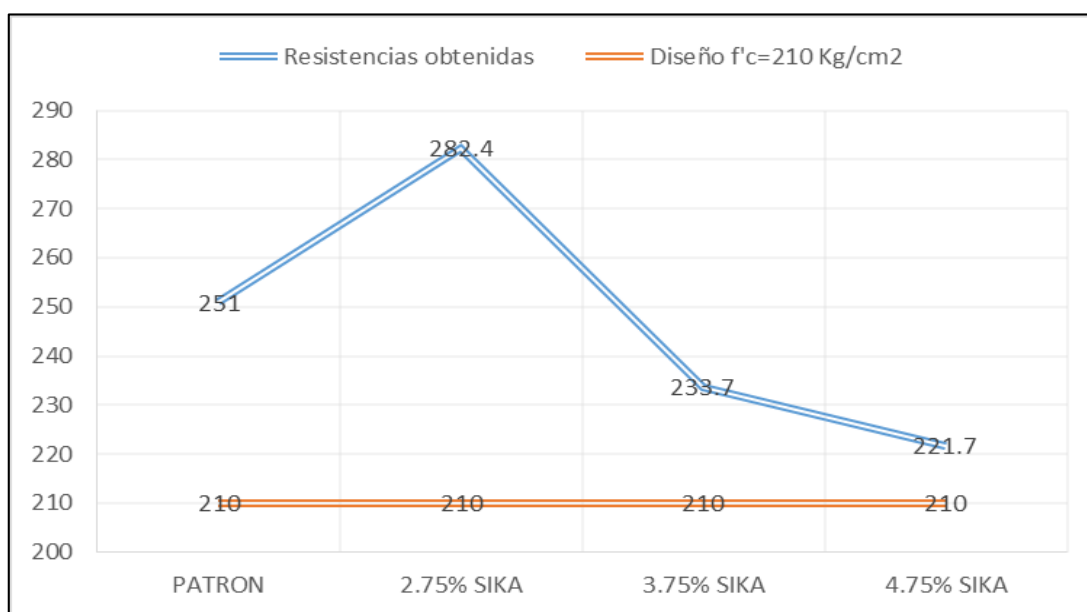
**Figura 11.** Resultados del ensayo de compresión del hormigón a los 7 días

Para realizar un seguimiento a la maduración del hormigón en cuanto a su resistencia, se procedió a realizar a los 07 días la prueba de resistencia a la compresión a través de la rotura de probetas cilíndricas de hormigón determinándose que el hormigón que ha ganado o tiene mayor resistencia es la que posee dentro de su mezcla el 2.75% del aditivo impermeabilizante sika 1 en comparación con las demás.

**Tabla 28.** Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días

| Identificación de espécimen | Edad en días | Fuerza máxima kgf | Área cm <sup>2</sup> | Esfuerzo Kg/cm <sup>2</sup> | Esfuerzo promedio kg/cm <sup>2</sup> | F'c diseño Kg/cm <sup>2</sup> | %f'c  |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------|
| PATRON                      | 14           | 20074.7           | 78.5                 | 255.6                       | 251.0                                | 210                           | 119.5 |
| PATRON                      | 14           | 19356.1           | 78.5                 | 246.4                       |                                      |                               |       |
| PATRON                      | 14           | 19715.4           | 78.5                 | 251.0                       |                                      |                               |       |
| 2.75% SIKA                  | 14           | 21716.3           | 78.5                 | 276.5                       | 282.4                                | 210                           | 134.5 |
| 2.75% SIKA                  | 14           | 22643.0           | 78.5                 | 288.3                       |                                      |                               |       |
| 2.75% SIKA                  | 14           | 22179.6           | 78.5                 | 282.4                       |                                      |                               |       |
| 3.75% SIKA                  | 14           | 17760.8           | 78.5                 | 226.1                       | 233.7                                | 210                           | 111.3 |
| 3.75% SIKA                  | 14           | 189490            | 78.5                 | 241.3                       |                                      |                               |       |
| 3.75% SIKA                  | 14           | 18354.9           | 78.5                 | 233.7                       |                                      |                               |       |
| 4.75% SIKA                  | 14           | 17626.9           | 78.5                 | 224.4                       | 221.7                                | 210                           | 105.6 |
| 4.75% SIKA                  | 14           | 17200.1           | 78.5                 | 219.0                       |                                      |                               |       |
| 4.75% SIKA                  | 14           | 17413.5           | 78.5                 | 221.7                       |                                      |                               |       |

Fuente: Elaboración propia



**Figura 12.** Resultados del ensayo de compresión del hormigón a los 14 días

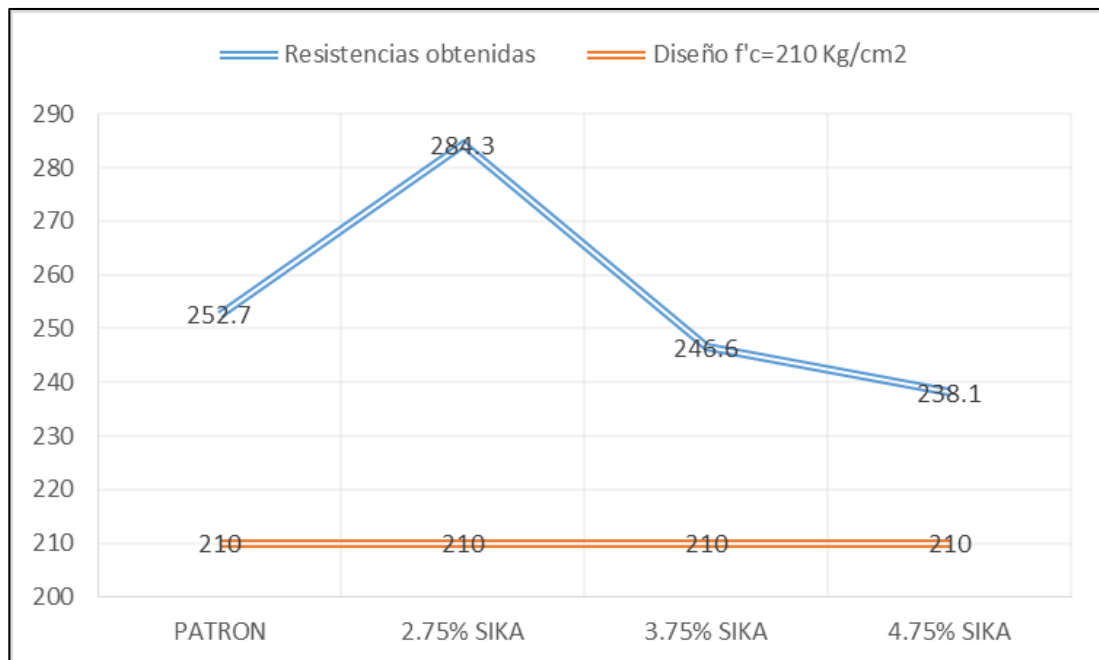
Prosiguiendo la maduración del hormigón en cuanto a su resistencia, se procedió a realizar a los 14 días el ensayo de resistencia a la compresión a través de la rotura de probetas cilíndricas de hormigón determinándose que el hormigón que ha ganado o tiene mayor resistencia es la que posee dentro de

su mezcla el 2.75% del aditivo impermeabilizante sika 1 en comparación con las demás.

**Tabla 29.** Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días

| Identificación de espécimen | Edad en días | Fuerza máxima kgf | Área cm <sup>2</sup> | Esfuerzo Kg/cm <sup>2</sup> | Esfuerzo promedio kg/cm <sup>2</sup> | F'c diseño Kg/cm <sup>2</sup> | %f'c  |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------|
| PATRON                      | 28           | 20569.6           | 78.5                 | 261.9                       | 252.7                                | 210                           | 120.3 |
| PATRON                      | 28           | 19124.4           | 78.5                 | 243.5                       |                                      |                               |       |
| PATRON                      | 28           | 19847.0           | 78.5                 | 252.7                       |                                      |                               |       |
| 2.75% SIKA                  | 28           | 22674.6           | 78.5                 | 288.7                       | 284.3                                | 210                           | 135.4 |
| 2.75% SIKA                  | 28           | 21976.8           | 78.5                 | 279.8                       |                                      |                               |       |
| 2.75% SIKA                  | 28           | 22325.7           | 78.5                 | 284.3                       |                                      |                               |       |
| 3.75% SIKA                  | 28           | 19597.5           | 78.5                 | 249.5                       | 246.6                                | 210                           | 117.4 |
| 3.75% SIKA                  | 28           | 19141.1           | 78.5                 | 243.7                       |                                      |                               |       |
| 3.75% SIKA                  | 28           | 19369.3           | 78.5                 | 246.6                       |                                      |                               |       |
| 4.75% SIKA                  | 28           | 18716.4           | 78.5                 | 238.3                       | 238.1                                | 210                           | 113.4 |
| 4.75% SIKA                  | 28           | 18658.3           | 78.5                 | 237.6                       |                                      |                               |       |
| 4.75% SIKA                  | 28           | 18716.4           | 78.5                 | 238.3                       |                                      |                               |       |

Fuente: Elaboración propia



**Figura 13.** Resultados del ensayo de compresión del hormigón a los 28 días

Finalmente, según lo indicado en la norma, se procedió a realizar el ensayo de compresión del hormigón a través de la rotura de probetas cilíndricas de hormigón pasado los 28 días, determinándose finalmente que el hormigón que ha ganado o tiene mayor resistencia es la muestra que posee dentro de su mezcla el 2.75% del aditivo impermeabilizante sika 1 en comparación con las demás.

#### 4.6 Contratación de la hipótesis

**Contraste de hipótesis específico 1:** Aditivo sika 1 y propiedades físicas.

Ho: El aditivo Sika 1 no influye notoriamente en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones

Ha: El aditivo Sika 1 influye notoriamente en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones

En los valores obtenidos de la densidad, absorción y porcentaje de vacíos del hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se observó luego de realizar las pruebas de laboratorio que existe una influencia notoria entre el diseño patrón y las dosificaciones de 2.75%, 3.75% y 4.75% de incorporación de aditivo sika 1 según el peso del cemento presente en la mezcla, presentando una pequeña variación tanto en la densidad como la absorción y el porcentaje de vacíos, mejorando de esta manera las características físicas del hormigón endurecido.(ver tabla 30)

**Tabla 30.** Resultados ASTM C642

| Resultados ASTM C642 | Patrón | 2.75 % | 3.75 % | 4.75% |
|----------------------|--------|--------|--------|-------|
| Densidad             | 2.154  | 2.068  | 2.135  | 2.157 |
| Absorción            | 6.5    | 6      | 5.45   | 5.9   |
| Porcentaje de vacíos | 13.9   | 12.3   | 11.7   | 12.7  |

Fuente: Elaboración propia



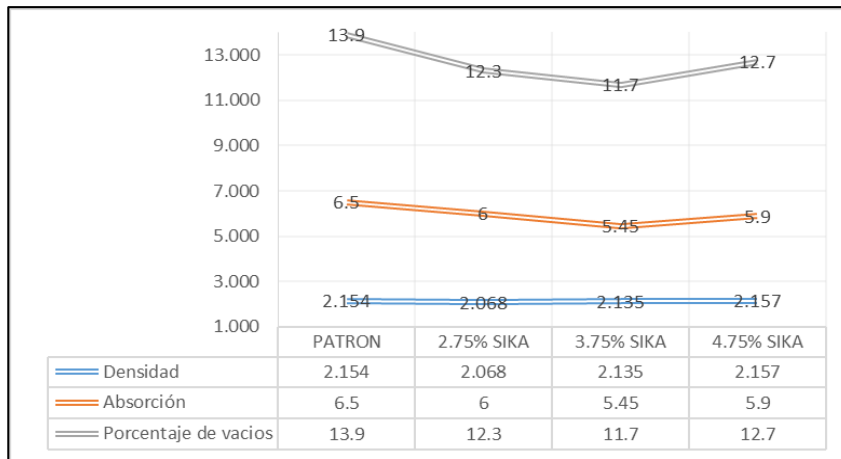


Figura 14. Resultado general de propiedades físicas ASTM C642

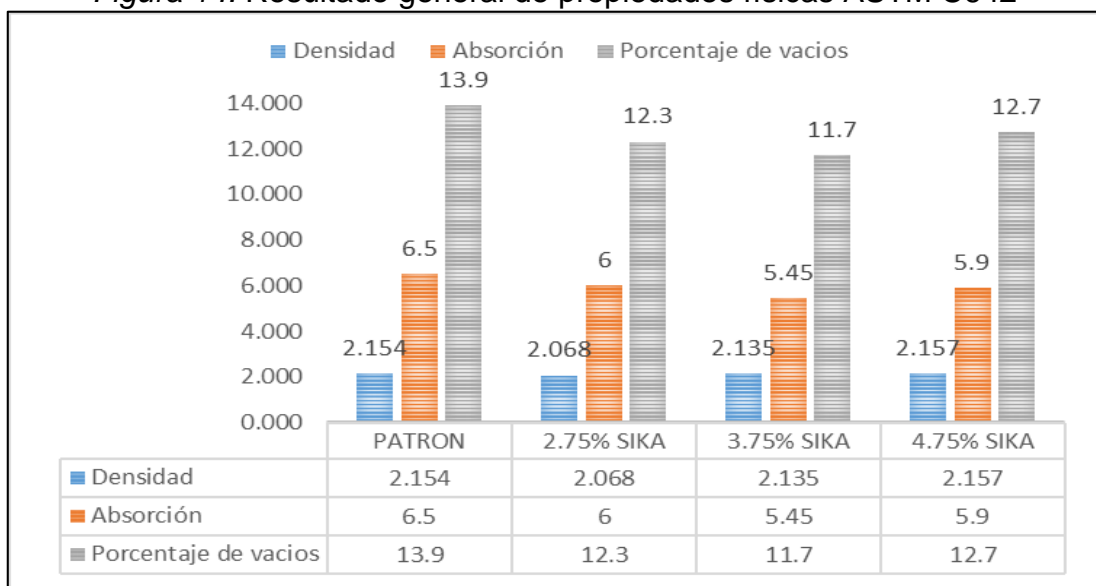


Figura 15. Resultado de diseño y dosificaciones ASTM C642

Así mismo se pudo identificar la mejora que presenta la densidad en comparación con el diseño patrón. (ver tabla 31)

Tabla 31. Mejora de la densidad en comparación con el diseño patrón

| Diseño/dosificación | Patrón | 2.75 % | 3.75 % | 4.75% |
|---------------------|--------|--------|--------|-------|
| Densidad            | 2.154  | 2.068  | 2.135  | 2.157 |
| Mejora              | -      | 4%     | 0.9%   | 0.05% |

Fuente: Elaboración propia.

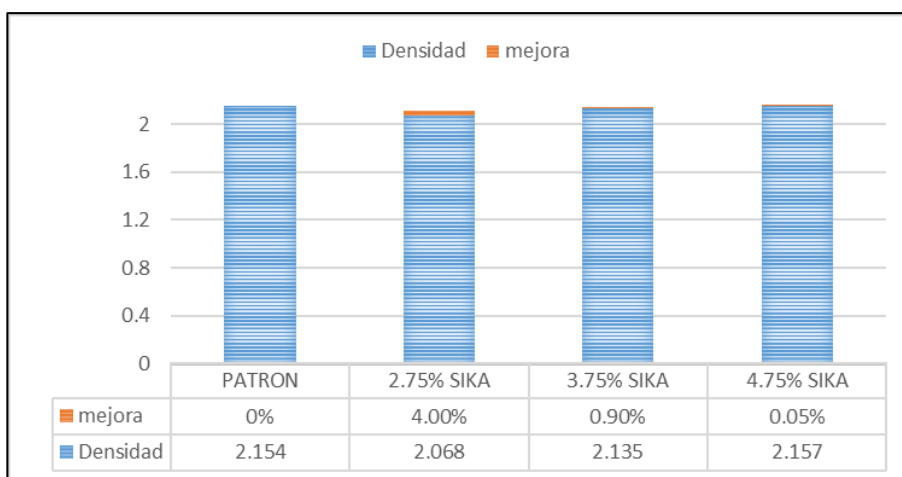


Figura 16. Mejora de la densidad en comparación con el diseño patrón.

Del mismo modo se pudo identificar la mejora que presenta la absorción en comparación con el diseño patrón. (ver tabla 32)

Tabla 32. Mejora de la absorción en comparación con el diseño patrón

| Diseño/dosificación | Patrón | 2.75 % | 3.75 % | 4.75% |
|---------------------|--------|--------|--------|-------|
| Absorción           | 6.5    | 6      | 5.45   | 5.9   |
| Mejora              | -      | 7.7%   | 16.2%  | 9.2%  |

Fuente: Elaboración propia.

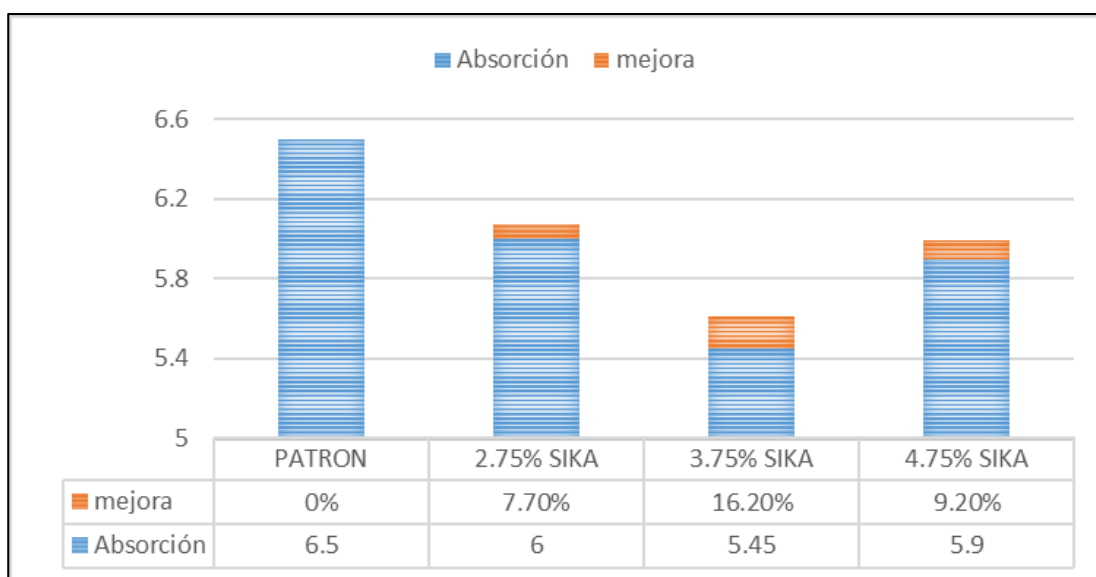


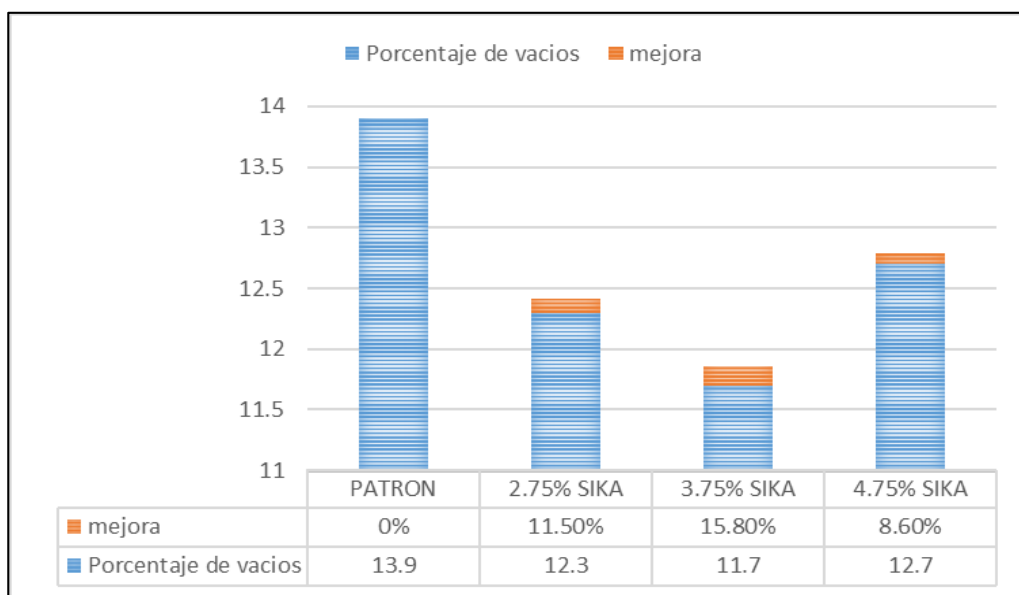
Figura 17. Mejora de la absorción en comparación con el diseño patrón.

Finalmente, también se pudo identificar la mejora que presenta el porcentaje de vacíos en comparación con el diseño patrón. (ver tabla 33)

**Tabla 33.** Mejora del porcentaje de vacíos en comparación con el diseño patrón

| Diseño/dosificación  | Patrón | 2.75 % | 3.75 % | 4.75% |
|----------------------|--------|--------|--------|-------|
| Porcentaje de vacíos | 13.9   | 12.3   | 11.7   | 12.7  |
| Mejora               | -      | 11.5%  | 15.8%  | 8.6%  |

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 18.* Mejora del porcentaje de vacíos en comparación con el diseño patrón.

Por ende, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), señalando que la incorporación de aditivo Sika 1 influye notoriamente en las características físicas del hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones.

**Contraste de hipótesis específico 2:** Aditivo sika 1 y resistencia a la carbonatación.

$H_0$ : El aditivo Sika 1 no influye notoriamente en la resistencia a la carbonatación del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones.

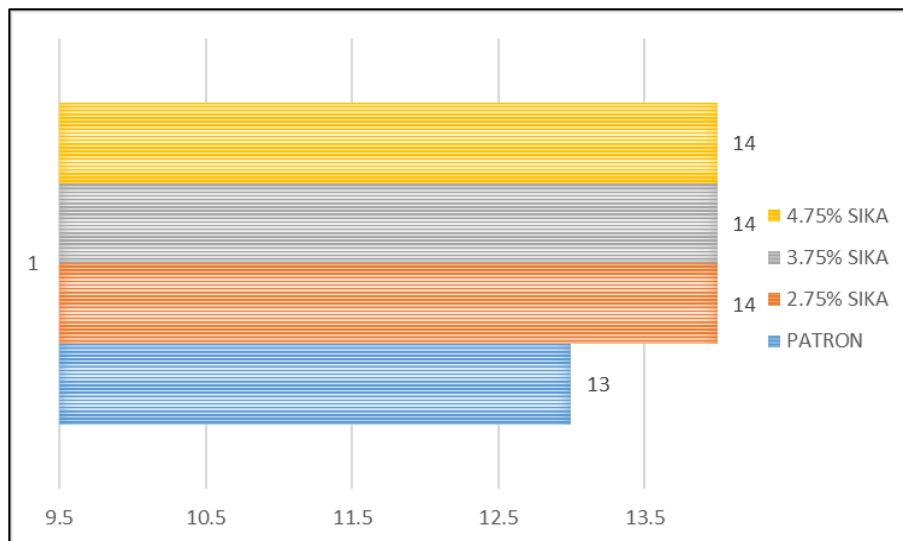
Ha: El aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la carbonatación del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones.

En los resultados obtenidos con referencia a la resistencia a la carbonatación del hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se observó, luego de realizar las pruebas de laboratorio que existe una influencia notoria entre el diseño patrón y las dosificaciones de 2.75%, 3.75% y 4.75% de incorporación de aditivo sika 1 según el peso del cemento presente en la mezcla, presentando en el diseño patrón un pH con valor entre 9.5 y 13 mientras que en las dosificaciones el pH es mayor a 13, mejorando de esta manera la resistencia a la carbonatación.(ver tabla 34)

**Tabla 34.** Mejora del pH del hormigón endurecido

|        | pH                     |
|--------|------------------------|
| Patrón | $9.5 < \text{pH} < 13$ |
| 2.75%  | $\text{pH} < 13$       |
| 3.75%  | $\text{pH} < 13$       |
| 4.75%  | $\text{pH} < 13$       |

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 19.* Mejora del pH del hormigón endurecido

Por ende, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), señalando que la incorporación de aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la carbonatación del hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones.

**Contraste de hipótesis específico 3:** Aditivo sika 1 y resistencia a la compresión.

Ho: El aditivo Sika 1 no influye notoriamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones

Ha: El aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones

En los resultados obtenidos con referencia a la resistencia a la compresión del hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se observó luego de realizar las pruebas de laboratorio que existe una influencia notoria entre el diseño patrón y las dosificaciones de 2.75%, 3.75% y 4.75% de incorporación de aditivo sika 1 según el peso del cemento presente en la mezcla, presentando una pequeña variación positiva en la dosificación con 2.75% de aditivo sika 1 mientras que para las dosificaciones 3.75% y 4.75% tiende a descender, pero a pesar de ello se encuentra sobre el diseño base  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ . (ver tabla 35)

**Tabla 35.** Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

|               | <b>Patrón</b> | <b>2.75%</b> | <b>3.75%</b> | <b>4.75%</b> |
|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 7 días        | 167.1         | 170.9        | 167.4        | 164.4        |
| 14 días       | 251.0         | 282.4        | 233.7        | 221.7        |
| 28 días       | 252.7         | 284.3        | 246.6        | 238.1        |
| F'c de diseño | 210           | 210          | 210          | 210          |

Fuente: Elaboración propia.

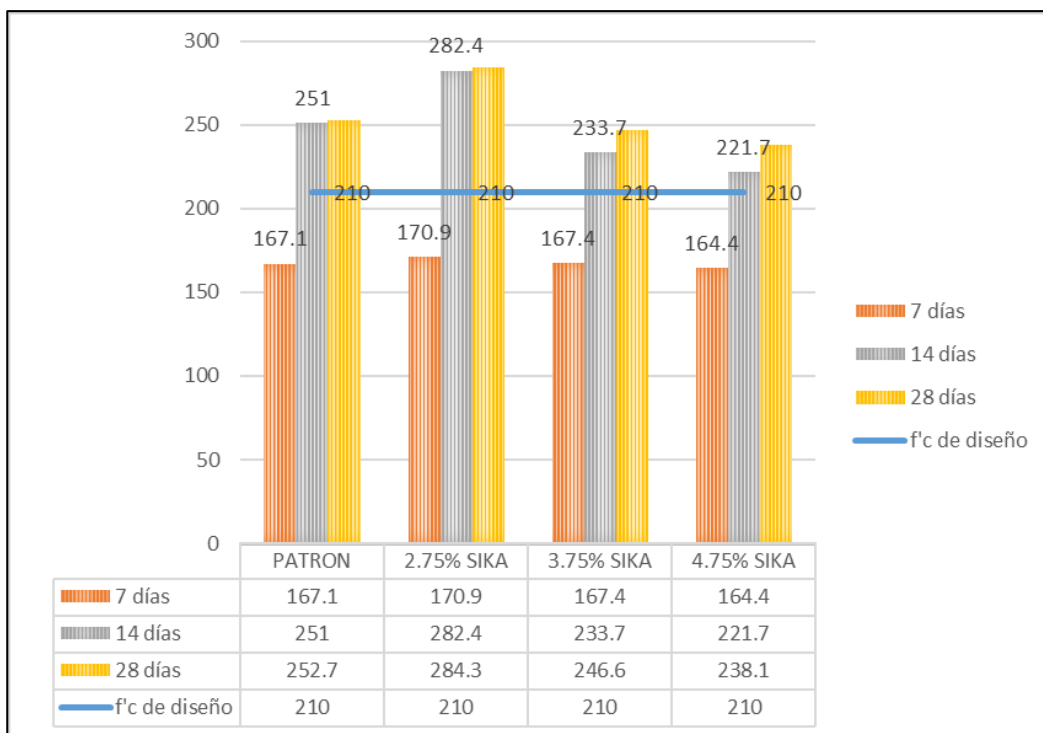


Figura 20. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

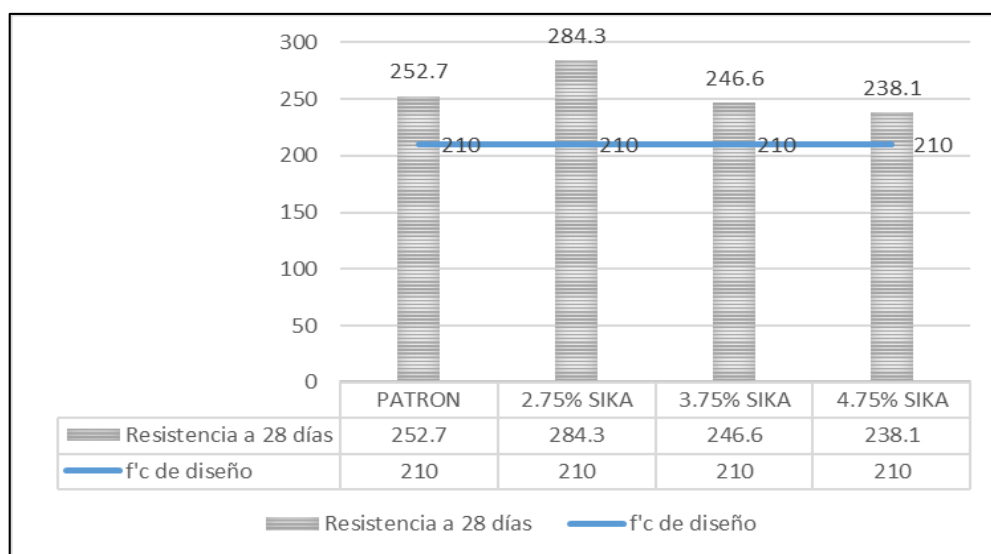


Figura 21. Resultados de la prueba de resistencia a la compresión a 28 días.

Tabla 36. Mejora de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.

|        | Diseño patrón | 2.75% | 3.75% | 4.75% |
|--------|---------------|-------|-------|-------|
| F'c    | 252.7         | 284.3 | 246.6 | 238.1 |
| Mejora | -             | 12.5% | -2.4% | -5.8% |

Fuente: Elaboración propia.

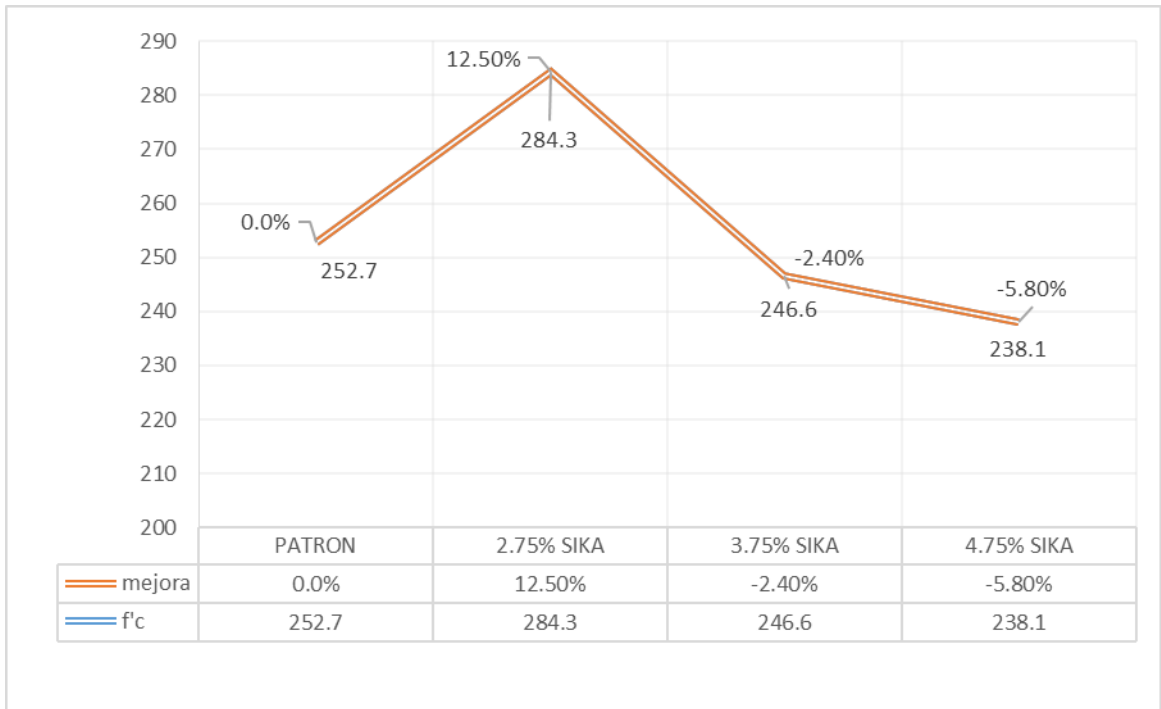


Figura 22. Mejora de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

Por ende, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), señalando que la incorporación de aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la compresión del hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones.

## V. DISCUSIÓN

Sota (2017) en su investigación “Influencia del aditivo Sika 1 y agregado chancado en la resistencia a la compresión y propiedades físicas en concreto de baja permeabilidad”, tuvo como objetivo analizar cómo influye el aditivo sika 1 en la resistencia y en las propiedades físicas de un concreto con poca permeabilidad. La metodología empleada fue de tipo aplicada y su diseño fue experimental por que se empleó de manera controlada los aditivos Zeta 1 y Sika 1 en proporciones de 1%, 3% y 5% el peso del cemento en la mezcla. Empleándose para esta investigación un concreto de diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Se obtuvo como resultado que al emplear aditivo Zeta 1 en la proporción del 1%, 3% y 5% se obtienen resistencias de  $249.88\text{ kg/cm}^2$ ,  $236.97\text{ kg/cm}^2$  y  $233.83\text{ kg/cm}^2$  respectivamente, mientras que al emplear aditivo Sika1 en la proporción del 1%, 3% y 5% se obtienen resistencias de  $279.04\text{ kg/cm}^2$ ,  $296.72\text{ kg/cm}^2$  y  $252.65\text{ kg/cm}^2$  respectivamente. La conclusión es que al agregar aditivo Sika 1 con un 3% el peso del cemento se logra que la resistencia aumente 41.29% a los 28 días. Por lo anterior, la comparación es muy similar para la resistencia a la compresión del concreto de un concreto con incorporación de aditivo Sika 1 puesto que los resultados son semejantes con valores cercanos al 3%.

Terán (2018) en su investigación “evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto de  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$  empleando cemento portland tipo I y el aditivo Sika Cem Impermeable”, tuvo como objetivo evaluar las propiedades físico / mecánicas del concreto  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$ , utilizando para ello cemento portland tipo I y el aditivo Sika Cem impermeable, en el departamento de Cajamarca. La metodología fue experimental y su enfoque fue cuantitativo, puesto que buscó aumentar las propiedades físico / mecánicas del concreto de  $f'c=300\text{ kg/cm}^2$  al incorporar aditivo Sika Cem impermeable en la mezcla el cemento portland tipo I. En la investigación las muestras de concreto estudiadas consistieron en probetas que contenían aditivo Sika Cem impermeable en el 0.96%, 1.92% y 2.88% del peso del cemento y fueron ensayadas a 7, 14 y 28 días. Se obtuvo como resultado una relación directa entre el concreto patrón y el concreto con aditivo ya que a medida que varían una, varían las otras. Con respecto a las propiedades mecánicas, la resistencia a la compresión se incrementa con referencia al concreto patrón. La conclusión es que el aditivo



Sika Cem Impermeable mejora e incrementa las propiedades físicas del concreto ya que se logra aumentar la resistencia ya que su porosidad se reduce. Siguiendo los resultados, en comparación con la investigación realizada se puede decir que los resultados son semejantes empleando ambos aditivos.

Mancilla y Chávez (2018) en su investigación “Análisis de principales causas de corrosión en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas”, tuvo como objetivo determinar como la corrosión perjudica a las estructuras de concreto armado de las viviendas autoconstruidas. La metodología de diseño es no experimental, ya que se observaron hechos y situaciones existentes en campo, las cuales no fueron provocadas. Para esta investigación se tomó en consideración las afectaciones de corrosión, fisuras y grietas presentes en las viviendas estudiadas. Determinado que el 72% de viviendas presenta un grado de corrosión crítico. Además de ello que el grado de corrosión crítico en las columnas, vigas y losas es de un 80%, 72% y 60% respectivamente. También que el grado de fisuras crítico en las columnas, vigas y losas es de un 80%, 84% y 88% respectivamente y finalmente que el grado de agrietamiento crítico en columnas, vigas y losas es de un 80%, 64% y 64% respectivamente. Llegándose a concluir según la calificación de grado de corrosión que desde el año 1993 existe una afectación por corrosión en un 75% de las viviendas estudiadas, los ensayos en laboratorio como en campo permitió conocer cuáles son las principales causas en las viviendas autoconstruidas, la calidad del concreto y los agentes del medio ambiente son causantes de la corrosión, ya que el recubrimiento probado en el campo con respecto a las tres viviendas no cumple las normativa y la profundidad de la carbonatación es alta y el pH del concreto va de 8, 5-9 donde tiende a la línea acida, por otro lado los sulfatos van en alta tendencia. Comparándola con la investigación, se encuentra gran similitud en la presencia de sulfatos en el suelo y la pérdida de pH o un pH bajo tiende a tener un alto índice a sufrir de carbonatación.

## VI. CONCLUSIONES

**Primero.** La influencia, resultado y / o efecto de incorporar la mezcla Sika 1 a la mezcla de hormigón  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  es que mejora las propiedades y características del hormigón convencional, obteniendo así mayor resistencia a la compresión, mayor resistencia a la carbonatación y menor índice de porosidad las cuales deben ser mejoradas en un hormigón que se encuentra en contacto con el suelo logrando de esta manera aumentar su tiempo de vida. La incorporación del aditivo Sika 1 influye positivamente en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021.

**Segundo.** El efecto de la mezcla de sika 1 cuando se incorpora a la mezcla de hormigón es mejorar las propiedades físicas como densidad, absorción y porosidad, obteniendo así hormigón =  $210 \text{ kg / cm}^2$  en dosis de 2,75%, 3,75% y 4,75% con menor densidad, menor absorción y menor porosidad que el estándar de diseño, lo que aumenta la vida útil del hormigón. El aditivo Sika 1 influye notoriamente en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021.

**Tercero.** El efecto que produce el aditivo Sika 1 al ser incorporado en la mezcla de hormigón es mejorar la resistencia a la carbonatación, logrando así que el hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con dosificaciones 2.75%, 3.75% y 4.75% tenga un pH superior a 13 en comparación con el diseño patrón cuyo pH se encuentra entre 9.5 y 13, esto conlleva a que el hormigón tenga una mejor resistencia a ser carbonatado y a la vez se logrará tener una mejor protección al acero de refuerzo. El aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la carbonatación del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021.

**Cuarto.** El efecto de la mezcla de sika 1 cuando se incorpora a la mezcla de hormigón es mejorar la resistencia a la compresión, por lo que el rendimiento del hormigón =  $210 \text{ kg / cm}^2$  en dosis de 2,75%, 3, 75% y 4,75% tienen una

mayor compresión y resistencia que los diseños estándar. El aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021.

## VII. RECOMENDACIONES

**Primero.** Se recomienda incorporar el aditivo Sika 1 en dosificaciones que se aproximen al 3% según el peso del cemento presente en la mezcla para obtener resultados que beneficien al concreto. En la presente investigación se experimentó con 01 diseño patrón y 03 dosificaciones de aditivo Sika 1 incorporadas a la mezcla del concreto en 2.75%, 3.75% y 4.75% según la influencia (su peso) del cemento presente en la mezcla lográndose determinar después de realizar los ensayos de laboratorio que el valor óptimo de incorporación de aditivo se encuentra en valores aproximados al 3%.

**Segundo.** Se recomienda incorporar el aditivo Sika 1 en dosificaciones que vayan desde el 2.75% y 3.75% según el peso del cemento presente en la mezcla para obtener resultados que beneficien al concreto. En la presente investigación se experimentó con 01 diseño patrón y 03 dosificaciones de aditivo Sika 1 incorporadas a la mezcla del concreto en 2.75%, 3.75% y 4.75% según la influencia (su peso) del cemento presente en la mezcla lográndose determinar después de realizar los ensayos de laboratorio que el valor óptimo de incorporación de aditivo se encuentra entre el 2.75% y 3.75%.

**Tercero.** Se recomienda la incorporación del aditivo Sika 1 en dosificaciones que se encuentren entre 2.75% y 4.75% según el peso del cemento presente en la mezcla para obtener resultados que beneficien al concreto. En la actual investigación se experimentó con 01 diseño patrón y 03 dosificaciones de aditivo Sika 1 incorporadas a la mezcla del concreto en 2.75%, 3.75% y 4.75% según el peso del cemento presente en la mezcla lográndose determinar después de realizar los ensayos de laboratorio que la incorporación de aditivo Sika 1 mejora el pH del concreto, es decir aumenta su resistencia a la carbonatación logrando así mejorar su protección al acero estructural.

**Cuarto.** Se recomienda la incorporación del aditivo Sika 1 en dosificaciones que vayan desde el 2.75% y 3.75% según el peso del cemento presente en la mezcla para obtener resultados que beneficien al concreto. En la actual investigación se experimentó con 01 diseño patrón y 03 dosificaciones de aditivo Sika 1 incorporadas a la mezcla del concreto en 2.75%, 3.75% y 4.75% según el peso del cemento presente en la mezcla lográndose determinar después de realizar los ensayos de laboratorio que la incorporación de aditivo Sika 1 mejora la resistencia del concreto, es decir aumenta su resistencia a la compresión.

## REFERENCIAS

1. DÍAZ CONDOR, Isaac Cesar. *Influencia del aditivo Sika 1 para mejorar la impermeabilidad del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  en suelos con presencia de nivel freático en la Urbanización los Huertos de Villa Chorrillos, Lima, 2019.* Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, 2019.
2. SUDARIO SALAZAR, Raúl Gregorio. *Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018.* Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo, 2018.
3. DEL ROSAL, Juan Antonio. *Durabilidad y Patología del concreto.* 2017, Vol. 6 Núm. 12. Construcción y tecnología en concreto. México: pág. 14-15. ISSN 0187-7895
4. LAGUNA CHITE, Milagros. MAMANI ANTIPUERTA, Alonso y CRUZ ESPINOZA, Cesar. *Evaluación y diagnóstico de elementos de concreto localizados en ambiente marino del distrito de ITE, Tacna.* 2020. Vol. 2 Núm. 2. Ingeniería Investiga. Perú: pág. 455. ISSN-Online: 2708-3039
5. BERNAL, C. *Metodología de la investigación.* Colombia: PEARSON, p. 104. 2006. ISBN 970-26-0645-4
6. BERNAL, C. *Metodología de la investigación.* Colombia: PEARSON, p. 104. 2006. ISBN 970-26-0645-4
7. ÑAUPAS, Humberto. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis.* Colombia: Ediciones de la U. pág 221. ISBN 978-958-762-876-0
8. ICHEBADU G. Amadi. KEMEJIKI I. Amadi. *Effect of admixture on strength and permeability of concrete.* 2018, Vol. 7 Núm. 7. The IJES. Nigeria: pág. 1. ISSN 2319-1813
9. N. VENKAT, Rao. T. Meena. *A review on carbonation study in concrete.* 2021, Vol 14. The Electrochemical Society. India: pág. 1 ISSN 1757-899X
10. SUBA, U. SRINIVASAN, P. SAKTHIESWARAN, N. *A review on carbonation study in concrete.* 2016. International Journal for Innovative Research in Science & Technology. India: pág.288. ISSN 2349-6010.

11. HERNÁNDEZ CASTAÑEDA, O. MENDOZA ESCOBEDO, C. *Agentes que afectan la durabilidad del concreto*. 2017. Vol. 6 Núm. 12. Construcción y tecnología en concreto. México: pág. 21. ISSN 0187-7895
12. GONZALES G. Juan Fernando. *La prevención: Arma contra la patología*. 2017. Vol. 6 Núm. 12. Construcción y tecnología en concreto. México: pág. 28. ISSN 0187-7895
13. CHINE POLITO, Bruno. CUEVAS KAUFFMANN, Rommel. *Estudio experimental de la carbonatación del concreto*. 2019. Vol. 32. Núm. 2. Tecnología en marcha. Costa Rica: pág. 69-70. ISSN 0379-3982
14. Norma NTE E0.60, 2009 pág 14
15. KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix, PANARESE, William y TANESI, Jussara. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Estados Unidos: America's Cement Manufacturers. Pág 1. 2016. ISBN 0-89312-233-5
16. SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. *Tecnología del concreto y del mortero*. Colombia: Bhandar Editores Ltda., 2001. Pág 19. ISBN 958-9247-04-0.
17. SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. *Tecnología del concreto y del mortero*. Colombia: Bhandar Editores Ltda., 2001. Pág 261. ISBN 958-9247-04-0.
18. KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix, PANARESE, William y TANESI, Jussara. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Estados Unidos: America's Cement Manufacturers. Pág 147. 2016. ISBN 0-89312-233-5
19. SIKA, *Ficha técnica del producto*. Perú.
20. Sika, productos, Perú. pág 18.
21. KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix, PANARESE, William y TANESI, Jussara. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Estados Unidos: America's Cement Manufacturers. Pág 10. 2016. ISBN 0-89312-233-5
22. NTE E0.60 *Concreto armado*. Norma técnica de la edificación. Perú. Pág 25
23. KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix, PANARESE, William y TANESI, Jussara. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Estados Unidos: America's Cement Manufacturers. Pág 13. 2016. ISBN 0-89312-233-5
24. MUÑOZ SALINAS, Francisco. MENDOZA ESCOBEDO, Carlos. *La durabilidad en las estructuras de concreto reforzado desde la perspectiva de*

- la norma española para estructuras de concreto*. España: SciELO pág 63. 2012. ISSN 2007-3011
25. ACI 201 *Guía para la durabilidad del concreto*. Pág 2
26. KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix, PANARESE, William y TANESI, Jussara. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Estados Unidos: America's Cement Manufacturers. Pág 15. 2016. ISBN 0-89312-233-5
27. BABICHE I. *Carbonatación del recubrimiento de concreto*. Perú: Dirección General de Instalaciones-Instituto Peruano de Energía Nuclear. Pág 42
28. NTP 339.034 *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*.
29. ASTM C39/C39M-17. *Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*.
30. NTP 339.187/ASTM C642. *Método de ensayo para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos del concreto endurecido*.
31. NMX-C-263-ONNCCE-2010. *Industria de la construcción-cemento hidráulico endurecido-Determinación de la masa, absorción y vacíos*.
32. KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix, PANARESE, William y TANESI, Jussara. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Estados Unidos: America's Cement Manufacturers. Pág 340. 2016. ISBN 0-89312-233-5
33. ÑAUPAS, Humberto. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Colombia: Ediciones de la U. Pág 136. 2018. ISBN 978-958-762-876-0
34. ÑAUPAS, Humberto. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Colombia: Ediciones de la U. Pág 349. 2018. ISBN 978-958-762-876-0
35. HERNANDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL. Pág 32. 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0
36. ÑAUPAS, Humberto. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Colombia: Ediciones de la U. Pág 334. 2018. ISBN 978-958-762-876-0



37. ÑAUPAS, Humberto. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Colombia: Ediciones de la U. Pág 335. 2018. ISBN 978-958-762-876-0
38. ÑAUPAS, Humberto. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Colombia: Ediciones de la U. Pág 342. 2018. ISBN 978-958-762-876-0
39. ARIAS, Fidas. *El proyecto de investigación*. Venezuela: Editorial Episteme. Pág 67. ISBN 980-07-8529-9
40. MUÑOZ, Carlos. *metodología de la investigación*. México: Progreso S.A de C.V, 2015. ISBN 9786074265422

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

| ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables   |  |  |  |                                |        |  |
|--|--|--|--|--------------------------------|--------|--|
| Título: Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021 |  |  |  |                                |        |  |
| Autor: JOSE ANDERSON GARAY JULON   |  |  |  |                                |        |  |
| VARIABLES  |  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | INDICADORES                    | ESCALA | METODOLOGÍA  |
| INDEPENDIENTE  | Aditivo Sika 1   | El aditivo Sika 1 es un aditivo impermeabilizante líquido de fraguado normal para mortero y concreto, una de sus características es bloquear los capilares y poros del concreto ya que proporciona una barrera de agua efectiva contra la transmisión de agua líquida, beneficiando que el concreto o mortero obtenga mayor impermeabilidad (SIKA, Ficha técnica del producto) | El aditivo Sika 1 se incorporó durante la preparación de la mezcla de acuerdo al peso del cemento  | 2.75%<br>3.75%<br>4.75%        | Razón  | Tipo de investigación:<br>Aplicada<br><br>Nivel de investigación:<br>Descriptiva<br><br>Enfoque de investigación:<br>Cuantitativo<br><br>Diseño de investigación:<br>Cuasi experimental<br><br>Población:<br>Probetas de concreto<br><br>Muestra:<br>44 probetas de concreto<br><br>Muestreo:<br>No probabilístico<br><br>Técnica:<br>Observación experimental<br><br>Instrumentos de investigación:<br>Ficha de recolección de datos<br>Ficha de resultado de laboratorio |
| DEPENDIENTE  | Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones | Las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas, las cuatro propiedades principales del concreto son la trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad (IMCYC, 2004)   | Al incorporar el aditivo sika 1 en la mezcla de concreto se realizaron ensayos donde se verificó como influyó en las propiedades físicas, químicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia a la compresión    | Razón  |  |
|  |  |  |  | Densidad                       | Razón  |  |
|  |  |  |  | Porcentaje de absorción        | Razón  |  |
|  |  |  |  | Porcentaje de vacíos           | Razón  |  |
|  |  |  |  | Resistencia a la carbonatación | Razón  |  |

## ANEXO 2: Matriz de consistencia

| ANEXO 2: Matriz de consistencia  |   |  |               |  |                              |                                    |                                    |
|--|---|--|---------------|--|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Título: Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021           |   |  |               |  |                              |                                    |                                    |
| Autor: JOSE ANDERSON GARAY JULON   |   |  |               |  |                              |                                    |                                    |
| Problema   | Objetivos   | Hipótesis  | VARIABLES     |  | Dimensiones                  | Indicadores                        | Instrumentos                       |
| <b>Problema General:</b>   | <b>Objetivo general:</b>  | <b>Hipótesis general:</b>  | INDEPENDIENTE | Aditivo Sika 1   | Porcentaje de aditivo Sika 1 | 2.75 %<br>3.75 %<br>4.75 %         | Ficha de recolección de datos      |
| ¿De qué manera influye la incorporación del aditivo Sika 1 en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021? | Evaluar la influencia de la incorporación del aditivo Sika 1 en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021         | La incorporación del aditivo Sika 1 influye positivamente en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021 |               |  |                              |                                    |                                    |
| <b>Problemas Específicos:</b>  | <b>Objetivos específicos:</b>   | <b>Hipótesis específicas:</b>  | DEPENDIENTE   | Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones | propiedades físicas          | Densidad                           | Ficha de resultados de laboratorio |
| ¿En cuánto influye el aditivo Sika 1 en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021?               | Determinar el efecto que produce el aditivo Sika 1 en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021           | El aditivo Sika 1 influye notoriamente en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021            |               |  |                              | Porcentaje de absorción            |                                    |
|  |   |  |               |  |                              | Porcentaje de vacíos               |                                    |
| ¿En cuánto influye el aditivo Sika 1 en la resistencia a la carbonatación del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021?     | Determinar el efecto que produce el aditivo Sika 1 en la resistencia a la carbonatación del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021 | El aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la carbonatación del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021  |               |  | propiedad química            | Resistencia a la carbonatación     | Ficha de resultados de laboratorio |
| ¿En cuánto influye el aditivo Sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021 ?       | Determinar el efecto que produce el aditivo Sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021    | El aditivo Sika 1 influye notoriamente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021     |               | propiedad mecánica   | Resistencia a la compresión  | Ficha de resultados de laboratorio |                                    |

### ANEXO 3: Instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Porcentaje de aditivo sika 1

"Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>  
en cimentaciones de ancón, Lima 2021"

Fecha: 08-09-2021

Numero de ficha: 1

#### Parte A: Datos generales

##### Ubicación geográfica

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Ancón

#### Parte B: Porcentaje de aditivo sika 1

|       |  |
|-------|--|
| 2.75% |  |
| 3.75% |  |
| 4.75% |  |

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: RAMOS SANCHEZ, IVAN

Especialista: Metodólogo [ ] Temático []

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: INGENIERO CIVIL

Nº de registro CIP: 255105

IVAN BRUNO  
RAMOS SANCHEZ  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 255105

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Porcentaje de aditivo sika 1

"Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$   
en cimentaciones de ancón, Lima 2021"

Fecha: 08-09-2021

Numero de ficha: 2

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Ancón

Parte B: Porcentaje de aditivo sika 1

|       |  |
|-------|--|
| 2.75% |  |
| 3.75% |  |
| 4.75% |  |

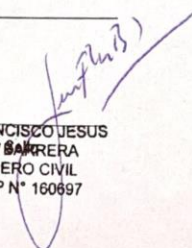
Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Bazán Barrera Juan Francisco Jesús

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [x]

Grado: Maestro [x] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 160697

  
JUAN FRANCISCO JESUS  
BAZÁN BARRERA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 160697



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Porcentaje de aditivo sika 1

"Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en cimentaciones de ancón, Lima 2021"

Fecha: 08-09-2021

Numero de ficha: 3

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Ancón

Parte B: Porcentaje de aditivo sika 1

|       |  |
|-------|--|
| 2.75% |  |
| 3.75% |  |
| 4.75% |  |

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Puican Rudecindo Williams

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [X]

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero civil

N° de registro CIP: 249861

  
-----  
WILLIAMS MANUEL  
PUICAN RUDECINDO  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 249861

Firma y Sello

## ANEXO 4: Validez por juicio de expertos

### Parte C: Validación

| Validez       | Pregunta | Puntuación |    | Observaciones |
|---------------|----------|------------|----|---------------|
|               |          | 0          | 1  |               |
| De contenido  | 1        |            | 1  |               |
|               | 2        |            | 1  |               |
|               | 3        |            | 1  |               |
|               | 4        |            | 1  |               |
|               | 5        |            | 1  |               |
| De constructo | 6        |            | 1  |               |
|               | 7        |            | 1  |               |
|               | 8        |            | 1  |               |
|               | 9        |            | 1  |               |
|               | 10       |            | 1  |               |
|               | 11       |            | 1  |               |
| De criterio   | 12       |            | 1  |               |
|               | 13       |            | 1  |               |
|               | 14       |            | 1  |               |
|               | 15       |            | 1  |               |
| <b>Total</b>  |          | 0          | 15 |               |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Bazan Barrera, Juan Francisco S.

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [x]

Grado: Maestro [x] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 160697

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma y Sello

JUAN FRANCISCO JESUS  
BAZAN BARRERA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 160697



| Validez       | Pregunta | Puntuación  |   | Observaciones |  |
|---------------|----------|---|---|---------------|--|
|               |          | 0   | 1 |               |  |
| De contenido  | 1        | ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?   |   | 1             |  |
|               | 2        | ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?                              |   | 1             |  |
|               | 3        | ¿EL número de dimensiones es adecuado?  |   | 1             |  |
|               | 4        | ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?   |   | 1             |  |
|               | 5        | ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos? |   | 1             |  |
| De constructo | 6        | ¿El número de indicadores es adecuado?  |   | 1             |  |
|               | 7        | No existe ambigüedad en los indicadores   |   | 1             |  |
|               | 8        | ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?                  |   | 1             |  |
|               | 9        | ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?  |   | 1             |  |
|               | 10       | ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?                                |   | 1             |  |
|               | 11       | ¿Los indicadores son medibles?  |   | 1             |  |
| De criterio   | 12       | ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?  |   | 1             |  |
|               | 13       | ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?                                   |   | 1             |  |
|               | 14       | ¿La secuencia planteada es adecuada?  |   | 1             |  |
|               | 15       | No es necesario considerar otros campos   | 0 |               |  |
| <b>Total</b>  |          |   | 1 | 14            |  |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Puican Rudecindo Williams

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: Ingeniero civil

N° de registro CIP: 249861

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 -----  
 WILLIAMS MANUEL  
 PUICAN RUDECINDO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 249861

Firma y Sello

| Validez       | Pregunta | Puntuación  |   | Observaciones |  |
|---------------|----------|---|---|---------------|--|
|               |          | 0   | 1 |               |  |
| De contenido  | 1        | ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?   |   | X             |  |
|               | 2        | ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?                              |   | X             |  |
|               | 3        | ¿EL número de dimensiones es adecuado?  |   | X             |  |
|               | 4        | ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?   |   | X             |  |
|               | 5        | ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos? |   | X             |  |
| De constructo | 6        | ¿El número de indicadores es adecuado?  |   | X             |  |
|               | 7        | No existe ambigüedad en los indicadores   |   | X             |  |
|               | 8        | ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?                  |   | X             |  |
|               | 9        | ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?  |   | X             |  |
|               | 10       | ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?                                |   | X             |  |
|               | 11       | ¿Los indicadores son medibles?  |   | X             |  |
| De criterio   | 12       | ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?  |   | X             |  |
|               | 13       | ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?                                   |   | X             |  |
|               | 14       | ¿La secuencia planteada es adecuada?  |   | X             |  |
|               | 15       | No es necesario considerar otros campos   |   | X             |  |
| <b>Total</b>  |          |   |   | 15            |  |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: RAMOS SANCHEZ, IVAN

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 255105

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 IVAN BRUNO  
 RAMOS SANCHEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255105

Firma y Sello

## ANEXO 5: Normativa

### Ensayos de clasificación de suelos

|  |            |
|--|------------|
| Métodos de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo y la roca por masa | ASTM D2216 |
| Métodos de prueba estándar para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos                            | ASTM D4318 |
| Métodos de prueba estándar para la distribución del tamaño de partículas (gradación) de suelos                               | ASTM D6913 |
| Corte directo de suelos bajo condición consolidada y drenada   | ASTM D3080 |
| Práctica estándar para la descripción e identificación de suelos (procedimientos manuales visuales)                          | ASTM D2488 |

### Análisis químico del suelo

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Método estándar de prueba para determinar el contenido de iones sulfato soluble en agua en el suelo | NTP 339.178/<br>AASHTO T290 |
|---|-----------------------------|

### Ensayos físicos de agregados

|   |           |
|---|-----------|
| Método de prueba estándar para el análisis por tamizado de agregados finos y gruesos  | ASTM C136 |
| Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente ("peso unitario") e índice de huecos en los agregados para concreto | ASTM C29  |
| Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de gruesos                               | ASTM C127 |
| Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino                                   | ASTM C128 |
| Diseño de mezcla de concreto  | ACI 211   |

### Ensayos de laboratorio

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Determinación de la resistencia a la carbonatación                                       | UNE-EN 13295               |
| Método de prueba estándar para la densidad, absorción y vacíos en el concreto endurecido | ASTM C642 /<br>NTP 339.187 |
| Ensayo para determinar la resistencia a la compresión de testigos de concreto            | ASTM C39 /<br>NTP 339.034  |

ANEXO 6: Panel fotográfico



*Figura 23. Elaboración de calicata*



*Figura 24. Sustratos del suelo*



*Figura 25. Aditivo Sika 1*



*Figura 26. Ensayo químico*

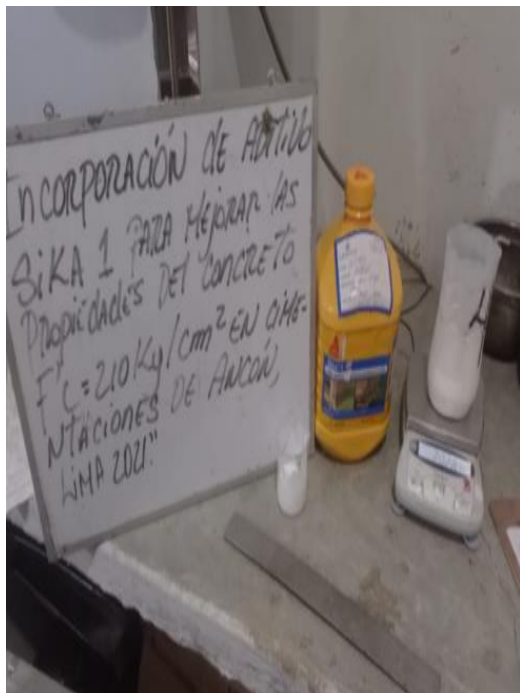


Figura 27. Peso del aditivo Sika 1



Figura 28. Slump de concreto del diseño patrón - 4"



Figura 29. Slump de concreto con incorporación de 2.75% de aditivo Sika 1 - 6"



Figura 30. Slump de concreto con incorporación de 3.75% de aditivo Sika 1 - 8.5"



Figura 31. Slump de concreto con incorporación de 4.75% de aditivo Sika 1 - 9.5"



Figura 32. Aplicación de fenolftaleína para el ensayo de resistencia a la carbonatación



Figura 33. Aplicación de fenolftaleína para el ensayo de resistencia a la carbonatación diseño patrón



Figura 34. Aplicación de fenolftaleína para el ensayo de resistencia a la carbonatación en concreto con incorporación de 2.75% de aditivo Sika 1



Figura 35. Aplicación de fenolftaleína para el ensayo de resistencia a la carbonatación en concreto con incorporación de 3.75% de aditivo Sika

1



Figura 36. Aplicación de fenolftaleína para el ensayo de resistencia a la carbonatación en concreto con incorporación de 4.75% de aditivo Sika

1



Figura 37. Ensayo de resistencia a la compresión – Diseño patrón



Figura 38. Ensayo de resistencia a la compresión – dosificación de 2.75% de aditivo Sika 1



Figura 39. Ensayo de resistencia a la compresión – dosificación de 3.75% de aditivo Sika 1



Figura 40. Ensayo de resistencia a la compresión – dosificación de 4.75% de aditivo Sika 1





# HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sika®-1

### ADITIVO IMPERMEABILIZANTE

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika®-1 es un aditivo impermeabilizante líquido de fraguado normal para mortero y concreto.

#### USOS

Sika®-1 se utiliza para la impermeabilización de morteros y hormigón, en particular para:

- Arrendamientos, morteros de albañilería y soleras.
- Hormigón armado y no reforzado.
- Ladrillo, hormigón y sustratos de piedra.
- Aplicaciones en interiores y exteriores, como sótanos, piscinas, túneles, tanques de agua, pozos, alcantarillas.
- Uso en condiciones de clima tropical y caliente.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika®-1 bloquea los capilares y los poros en el sistema cementoso aplicado para proporcionar una barrera de agua efectiva contra la transmisión de agua líquida. Los beneficios de Sika®-1 incluyen, entre otros, los siguientes:

- Mayor impermeabilidad del mortero / hormigón.
- Listo para usar
- Fácilmente disperso
- Libre de Cloruro

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

|  |  |
|--|--|
| <b>Empaques</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paquete x 4 envases PET x 4 L.</li> <li>• Balde x 20 L.</li> <li>• Cilindro x 200 L.</li> </ul>     |
| <b>Apariencia / Color</b>                  | Líquido amarillo   |
| <b>Vida Útil</b>                           | 12 meses de vida útil a partir de la fecha de producción si se almacena correctamente en el empaque original sellado, sin daños y sin abrir. |
| <b>Condiciones de Almacenamiento</b>       | Almacenamiento a temperaturas entre 5 ° C y 30 ° C. Proteger de la luz solar directa, las heladas y la contaminación.                        |
| <b>Densidad</b>                            | ~1.0 g/cm <sup>3</sup>   |
| <b>Contenido Total de Iones de Cloruro</b> | ≤ 0.1 %  |

Hoja De Datos Del Producto  
Sika®-1  
Mayo 2016, Versión 01.01  
007050401000000

---

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

---

### Dosificación Recomendada

Agregue una parte de Sika®-1 a 10 partes de agua, lo que equivale a aproximadamente el 3% del contenido de cemento. Cuando se utiliza arena muy húmeda, la proporción debe aumentarse a 1: 8 o en casos extremos 1: 6. Nota: Las mezclas de prueba siempre deben realizarse para establecer las tasas de dosificación exactas y los requisitos de agua por mezcla.

---

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### MEZCLADO

Sika®-1 debe agitarse lentamente antes de usar para garantizar una consistencia homogénea y sin grumos. Sika®-1 se diluirá en el agua de aforo. La dilución debe agitarse lentamente (para garantizar una consistencia homogénea y sin grumos) antes de agregarla al mezclador de mortero / concreto. Sika®-1 también se puede agregar puro a la mezcla de mortero / concreto siempre que la mezcla se mezcle correctamente para lograr una consistencia homogénea.

### MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

Deben seguirse las normas estándar de buenas prácticas de hormigonado (relativas a la producción, colocación y curado). Consulte las normas pertinentes.

Sika®-1 puede combinarse con muchos otros productos Sika®.

Nota: Se requieren pruebas preliminares para probar la compatibilidad. Póngase en contacto con el servicio técnico de Sika para obtener más información y asesoramiento.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD


Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



# ANEXO 8: Resultados de laboratorio



**JJ GEOTECNIA SAC**  
SUELOS - COLABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Tel.: (01) 632-9183  
Cel.: 980703014 / 947200505  
Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
informes@jjgeotecniasac.com

[www.jjgeotecniasac.com](http://www.jjgeotecniasac.com)

## INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS

|          |                |
|----------|----------------|
| Código   | FOR-LSR-MS-001 |
| Revisión | 3              |
| Aprobado | CC-JJG         |
| Fecha    | 1/01/2021      |

**TESIS** : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021"

**SOLICITANTE** : Jose Anderson Garay Julon

**UBICACIÓN** : Ancón, Lima.

**Calicata** : C-1

**Muestra** : M-1

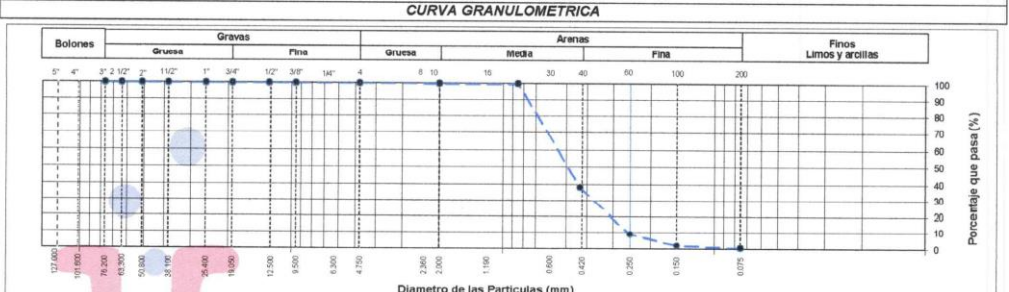
**Profundidad** : - m

**Muestreado por:** WILL  
**Ensayado por:** CJRT  
**Fecha de ensayo:** 2/09/2021

| TAMIZ  | AASHTO T-27 (mm) | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFICACIÓN | DESCRIPCION DE LA MUESTRA  |
|--------|------------------|---------------------|----------------|--|
| 3"     | 76.200           | 100.00              | /              | CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)<br>Contenido Humedad (%) 1.7<br>LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)<br>Límite Líquido (LL) N.P<br>Límite Plástico (LP) N.P<br>Índice Plástico (IP) N.P<br>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)<br>Grava (%) 0.0    Arena (%) 99.3    Finos (%) 0.7<br>CLASIFICACIÓN DE SUELOS<br>Clasificación SUCS (ASTM D2487) SP<br>Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-1-b (0)<br>Nombre del Grupo<br>Arena pobremente gradada |
| 2 1/2" | 63.500           | 100.00              |                |  |
| 2"     | 50.800           | 100.00              |                |  |
| 1 1/2" | 38.100           | 100.00              |                |  |
| 1"     | 25.400           | 100.00              |                |  |
| 3/4"   | 19.050           | 100.00              |                |  |
| 1/2"   | 12.700           | 100.00              |                |  |
| 3/8"   | 9.530            | 100.00              |                |  |
| Nº 4   | 4.750            | 100.00              |                |  |
| Nº 10  | 2.000            | 99.83               |                |  |
| Nº 20  | 0.850            | 99.73               |                |  |
| Nº 40  | 0.430            | 37.96               |                |  |
| Nº 60  | 0.250            | 8.84                |                |  |
| Nº 100 | 0.150            | 2.28                |                |  |
| Nº 200 | 0.075            | 0.68                |                |  |




**DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:** ASTM 2488    SP    Arena pobremente gradada

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
  - 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
  - 3) El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a
  - 4)



**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>Elaborado por:</b></p>  <p><b>Jefe de Laboratorio</b></p> | <p><b>Revisado por:</b></p>  <p><b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b></p> | <p><b>Aprobado por:</b></p>  <p><b>JJ GEOTECNIA S.A.C</b><br/><b>CONTROL DE CALIDAD</b><br/><b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b></p> |
|--|--|---|

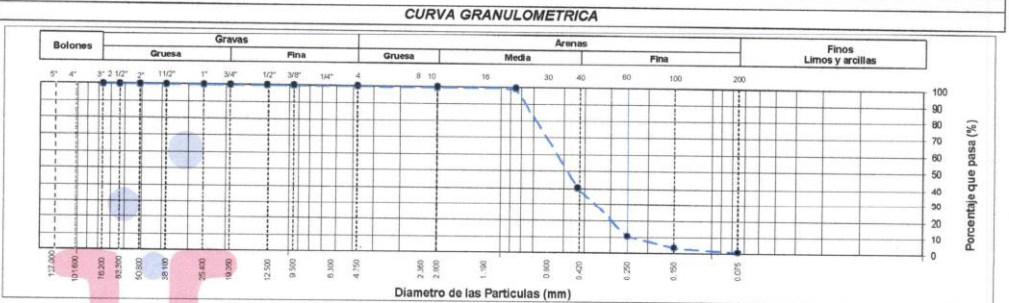
|  |  |          |                |
|--|--|----------|----------------|
| <b>INFORME DE ENSAYO<br/>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> |  | Código   | FOR-LSR-MS-001 |
|  |  | Revisión | 3              |
|  |  | Aprobado | CC-JJG         |
|  |  | Fecha    | 1/01/2021      |

|                    |   |                         |           |
|--------------------|---|-------------------------|-----------|
| <b>TESIS</b>       | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en cimentaciones, Ancón - Lima 2021" |                         |           |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jose Anderson Garay Julon   |                         |           |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : Ancón, Lima.  |                         |           |
| <b>Calicata</b>    | : C-1   | <b>Muestreado por:</b>  | WILL      |
| <b>Muestra</b>     | : M-2   | <b>Ensayado por:</b>    | CJRT      |
| <b>Profundidad</b> | : - m   | <b>Fecha de ensayo:</b> | 2/09/2021 |

| TAMIZ     | AASHTO T-27<br>(mm) | PORCENTAJE<br>QUE PASA | ESPECIFICACIÓN | DESCRIPCION DE LA MUESTRA  |           |           |           |     |      |     |
|-----------|---------------------|------------------------|----------------|--|-----------|-----------|-----------|-----|------|-----|
| 3"        | 76.200              | 100.00                 | /              | <b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b><br>Contenido Humedad (%) 2.2<br><br><b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b><br>Límite Líquido (LL) N.P<br>Límite Plástico (LP) N.P<br>Índice Plástico (IP) N.P<br><br><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b><br><table border="1"> <tr> <th>Grava (%)</th> <th>Arena (%)</th> <th>Finos (%)</th> </tr> <tr> <td>0.0</td> <td>99.2</td> <td>0.8</td> </tr> </table> <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b><br>Clasificación SUCS (ASTM D2487) SP<br>Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-1-b (0)<br><br><b>Nombre del Grupo</b><br>Arena pobremente gradada | Grava (%) | Arena (%) | Finos (%) | 0.0 | 99.2 | 0.8 |
| Grava (%) | Arena (%)           | Finos (%)              |                |  |           |           |           |     |      |     |
| 0.0       | 99.2                | 0.8                    |                |  |           |           |           |     |      |     |
| 2 1/2"    | 63.500              | 100.00                 |                |  |           |           |           |     |      |     |
| 2"        | 50.800              | 100.00                 |                |  |           |           |           |     |      |     |
| 1 1/2"    | 38.100              | 100.00                 |                |  |           |           |           |     |      |     |
| 1"        | 25.400              | 100.00                 |                |  |           |           |           |     |      |     |
| 3/4"      | 19.050              | 100.00                 |                |  |           |           |           |     |      |     |
| 1/2"      | 12.700              | 100.00                 |                |  |           |           |           |     |      |     |
| 3/8"      | 9.530               | 100.00                 |                |  |           |           |           |     |      |     |
| Nº 4      | 4.750               | 100.00                 |                |  |           |           |           |     |      |     |
| Nº 10     | 2.000               | 99.79                  |                |  |           |           |           |     |      |     |
| Nº 20     | 0.850               | 99.59                  |                |  |           |           |           |     |      |     |
| Nº 40     | 0.430               | 40.49                  |                |  |           |           |           |     |      |     |
| Nº 60     | 0.250               | 10.69                  |                |  |           |           |           |     |      |     |
| Nº 100    | 0.150               | 3.44                   |                |  |           |           |           |     |      |     |
| Nº 200    | 0.075               | 0.80                   |                |  |           |           |           |     |      |     |

**DESCRIPCION VISUAL DE LA MUESTRA:** ASTM 2488 SP Arena pobremente gradada

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ .
  - 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ . Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
  - 3) El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a
  - 4)



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

|                                |   |   |
|--------------------------------|---|---|
| <b>Elaborado por:</b>          | <b>Revisado por:</b>                        | <b>Aprobado por:</b>  |
| <br><b>Jefe de Laboratorio</b> | <br><b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b> | <br><b>CONTROL DE CALIDAD</b><br><b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b> |

|                                     |                                     |          |                |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO | Código   | FOR-LSR-MS-015 |
|                                     |                                     | Revisión | 3              |
|                                     |                                     | Aprobado | CC-JJG         |
|                                     |                                     | Fecha    | 1/01/2021      |

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D3080

|             |  |
|-------------|--|
| REFERENCIA  | : Datos de Laboratorio   |
| SOLICITANTE | : Jose Anderson Garay Julon  |
| PROYECTO    | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021" |
| UBICACIÓN   | : Ancón, Lima  |
| CALICATA    | : C-1  |
| MUESTRA     | : M-1  |
| PROFUNDIDAD | : - m  |

Fecha de ensayo: 02/09/2021

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min




| ESPECIMEN 1     |       |                    | ESPECIMEN 2     |       |                    | ESPECIMEN 3     |       |                    |
|-----------------|-------|--------------------|-----------------|-------|--------------------|-----------------|-------|--------------------|
| Altura Inicial: | 23.9  | mm                 | Altura Inicial: | 23.9  | mm                 | Altura Inicial: | 23.9  | mm                 |
| Lado de copa:   | 60.8  | mm                 | Lado de copa:   | 60.8  | mm                 | Lado de copa:   | 60.8  | mm                 |
| Area Inicial:   | 29.1  | cm <sup>2</sup>    | Area Inicial:   | 29.1  | cm <sup>2</sup>    | Area Inicial:   | 29.1  | cm <sup>2</sup>    |
| Densidad Seca:  | 1.782 | gr/cm <sup>3</sup> | Densidad Seca:  | 1.781 | gr/cm <sup>3</sup> | Densidad Seca:  | 1.776 | gr/cm <sup>3</sup> |
| Humedad Inic.:  | 2.1   | %                  | Humedad Inic.:  | 1.9   | %                  | Humedad Inic.:  | 2.2   | %                  |
| Esf. Normal:    | 0.50  | kg/cm <sup>2</sup> | Esf. Normal:    | 1.01  | kg/cm <sup>2</sup> | Esf. Normal:    | 2.02  | kg/cm <sup>2</sup> |
| Esf. Corte:     | 0.29  | kg/cm <sup>2</sup> | Esf. Corte:     | 0.51  | kg/cm <sup>2</sup> | Esf. Corte:     | 1.09  | kg/cm <sup>2</sup> |

| Deformacion horizontal (%) | Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> ) | Esfuerzo Normalizado (tvo) | Deformacion horizontal (%) | Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> ) | Esfuerzo Normalizado (tvo) | Deformacion horizontal (%) | Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> ) | Esfuerzo Normalizado (tvo) |
|----------------------------|---|----------------------------|----------------------------|---|----------------------------|----------------------------|---|----------------------------|
| 0.00                       | 0.00                                    | 0.00                       | 0.00                       | 0.00                                    | 0.00                       | 0.00                       | 0.00                                    | 0.00                       |
| 0.41                       | 0.12                                    | 0.30                       | 0.41                       | 0.22                                    | 0.28                       | 0.41                       | 0.48                                    | 0.30                       |
| 0.82                       | 0.16                                    | 0.41                       | 0.82                       | 0.31                                    | 0.39                       | 0.82                       | 0.67                                    | 0.42                       |
| 1.23                       | 0.16                                    | 0.45                       | 1.23                       | 0.35                                    | 0.43                       | 1.23                       | 0.75                                    | 0.47                       |
| 1.64                       | 0.19                                    | 0.53                       | 1.64                       | 0.37                                    | 0.46                       | 1.64                       | 0.80                                    | 0.50                       |
| 2.47                       | 0.22                                    | 0.56                       | 2.47                       | 0.41                                    | 0.50                       | 2.47                       | 0.88                                    | 0.54                       |
| 3.29                       | 0.23                                    | 0.56                       | 3.29                       | 0.42                                    | 0.51                       | 3.29                       | 0.90                                    | 0.55                       |
| 4.11                       | 0.24                                    | 0.58                       | 4.11                       | 0.43                                    | 0.52                       | 4.11                       | 0.91                                    | 0.55                       |
| 4.93                       | 0.24                                    | 0.58                       | 4.93                       | 0.44                                    | 0.52                       | 4.93                       | 0.93                                    | 0.56                       |
| 5.75                       | 0.24                                    | 0.57                       | 5.75                       | 0.45                                    | 0.53                       | 5.75                       | 0.96                                    | 0.57                       |
| 6.58                       | 0.25                                    | 0.59                       | 6.58                       | 0.45                                    | 0.53                       | 6.58                       | 0.96                                    | 0.57                       |
| 7.40                       | 0.25                                    | 0.59                       | 7.40                       | 0.46                                    | 0.54                       | 7.40                       | 0.98                                    | 0.58                       |
| 8.22                       | 0.25                                    | 0.59                       | 8.22                       | 0.46                                    | 0.54                       | 8.22                       | 0.98                                    | 0.58                       |
| 9.04                       | 0.26                                    | 0.60                       | 9.04                       | 0.47                                    | 0.54                       | 9.04                       | 1.00                                    | 0.57                       |
| 9.86                       | 0.27                                    | 0.61                       | 9.86                       | 0.48                                    | 0.55                       | 9.86                       | 1.02                                    | 0.58                       |
| 10.69                      | 0.27                                    | 0.61                       | 10.69                      | 0.48                                    | 0.55                       | 10.69                      | 1.03                                    | 0.58                       |
| 11.51                      | 0.27                                    | 0.60                       | 11.51                      | 0.49                                    | 0.55                       | 11.51                      | 1.06                                    | 0.59                       |
| 12.33                      | 0.28                                    | 0.62                       | 12.33                      | 0.50                                    | 0.55                       | 12.33                      | 1.06                                    | 0.59                       |
| 13.15                      | 0.27                                    | 0.60                       | 13.15                      | 0.50                                    | 0.55                       | 13.15                      | 1.07                                    | 0.59                       |
| 13.97                      | 0.28                                    | 0.61                       | 13.97                      | 0.50                                    | 0.54                       | 13.97                      | 1.06                                    | 0.57                       |
| 14.80                      | 0.28                                    | 0.60                       | 14.80                      | 0.50                                    | 0.54                       | 14.80                      | 1.06                                    | 0.57                       |
| 15.62                      | 0.28                                    | 0.60                       | 15.62                      | 0.51                                    | 0.54                       | 15.62                      | 1.09                                    | 0.58                       |
| 16.44                      | 0.29                                    | 0.61                       | 16.44                      | 0.51                                    | 0.54                       | 16.44                      | 1.09                                    | 0.57                       |

**OBSERVACIONES:**

Muestras remodeladas en laboratorio.  
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA SAC.

|   |   |  |
|---|---|--|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:  |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad JJ GEOTECNIA  |

|                                     |                                     |          |                |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO | Código   | FOR-LSR-MS-015 |
|                                     |                                     | Revisión | 3              |
|                                     |                                     | Aprobado | CC-JJG         |
|                                     |                                     | Fecha    | 1/01/2021      |

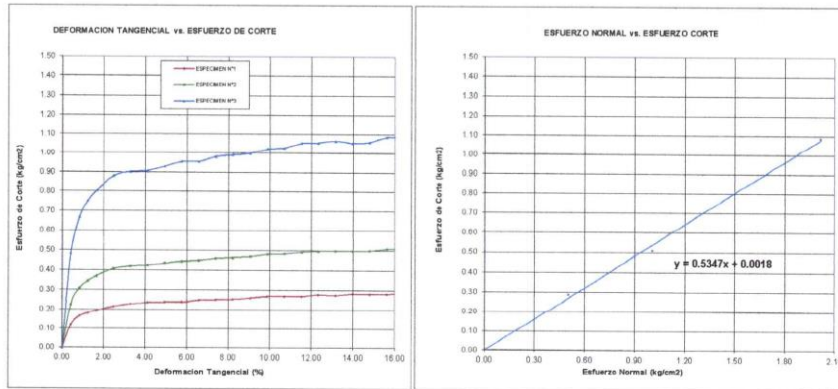
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D3080

|             |  |
|-------------|--|
| REFERENCIA  | : Datos de Laboratorio   |
| SOLICITANTE | : Jose Anderson Garay Julon  |
| PROYECTO    | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021" |
| UBICACIÓN   | : Ancón, Lima.   |
| CALICATA    | : C-1  |
| MUESTRA     | : M-1  |
| PROFUNDIDAD | : ~ m  |

Fecha de ensayo: 02/09/2021




**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**  
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



**Resultados:**  
Cohesión  $c$  : 0.00 kg/cm<sup>2</sup>  
Ángulo de fricción ( $\phi$ ) : 28.1°

**OBSERVACIONES:**  
Muestras remodeladas en laboratorio.  
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA SAC.

|   |   |  |
|---|---|--|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:  |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad JJ GEOTECNIA  |

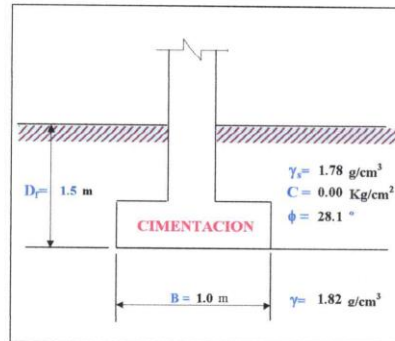
**SOLICITANTE** : Jose Anderson Garay Julon  
**PROYECTO** : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021"  
**UBICACIÓN** : Ancón, Lima.  
**CALICATA** : C-1; M-1

**CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO**

Tipo de Suelo **SP** : **Arena pobremente gradada.** **FECHA** : **2/09/2021**  
**DF** : **1.50 m (Profundidad)**

**CIMENTACION RECTANGULAR**

|   |                  |       |                    |
|---|------------------|-------|--------------------|
| Cohesión .....                                      | C =              | 0.00  | Kg/cm <sup>2</sup> |
| Angulo de fricción .....                            | φ =              | 28.10 | °                  |
| Tipo de falla .....                                 |                  | B     |                    |
| Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación | γ <sub>s</sub> = | 1.78  | g/cm <sup>3</sup>  |
| Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación  | γ =              | 1.82  | g/cm <sup>3</sup>  |
| Ancho de la cimentación .....                       | B =              | 1.00  | m                  |
| Largo de la cimentación .....                       | L =              | 2.00  | m                  |
| Profundidad de la cimentación .....                 | D <sub>f</sub> = | 1.50  | m                  |
| Factor de seguridad .....                           | FS =             | 3.00  |                    |



Formulación de Terzaghi: L ≠ B (Cimentaciones rectangulares)

$$q_{ult} = CN_c \left( 1 + 0.3 \frac{B}{L} \right) + \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma B N_q \left( 1 - 0.2 \frac{B}{L} \right)$$

|                |   |       |
|----------------|---|-------|
| Tipo de falla: | Corte general (suelos densos)   | A     |
|                | Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.) | B     |
|                | C <sub>r</sub> =  | 0.00  |
|                | φ <sup>i</sup> =  | 19.59 |

Factores de capacidad de carga: Vesic

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma g^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$$

Calculando los factores de capacidad de carga:

**Factores de capacidad de carga**

N<sub>q</sub> = 6.147  
N<sub>c</sub> = 14.460  
N<sub>γ</sub> = 7.633  
N<sub>q</sub>/N<sub>c</sub> = 0.43  
tan φ = 0.53

Reemplazando en la formula se tiene:

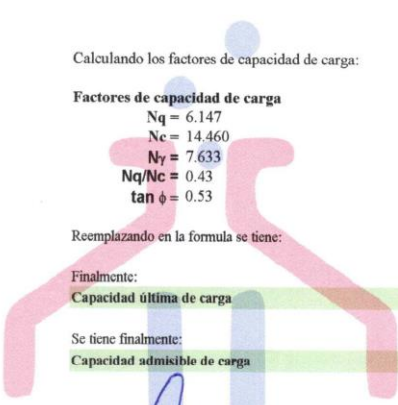
**q<sub>ult</sub> = 2.265 Kg/cm<sup>2</sup>**

Finalmente:

**Capacidad última de carga** q<sub>ult</sub> = **2.27 Kg/cm<sup>2</sup>**  
Con: FS = **3.00**

Se tiene finalmente:

**Capacidad admisible de carga** q<sub>adm</sub> = **0.76 Kg/cm<sup>2</sup>**



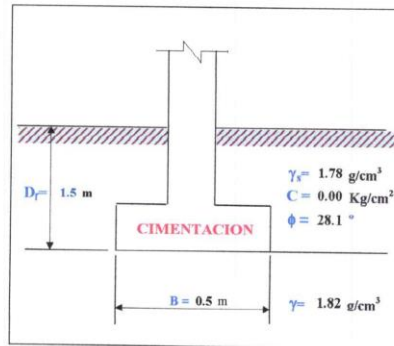
**SOLICITANTE** : Jose Anderson Garay Julon  
**PROYECTO** : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021"  
**UBICACIÓN** : Ancón, Lima.  
**CALICATA** : C-1; M-1

**CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO**

Tipo de Suelo **SP** : **Arena pobremente gradada.** **FECHA** : **2/09/2021**  
**DF** : **1.50 m (Profundidad)**

**CIMENTACION CORRIDA**

Cohesión .....  $C = 0.00$  Kg/cm<sup>2</sup>  
Angulo de fricción .....  $\phi = 28.10$  °  
Tipo de falla ..... **B**  
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación  $\gamma_s = 1.78$  g/cm<sup>3</sup>  
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación  $\gamma = 1.82$  g/cm<sup>3</sup>  
Ancho de la cimentación .....  $B = 0.50$  m  
Largo de la cimentación .....  $L = -$  m  
Profundidad de la cimentación .....  $D_f = 1.50$  m  
Factor de seguridad .....  $FS = 3.00$



Formulación de Terzaghi:  $L/B > 10$  (Cimentaciones corridas)

$$q_{ult} = CN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Tipo de falla: **Corte general** (suelos densos) **A**  
**Corte local** (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.) **B**  
 $C' = 0.00$   
 $\phi' = 19.59$

Factores de capacidad de carga: Vesic

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma g^2 \left(45 + \frac{\phi}{2}\right) e^{-1.96\phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$$

Calculando los factores de capacidad de carga:

Factores de capacidad de carga

$N_q = 6.147$   
 $N_c = 14.460$   
 $N_\gamma = 7.633$   
 $N_q/N_c = 0.43$   
 $\tan \phi = 0.53$

Reemplazando en la formula se tiene:

$$q_{ult} = 1.988 \text{ Kg/cm}^2$$

Finalmente:

Capacidad última de carga  $q_{ult} = 1.99 \text{ Kg/cm}^2$

Con:  $FS = 3.00$

Se tiene finalmente:

Capacidad admisible de carga  $q_{adm} = 0.66 \text{ Kg/cm}^2$

Tabla Resumen de Capacidad admisible o Portante:

En base a lo mostrado anteriormente:

| Df (m) | Ancho (m) |      |      |      |      |
|--------|-----------|------|------|------|------|
|        | 0.40      | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.80 |
| 1.20   | 0.53      | 0.55 | 0.58 | 0.60 | 0.62 |
| 1.30   | 0.57      | 0.59 | 0.61 | 0.64 | 0.66 |
| 1.40   | 0.60      | 0.63 | 0.65 | 0.67 | 0.70 |
| 1.50   | 0.64      | 0.66 | 0.69 | 0.71 | 0.73 |
| 1.60   | 0.68      | 0.70 | 0.72 | 0.75 | 0.77 |
| 1.70   | 0.71      | 0.74 | 0.76 | 0.78 | 0.80 |
| 1.80   | 0.75      | 0.77 | 0.80 | 0.82 | 0.84 |
| 1.90   | 0.79      | 0.81 | 0.83 | 0.85 | 0.88 |
| 2.00   | 0.82      | 0.85 | 0.87 | 0.89 | 0.91 |



**JJ GEOTECNIA S.A.C**  
CONTROL DE CALIDAD



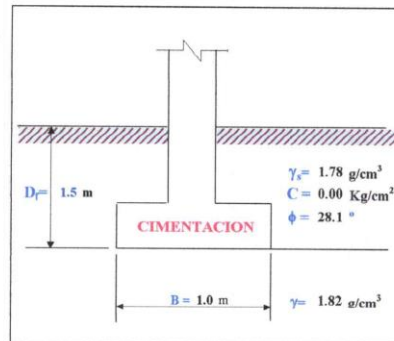
**SOLICITANTE** : Jose Anderson Garay Julon  
**PROYECTO** : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021"  
**UBICACIÓN** : Ancón, Lima.  
**CALICATA** : C-1; M-1

**CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO**

Tipo de Suelo **SP** : Arena pobremente gradada. **FECHA** : 2/09/2021  
**DF** : 1.50 m (Profundidad)

**CIMENTACION CUADRADA**

Cohesión .....  $C = 0.00$  Kg/cm<sup>2</sup>  
Angulo de fricción .....  $\phi = 28.10$  °  
Tipo de falla ..... B  
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación .....  $\gamma_s = 1.78$  g/cm<sup>3</sup>  
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación .....  $\gamma = 1.82$  g/cm<sup>3</sup>  
Ancho de la cimentación .....  $B = 1.00$  m  
Largo de la cimentación .....  $L = 1.00$  m  
Profundidad de la cimentación .....  $D_f = 1.50$  m  
Factor de seguridad .....  $FS = 3.00$



Formulación de Terzaghi:  $L = B$  (Cimentaciones cuadradas)

$$q_{ult} = \frac{13}{10} CN_c + \gamma D_f N_q + \frac{4}{10} \gamma B N_\gamma$$

Tipo de falla: **Corte general** (suelos densos) **A**  
**Corte local** (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.) **B**  
 $C' = 0.00$   
 $\phi' = 19.59$

Factores de capacidad de carga: Vesic

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma g^2 \left(45 + \frac{\phi}{2}\right) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$$

Calculando los factores de capacidad de carga:

**Factores de capacidad de carga**  
 $N_q = 6.147$   
 $N_c = 14.460$   
 $N_\gamma = 7.633$   
 $N_q/N_c = 0.43$   
 $\tan \phi = 0.53$

Recemplazando en la formula se tiene:  $q_{ult} = 2.196$  Kg/cm<sup>2</sup>

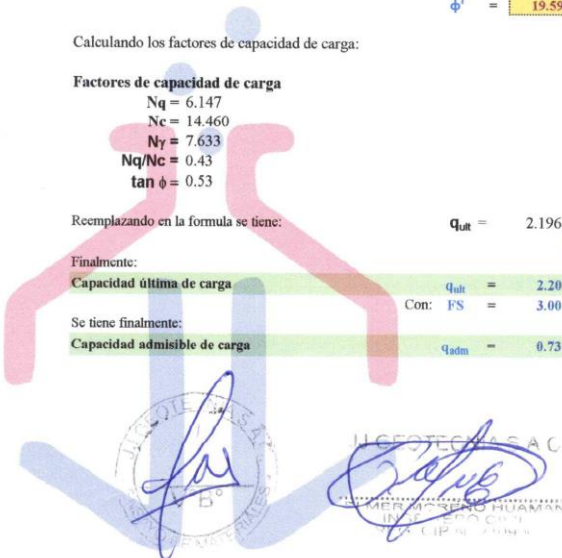
Finalmente:  
Capacidad última de carga  $q_{ult} = 2.20$  Kg/cm<sup>2</sup>  
Con:  $FS = 3.00$

Se tiene finalmente:  
Capacidad admisible de carga  $q_{adm} = 0.73$  Kg/cm<sup>2</sup>

Tabla Resumen de Capacidad admisible o Portante:

En base a lo mostrado anteriormente:

| Df (m) | Ancho (m) |      |      |      |      |
|--------|-----------|------|------|------|------|
|        | 1.00      | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| 1.20   | 0.62      | 0.81 | 0.99 | 1.18 | 1.36 |
| 1.30   | 0.71      | 0.94 | 1.03 | 1.21 | 1.40 |
| 1.40   | 0.74      | 0.97 | 1.07 | 1.25 | 1.44 |
| 1.50   | 0.78      | 1.01 | 1.10 | 1.29 | 1.47 |
| 1.60   | 0.81      | 1.05 | 1.14 | 1.32 | 1.51 |
| 1.70   | 0.85      | 1.08 | 1.17 | 1.36 | 1.54 |
| 1.80   | 0.89      | 1.12 | 1.21 | 1.40 | 1.58 |
| 1.90   | 0.92      | 1.16 | 1.25 | 1.43 | 1.62 |
| 2.00   | 0.96      | 1.19 | 1.28 | 1.47 | 1.65 |



JJ GEOTECNIA S.A.C  
CONTROL DE CALIDAD

|                                     |   |          |               |
|-------------------------------------|---|----------|---------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO<br>DETERMINACIÓN DE SULFATOS Y CLORUROS EN SUELOS Y AGREGADOS | Código   | FOR-LSR-QU-50 |
|                                     |   | Revisión | 3             |
|                                     |   | Aprobado | CC-JJG        |
|                                     |   | Fecha    | 1/01/2021     |

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
NTP 339.152/ NTP 339.171/ NTP 339.178/ NTP 339.176/ AASHTO T280/ AASHTO T291

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| REFERENCIA                  | : Datos de laboratorio   |
| SOLICITANTE                 | : Jose Anderson Garay Julon  |
| TESIS                       | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021" |
| UBICACIÓN                   | : Ancón, Lima.   |
| CALICATA                    | : C-01   |
| MUESTRA                     | : M-1  |
| PROFUNDIDAD                 | : --   |
| Fecha de ensayo: 02/09/2021 |  |

| ENSAYO                         | RESULTADO |       | NORMA                    |
|--------------------------------|-----------|-------|--------------------------|
|                                | p.p.m.    | %     |                          |
| CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES | 63        | 0.006 | NTP 339.178/ AASHTO T290 |

**INDICACIONES:**

- \* Durante la preparación, el material fue secado a temperatura ambiente (60°C).

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

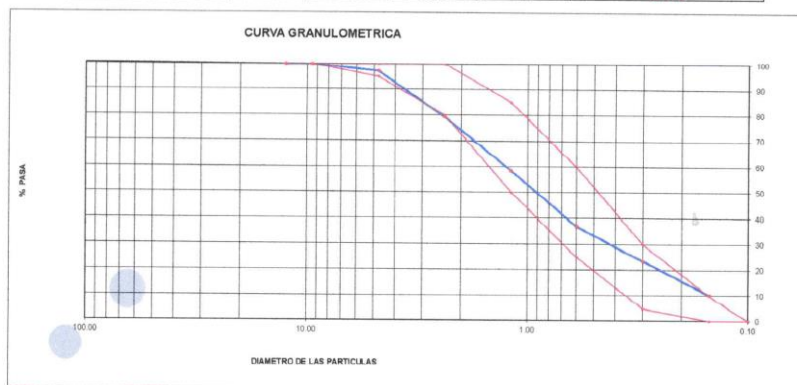
|   |   |  |
|---|---|--|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:  |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad JJ GEOTECNIA  |

|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b><br><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b> | Código   | FOR-LTC-AG-001 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-JJ          |


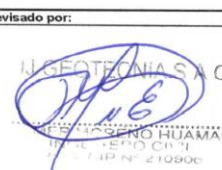
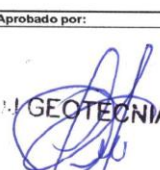
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

|                                |  |                             |  |
|--------------------------------|--|-----------------------------|--|
| <b>REFERENCIA</b>              | : Datos de laboratorio   |                             |  |
| <b>SOLICITANTE</b>             | : Jose Anderson Garay Julon  |                             |  |
| <b>TESIS</b>                   | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021" |                             |  |
| <b>UBICACIÓN</b>               | : LIMA   | Fecha de ensayo: 06/09/2021 |  |
| <b>MATERIAL</b>                | : Agregado fino  | <b>CANTERA:</b> TRAPICHE    |  |
| <b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b> | 633.4  | % W = 0.9                   |  |
| <b>PESO INICIAL SECO (g)</b>   | 628.0  | MF = 2.94                   |  |

| MALLAS | ABERTURA (mm) | MATERIAL RETENIDO |      | % ACUMULADOS |        | ESPECIFICACIONES<br>ASTM C 33 |
|--------|---------------|-------------------|------|--------------|--------|-------------------------------|
|        |               | (g)               | (%)  | Retenido     | Pasa   |                               |
| 1/2"   | 12.50         | 0.00              | 0.00 | 0.00         | 100.00 |                               |
| 3/8"   | 9.50          | 0.00              | 0.00 | 0.00         | 100.00 | 100                           |
| Nº4    | 4.75          | 17.5              | 2.8  | 2.8          | 97.2   | 95 - 100                      |
| Nº8    | 2.36          | 112.5             | 17.9 | 20.7         | 79.3   | 80 - 100                      |
| Nº16   | 1.18          | 131.2             | 20.9 | 41.8         | 58.4   | 50 - 85                       |
| Nº30   | 0.60          | 135.2             | 21.5 | 63.1         | 36.9   | 25 - 60                       |
| Nº50   | 0.30          | 84.2              | 13.4 | 76.5         | 23.5   | 05 - 30                       |
| Nº100  | 0.15          | 82.6              | 13.2 | 89.7         | 10.3   | 0 - 10                        |
| FONDO  |               | 64.8              | 10.3 | 100.0        | 0.0    | 0 - 0                         |



**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

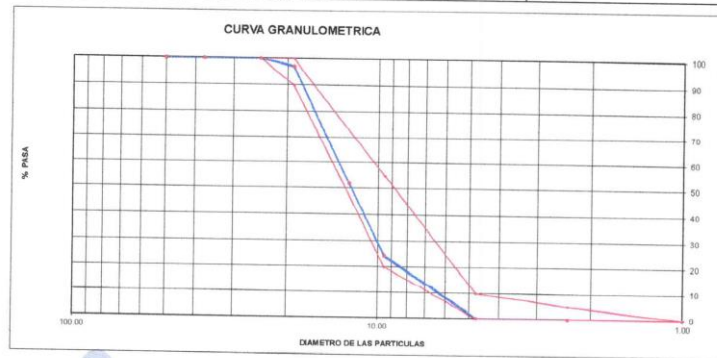
|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Elaborado por:</b><br> | <b>Revisado por:</b><br> | <b>Aprobado por:</b><br> |
| Jefe de Laboratorio  | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad   |

|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO<br>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO<br>GRUESO | Código   | FOR-LTC-AG-002 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-JJ          |


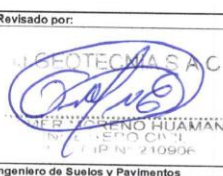

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

|                                |   |                             |      |
|--------------------------------|---|-----------------------------|------|
| <b>REFERENCIA</b>              | : Datos de laboratorio  |                             |      |
| <b>SOLICITANTE</b>             | : Jose Anderson Garay Julon   |                             |      |
| <b>TESIS</b>                   | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones Ancón - Lima 2021" |                             |      |
| <b>UBICACION</b>               | : LIMA  |                             |      |
| <b>MATERIAL</b>                | : AGREGADO GRUESO   | CANTERA: TRAPICHE           |      |
| <b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b> | 4,235.00  | % W =                       | 0.1  |
| <b>PESO INICIAL SECO (g)</b>   | 4,232.40  | MF =                        | 6.78 |
|                                |   | Fecha de ensayo: 06/09/2021 |      |

| MALLAS | ABERTURA (mm) | MATERIAL RETENIDO |      | % ACUMULADOS |       | ESPECIFICACIONES HUSO # 67 |
|--------|---------------|-------------------|------|--------------|-------|----------------------------|
|        |               | (g)               | (%)  | Retenido     | Pasa  |                            |
| 2"     | 50.00         | 0.0               | 0.0  | 0.0          | 100.0 |                            |
| 1 1/2" | 37.50         | 0.0               | 0.0  | 0.0          | 100.0 |                            |
| 1"     | 24.50         | 0.0               | 0.0  | 0.0          | 100.0 | 100                        |
| 3/4"   | 19.05         | 121.5             | 2.9  | 2.9          | 97.1  | 90 - 100                   |
| 1/2"   | 12.50         | 1,911.0           | 45.2 | 48.1         | 51.9  |                            |
| 3/8"   | 9.53          | 1,168.0           | 27.6 | 75.7         | 24.3  | 20 - 55                    |
| Nº 4   | 4.76          | 1,021.0           | 24.1 | 99.8         | 0.2   | 0 - 10                     |
| Nº 8   | 2.38          | 8.0               | 0.2  | 100.0        | 0.0   | 0 - 5                      |
| Nº 16  | 1.18          | 0.0               | 0.0  | 100.0        | 0.0   |                            |
| FONDO  |               | 2.9               | 0.1  |              |       |                            |



**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

|   |  |   |
|---|--|---|
| Elaborado por:<br> | Revisado por:<br> | Aprobado por:<br> |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos   | Control de Calidad  |

|  |   |          |                |
|--|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO<br>DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>PESO UNITARIO (F, G o Gib)</b> | Código   | FOR-LTC-AG-018 |
|  |   | Revisión | 1              |
|  |   | Aprobado | CC-JJ          |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C29

|                    |  |                                    |
|--------------------|--|------------------------------------|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Datos de laboratorio   | <i>Fecha de ensayo: 06/09/2021</i> |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jose Anderson Garay Julon  |                                    |
| <b>TESIS</b>       | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones. Ancón - Lima 2021" |                                    |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA   |                                    |
| <b>MATERIAL</b>    | : AGREGADO GRUESO  | <b>CANTERA:</b> TRAPICHE           |

|            |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA Nº | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|

|   |                                    |      |       |       |       |
|---|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde         | g    | 30642 | 30612 | 30605 |
| 2 | Peso del Molde                     | g    | 9800  | 9800  | 9800  |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2)         | g    | 20842 | 20812 | 20805 |
| 4 | Volumen del Molde                  | cc   | 13950 | 13950 | 13950 |
| 5 | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc | 1.494 | 1.492 | 1.491 |



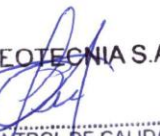
|                                      |      |       |
|--------------------------------------|------|-------|
| <b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b> | g/cc | 1.492 |
|--------------------------------------|------|-------|

|            |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA Nº | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|

|   |  |      |       |       |       |
|---|--|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde             | g    | 32434 | 32468 | 32471 |
| 2 | Peso del Molde                         | g    | 9800  | 9800  | 9800  |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2)             | g    | 22634 | 22668 | 22671 |
| 4 | Volumen del Molde                      | cc   | 13950 | 13950 | 13950 |
| 5 | Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc | 1.623 | 1.625 | 1.625 |

|  |      |       |
|--|------|-------|
| <b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b> | g/cc | 1.624 |
|--|------|-------|

**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

|   |   |   |
|---|---|---|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:   |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |

|                                     |                                     |          |                |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO | Código   | FOR-LAB-AG-015 |
|                                     |                                     | Revisión | 1              |
|                                     |                                     | Aprobado | CC-JJ          |

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C29

|                    |  |                         |            |
|--------------------|--|-------------------------|------------|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Datos de laboratorio   | <b>Fecha de ensayo:</b> | 08/08/2021 |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jose Anderson Garay Julon  |                         |            |
| <b>TESIS</b>       | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones. Ancón - Lima 2021" |                         |            |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA   |                         |            |
| <b>MATERIAL</b>    | : AGREGADO FINO  | <b>CANTERA</b>          | : TRAPICHE |

|            |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|

|   |                                    |      |       |       |       |
|---|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde         | g    | 6524  | 6495  | 6485  |
| 2 | Peso del Molde                     | g    | 2363  | 2363  | 2363  |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2)         | g    | 4161  | 4132  | 4122  |
| 4 | Volumen del Molde                  | cc   | 2780  | 2780  | 2780  |
| 5 | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc | 1.508 | 1.497 | 1.493 |

|                               |      |       |
|-------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO | g/cc | 1.499 |
|-------------------------------|------|-------|

|            |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|

|   |  |      |       |       |       |
|---|--|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde             | g    | 7328  | 7285  | 7301  |
| 2 | Peso del Molde                         | g    | 2363  | 2363  | 2363  |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2)             | g    | 4965  | 4922  | 4938  |
| 4 | Volumen del Molde                      | cc   | 2780  | 2780  | 2780  |
| 5 | Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc | 1.799 | 1.783 | 1.789 |

|                                   |      |       |
|-----------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO | g/cc | 1.790 |
|-----------------------------------|------|-------|

**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

|   |   |  |
|---|---|--|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:  |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA   |

|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO<br>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS | Código   | FOR-LAB-MS-009 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-JJ          |

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM C127

|             |  |                  |            |
|-------------|--|------------------|------------|
| REFERENCIA  | : Datos de laboratorio   | Fecha de ensayo: | 06/09/2021 |
| SOLICITANTE | : Jose Anderson Garay Julon  |                  |            |
| TESIS       | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones. Ancón - Lima 2021" |                  |            |
| UBICACION   | : LIMA   |                  |            |
| MATERIAL    | : AGREGADO GRUESO  | CANTERA          | : TRAPICHE |

| MUESTRA N° |   |   | M - 1 | M - 2  | PROMEDIO |        |
|------------|---|---|-------|--------|----------|--------|
| 1          | Peso de la Muestra Sumergida Canastilla | A | g     | 1541.0 | 1567.0   | 1564.0 |
| 2          | Peso muestra Sat. Sup. Seca             | B | g     | 2436.0 | 2506.0   | 2472.0 |
| 3          | Peso muestra Seco                       | C | g     | 2424.0 | 2406.0   | 2460.0 |
| 4          | Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A  |   | g/cc  | 2.72   | 2.72     | 2.72   |
| 5          | Peso específico de masa = C/B-A         |   | g/oo  | 2.71   | 2.71     | 2.71   |
| 6          | Peso específico aparente = C/C-A        |   | g/cc  | 2.75   | 2.75     | 2.75   |
| 7          | Absorción de agua = ((B - C)/C)*100     |   | %     | 0.5    | 0.5      | 0.5    |

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

|   |   |  |
|---|---|--|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:  |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad   |

|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b> | Código   | FOR-LAB-AG-013 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-JJ          |

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

|                    |   |                                    |
|--------------------|---|------------------------------------|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Datos de laboratorio  | <i>Fecha de ensayo: 06/09/2021</i> |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jose Anderson Garay Julon   |                                    |
| <b>TESTES</b>      | : "Incorporación de aditivo Silka 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones. Ancón - Lima 2021" |                                    |
| <b>UBICACION</b>   | : LIMA  |                                    |
| <b>MATERIAL</b>    | : AGREGADO FINO   |                                    |
| <b>CANTERA</b>     | : TRAPICHE  |                                    |

| MUESTRA Nº |   | M - 1 | M - 2 | PROMEDIO |        |
|------------|---|-------|-------|----------|--------|
| 1          | Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua | g     | 980.7 | 981.5    | 981.1  |
| 2          | Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon                | g     | 670.2 | 669.8    | 670.0  |
| 3          | Peso del Agua (W = 1 - 2)                           | g     | 310.5 | 311.7    | 311.1  |
| 4          | Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon     | g/cc  | 661.6 | 661      | 661.30 |
| 5          | Peso del Balon N° 2                                 | g/cc  | 170.2 | 169.8    | 170.00 |
| 6          | Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)          | g/cc  | 491.4 | 491.2    | 491.30 |
| 7          | Volumen del Balon (V = 500)                         | cc    | 497.5 | 498.2    | 497.9  |

| RESULTADOS  |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|
| <b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))</b>          | g/cc | 2.63 | 2.63 | 2.63 |
| <b>PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))</b> | g/cc | 2.67 | 2.68 | 2.68 |
| <b>PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A)/[(V-W)-(500-A)]</b>  | g/cc | 2.75 | 2.76 | 2.76 |
| <b>PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]</b>            | %    | 1.8  | 1.8  | 1.8  |

**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

|   |  |   |
|---|--|---|
| Elaborado por:<br> | Revisado por:<br> | Aprobado por:<br> |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos   | Control de Calidad WTL GEOTECNIA  |



|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b> | Código   | FOR-LAB-CO-001 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-JJ          |
|                                     |   | Fecha    | 1/06/2016      |

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b> | Jose Anderson Garay Julon   |
| <b>TESIS</b>       | "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones de Ancón, Liman -2021" |
| <b>UBICACION</b>   | Lima  |
|                    | <b>Fecha de ensayo:</b> 07/09/2021  |

| MATERIAL                           | f'c 210 kg/cm²       |               |                |             |                      |                      |
|------------------------------------|----------------------|---------------|----------------|-------------|----------------------|----------------------|
|                                    | PESO ESPECIFICO g/cc | MODULO FINEZA | HUM. NATURAL % | ABSORCIÓN % | P. UNITARIO S. Kg/m³ | P. UNITARIO C. Kg/m³ |
| CEMENTO SOL TIPO I                 | 3.12                 |               |                |             |                      |                      |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE   | 2.63                 | 2.94          | 0.9            | 1.8         | 1499.0               | 1790.0               |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.71                 | 6.78          | 0.1            | 0.5         | 1492.0               | 1624.0               |

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE**

|  |         |  |        |        |        |
|--|---------|--|--------|--------|--------|
| <b>A) VALORES DE DISEÑO</b>                            |         |  |        |        |        |
| 1 ASENTAMIENTO   |         |  | 3-4    |        | pu/g   |
| 2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL                                |         |  | 3/4"   |        |        |
| 3 RELACION AGUA CEMENTO                                |         |  | 0.584  |        |        |
| 4 AGUA   |         |  | 211    |        |        |
| 5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %                             |         |  | 2.0    |        |        |
| 6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO                           |         |  | 0.34   |        |        |
| <b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>                           |         |  |        |        |        |
| <b>FACTOR CEMENTO</b>                                  | 361.250 |  | Kg/m³  | 8.5    | Bla/m³ |
| Volumen absoluto del cemento                           |         |  | 0.1158 | m³/m³  |        |
| Volumen absoluto del Agua                              |         |  | 0.2110 | m³/m³  |        |
| Volumen absoluto del Aire                              |         |  | 0.0200 | m³/m³  |        |
| <b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>                  |         |  |        |        | 0.347  |
| Volumen absoluto del Agregado fino                     |         |  | 0.3130 | m³/m³  |        |
| Volumen absoluto del Agregado grueso                   |         |  | 0.3400 | m³/m³  |        |
| <b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>                |         |  |        |        | 1.000  |
| <b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO</b>   |         |  |        |        |        |
| CEMENTO  |         |  | 361    | Kg/m³  |        |
| AGUA   |         |  | 211    | Lit/m³ |        |
| AGREGADO FINO  |         |  | 823    | Kg/m³  |        |
| AGREGADO GRUESO  |         |  | 921    | Kg/m³  |        |
| <b>D) PESO DE MEZCLA</b>                               |         |  | 2317   | Kg/m³  |        |
| <b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>                          |         |  |        |        |        |
| AGREGADO FINO HUMEDO                                   |         |  | 830.6  | Kg/m³  |        |
| AGREGADO GRUESO HUMEDO                                 |         |  | 922.3  | Kg/m³  |        |
| <b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>        |         |  |        |        |        |
| AGREGADO FINO  |         |  | 0.90   | %      | Lts/m³ |
| AGREGADO GRUESO  |         |  | 0.40   | %      | 7.4    |
|  |         |  |        |        | 3.7    |
| <b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>                        |         |  |        |        | 11.1   |
|  |         |  |        |        | 222.1  |
| <b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO</b> |         |  |        |        |        |
| CEMENTO  |         |  | 361    | Kg/m³  |        |
| AGUA   |         |  | 222    | Lts/m³ |        |
| AGREGADO FINO  |         |  | 831    | Kg/m³  |        |
| AGREGADO GRUESO  |         |  | 922    | Kg/m³  |        |
| <b>G) PESO DE MEZCLA</b>                               |         |  | 2336   | Kg/m³  |        |
| <b>CANTIDAD DE MATERIALES (42 Lt.)</b>                 |         |  |        |        |        |
| CEMENTO  |         |  | 15.17  | Kg     |        |
| AGUA   |         |  | 9.33   | Lts    |        |
| AGREGADO FINO  |         |  | 34.80  | Kg     |        |
| AGREGADO GRUESO  |         |  | 38.74  | Kg     |        |
| <b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>                  |         |  |        |        |        |
| C  |         |  | 1.0    |        |        |
| A.F  |         |  | 2.30   |        |        |
| A.G  |         |  | 2.55   |        |        |
| H2O  |         |  | 25.25  | Kg     |        |
| <b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>               |         |  |        |        |        |
| C  |         |  | 1.0    |        |        |
| A.F  |         |  | 2.30   |        |        |
| A.G  |         |  | 2.57   |        |        |
| H2O  |         |  | 25.25  | LT.    |        |

|   |   |  |
|---|---|--|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:  |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad   |

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | REGISTRO  | Código    | AE-PO-118  |
|-------------------------------------|---|-----------|------------|
|                                     | ENSAYOS QUÍMICOS EN AGREGADOS Y CONCRETO                                | Variación | 01         |
|                                     | Norma UNE-EN 13295 - Determinación de la resistencia a la carbonatación | Fecha     | 01-01-2021 |
|                                     |   | Página    | 1 de 1     |

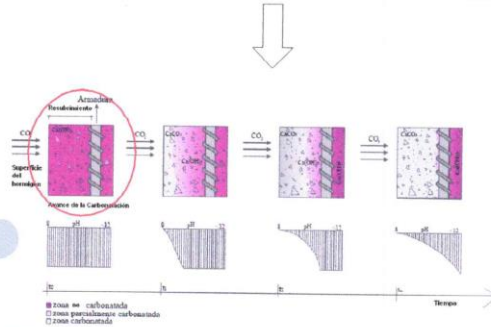
PROYECTO : Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021\*  
SOLICITANTE : Jose Anderson Garay Julon  
UBICACIÓN : Ancón, Lima  
MATERIAL : Núcleo cilíndrico de concreto endurecido  
FECHA DE ENSAYO : 10-11-2021

MUESTRA : EXTRAIDA MEDIANTE PERFORADORA DIAMANTINA  
IDENTIFICACIÓN : Patrón

**Norma UNE - EN 13295 - Determinación de la resistencia a la carbonatación**



Patrón



**OBSERVACIONES:**

- Zona no carbonatada
- Zona carbonatada
- pH

|                        |
|------------------------|
| 16 cm                  |
| 0 cm                   |
| $9.5 < \text{pH} < 13$ |

| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                   |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|                     |                                  |                                 |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

|  |  |                |                   |
|--|--|----------------|-------------------|
| <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b> | <b>REGISTRO</b>  | <b>Código</b>  | <b>AE-FO-118</b>  |
|  | <b>ENSAYOS QUÍMICOS EN AGREGADOS Y CONCRETO</b>                                | <b>Versión</b> | <b>01</b>         |
|  | <b>Norma UNE-EN 13295 - Determinación de la resistencia a la carbonatación</b> | <b>Fecha</b>   | <b>01-01-2021</b> |
|  |  | <b>Página</b>  | <b>1 de 1</b>     |

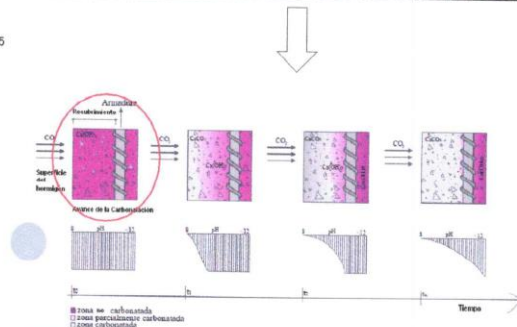
PROYECTO : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021"  
 SOLICITANTE : Jose Anderson Garay Julon  
 UBICACIÓN : Ancón, Lima.  
 MATERIAL : Núcleo cilíndrico de concreto endurecido  
 FECHA DE ENSAYO : 10-11-2021

MUESTRA : EXTRAIDA MEDIANTE PERFORADORA DIAMANTINA  
 IDENTIFICACIÓN : 2.75

**Norma UNE - EN 13295 - Determinación de la resistencia a la carbonatación**




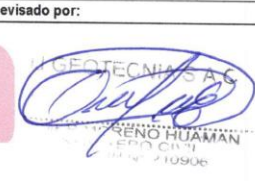

2.75



**OBSERVACIONES:**

- \* Zona no carbonatada
- \* Zona carbonatada
- \* pH

|         |
|---------|
| 15 cm   |
| 0 cm    |
| 13 < pH |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>   | <b>Aprobado por:</b>   |
| <br><b>Jefe de Laboratorio</b> | <br><b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b> | <br><b>JJ GEOTECNIA S.A.C</b><br><b>CONTROL DE CALIDAD</b><br><b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b> |

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | REGISTRO  | Código  | AE-FO-118  |
|-------------------------------------|---|---------|------------|
|                                     | ENSAYOS QUÍMICOS EN AGREGADOS Y CONCRETO                                | Version | 04         |
|                                     | Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación | Fecha   | 01-01-2021 |
|                                     |   | Página  | 1 de 1     |

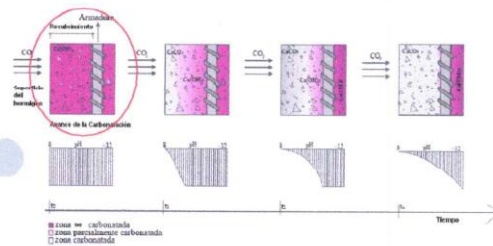
PROYECTO : Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  en cimentaciones, Ancón - Lima 2021  
 SOLICITANTE : Jose Anderson Garay Julon  
 UBICACIÓN : Ancón, Lima  
 MATERIAL : Núcleo cilíndrico de concreto endurecido  
 FECHA DE ENSAYO : 10-11-2021

MUESTRA : EXTRAIDA MEDIANTE PERFORADORA DIAMANTINA  
 IDENTIFICACIÓN : 3.75

Norma UNE - EN 13295 - Determinación de la resistencia a la carbonatación



3.75



OBSERVACIONES:

- \* Zona no carbonatada
- \* Zona carbonatada
- \* pH

|         |
|---------|
| 18 cm   |
| 0 cm    |
| 13 < pH |

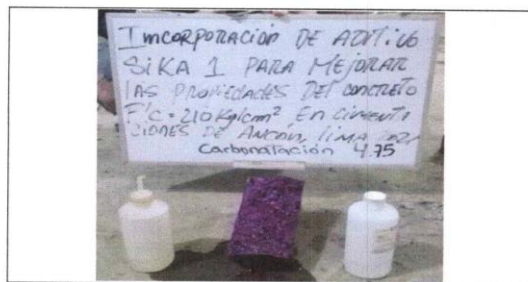
| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                   |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|                     |                                  |                                 |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | REGISTRO  |  | Código  | AE-FO-118  |
|-------------------------------------|---|--|---------|------------|
|                                     | ENSAYOS QUÍMICOS EN AGREGADOS Y CONCRETO                                |  | Versión | 01         |
|                                     | Norma UNE-EN 13295 - Determinación de la resistencia a la carbonatación |  | Fecha   | 01-01-2021 |
|                                     |   |  | Página  | 1 de 1     |

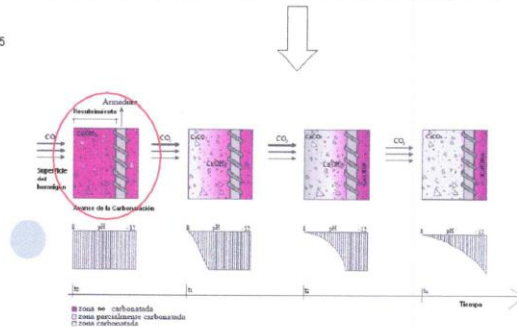
PROYECTO : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021"  
SOLICITANTE : Jose Anderson Garay-Julon  
UBICACIÓN : Ancón, Lima.  
MATERIAL : Núcleo cilíndrico de concreto endurecido  
FECHA DE ENSAYO : 10-11-2021

MUESTRA : EXTRAIDA MEDIANTE PERFORADORA DIAMANTINA  
IDENTIFICACIÓN : 4.75

Norma UNE - EN 13295 - Determinación de la resistencia a la carbonatación



4.75



OBSERVACIONES:

- \* Zona no carbonatada
- \* Zona carbonatada
- \* pH

|         |
|---------|
| 20 cm   |
| 0 cm    |
| 13 < pH |

| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                   |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|                     |                                  |                                 |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

**CERTIFICADO DE ENSAYO**  
**METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACIOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO**

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C642 / NTP 339.187

**TESIS** : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021"





**SOLICITANTES** : Jose Anderson Garay Julon

**Tipo de muestra** : CONCRETO ENDURECIDO  
**Diseño (f'c)** : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
**Fecha de vaciado** : 07-09-21  
**Fecha de ensayo** : 10-11-21

| RESULTADOS ASTM C642   | PATRÓN (A) | PATRÓN (B) | 2.75 % (A) | 2.75 % (B) | 3.75 % (A) | 3.75 % (B) | 4.75 % (A) | 4.75 % (B) |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN  | 6.4%       | 6.4%       | 5.8%       | 5.2%       | 4.6%       | 5.0%       | 5.6%       | 5.6%       |
| ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y EBULLICIÓN                                 | 6.7%       | 6.3%       | 6.6%       | 5.4%       | 5.6%       | 5.3%       | 6.1%       | 5.7%       |
| DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )   | 2.003      | 2.214      | 1.868      | 2.208      | 2.132      | 2.137      | 2.088      | 2.225      |
| DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN (g/cm <sup>3</sup> )                 | 2.226      | 2.354      | 1.977      | 2.385      | 2.230      | 2.245      | 2.205      | 2.348      |
| DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y LA EBULLICIÓN (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.232      | 2.353      | 1.981      | 2.391      | 2.253      | 2.252      | 2.215      | 2.352      |
| DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )   | 2.432      | 2.571      | 2.131      | 2.587      | 2.424      | 2.413      | 2.391      | 2.647      |
| VOLUMEN DE POROS PERMEABLES (% VACIOS)   | 13.9%      | 13.9%      | 12.3%      | 12.3%      | 12.0%      | 11.4%      | 12.7%      | 12.7%      |

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de JJ GEOTECNIA SAC

| Elaborado por:   | Revisado por:  | Aprobado por:   |
|--|--|---|
| <br><br><b>Jefe de Laboratorio</b> | <br><b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b> | <br><b>JJ GEOTECNIA S.A.C</b><br><b>CONTROL DE CALIDAD</b><br><b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b> |

|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO<br>COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO | Código   | FOR-LAB-CO-009 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-JJ          |
|                                     |  | Fecha    | 1/06/2021      |

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jose Anderson Gary Julon  |
| <b>TESIS</b>       | : Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021* |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : Ancón, Lima.  |
|                    | Fecha de emisión: 14/09/2021  |

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | FECHA DE VAGADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DIAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm2 | ESFUERZO kg/cm2 | F'c Diseño kg/cm2 | % Fc |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|------|
| PATRON                      | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 13237.0           | 785      | 1685            | 210.0             | 80.3 |
| PATRON                      | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 13000.9           | 785      | 1666            | 210.0             | 79.3 |
| PATRON                      | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 13053.4           | 785      | 1682            | 210.0             | 79.1 |
| 2.75 % Sika                 | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 13453.4           | 785      | 171.3           | 210.0             | 81.6 |
| 2.75 % Sika                 | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 13329.1           | 785      | 1697            | 210.0             | 80.8 |
| 2.75 % Sika                 | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 13466.6           | 785      | 171.7           | 210.0             | 81.8 |
| 3.75 % Sika                 | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 12569.1           | 785      | 165.0           | 210.0             | 78.6 |
| 3.75 % Sika                 | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 13264.4           | 785      | 1689            | 210.0             | 80.4 |
| 3.75 % Sika                 | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 13222.5           | 785      | 1684            | 210.0             | 80.2 |
| 4.75 % Sika                 | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 12888.6           | 785      | 164.1           | 210.0             | 78.1 |
| 4.75 % Sika                 | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 12787.6           | 785      | 162.8           | 210.0             | 77.5 |
| 4.75 % Sika                 | 7/09/2021       | 14/09/2021      | 7            | 13066.5           | 785      | 166.2           | 210.0             | 79.2 |

**EQUIPO DE ENSAYO**  
Capacidad máxima 250 000 lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**  
\* No se observaron fallas atípicas en las roturas  
\* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrenante  
\* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Elaborado por:</b><br><br>Jefe de Laboratorio | <b>Revisado por:</b><br><br>Ingeniero de Suelos y Pavimentos | <b>Aprobado por:</b><br><br>Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|---|---|---|



|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO<br>COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO | Código   | FOR-LAB-CO-000 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-JJ          |
|                                     |  | Fecha    | 1/06/2021      |

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 338.034-11

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Datos de laboratorio   |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jose Anderson Garay Julon  |
| <b>TESIS</b>       | : "Incorporación de aditivo Sika 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> en cimentaciones, Ancón - Lima 2021" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : Ancón, Lima.   |
|                    | Fecha de emisión: 21/06/2021   |


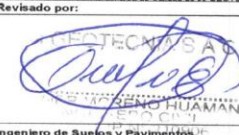

| IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm <sup>2</sup> | ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> | F <sub>d</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup> | % F <sub>d</sub> |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--|------------------|
| PATRON                      | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 2074.7            | 78.5                 | 256.6                       | 210.0                                    | 121.7            |
| PATRON                      | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 1926.1            | 78.5                 | 244.4                       | 210.0                                    | 114.4            |
| PATRON                      | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 1971.4            | 78.5                 | 251.0                       | 210.0                                    | 119.5            |
| 2.75 % Sika                 | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 2171.3            | 78.5                 | 276.5                       | 210.0                                    | 131.7            |
| 2.75 % Sika                 | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 2264.0            | 78.5                 | 288.3                       | 210.0                                    | 137.3            |
| 2.75 % Sika                 | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 22179.6           | 78.5                 | 282.4                       | 210.0                                    | 134.5            |
| 3.75 % Sika                 | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 17700.8           | 78.5                 | 226.1                       | 210.0                                    | 107.7            |
| 3.75 % Sika                 | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 18949.0           | 78.5                 | 241.3                       | 210.0                                    | 114.9            |
| 3.75 % Sika                 | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 18054.9           | 78.5                 | 230.7                       | 210.0                                    | 111.3            |
| 4.75 % Sika                 | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 17626.9           | 78.5                 | 224.4                       | 210.0                                    | 106.9            |
| 4.75 % Sika                 | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 17200.1           | 78.5                 | 219.0                       | 210.0                                    | 104.3            |
| 4.75 % Sika                 | 7/09/2021        | 21/09/2021      | 14           | 17413.5           | 78.5                 | 221.7                       | 210.0                                    | 105.6            |

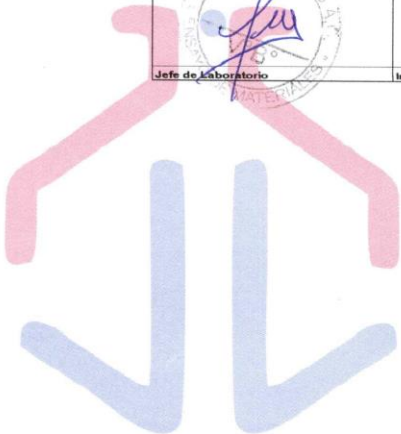
**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material rellentante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA

|   |   |  |
|---|---|--|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:  |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad de GEOTECNIA S.A.C.   |





|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO                             | Código   | FOR-LAB-CO-009 |
|                                     | COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | cc. JJ         |
|                                     |   | Fecha    | 10/02/2021     |

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 338.034-11

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | : Delos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Jose Anderson Gary Julon  |
| <b>TESIS</b>       | : "Incorporación de aditivo Silka 1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021" |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : Ancón, Lima   |
|                    | Fecha de emisión: 5/10/2021   |

| IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN | FECHA DE VAGADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm2 | ESFUERZO kg/cm2 | F'c Diseño kg/cm2 | % Fc  |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|-------|
| PATRON                      | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 20569.6           | 78.5     | 261.9           | 210.0             | 124.7 |
| PATRON                      | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 19124.4           | 78.5     | 243.5           | 210.0             | 116.0 |
| PATRON                      | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 19847.0           | 78.5     | 252.7           | 210.0             | 120.3 |
| 2.75 % Silka                | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 22674.6           | 78.5     | 288.7           | 210.0             | 137.5 |
| 2.75 % Silka                | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 21976.8           | 78.5     | 279.8           | 210.0             | 133.2 |
| 2.75 % Silka                | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 22325.7           | 78.5     | 284.3           | 210.0             | 135.4 |
| 3.75 % Silka                | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 19697.5           | 78.5     | 249.5           | 210.0             | 118.8 |
| 3.75 % Silka                | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 19141.1           | 78.5     | 243.7           | 210.0             | 116.1 |
| 3.75 % Silka                | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 19369.3           | 78.5     | 246.6           | 210.0             | 117.4 |
| 4.75 % Silka                | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 18716.4           | 78.5     | 238.3           | 210.0             | 113.5 |
| 4.75 % Silka                | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 18668.3           | 78.5     | 237.6           | 210.0             | 113.1 |
| 4.75 % Silka                | 7/09/2021       | 5/10/2021       | 28           | 18716.4           | 78.5     | 238.3           | 210.0             | 113.5 |

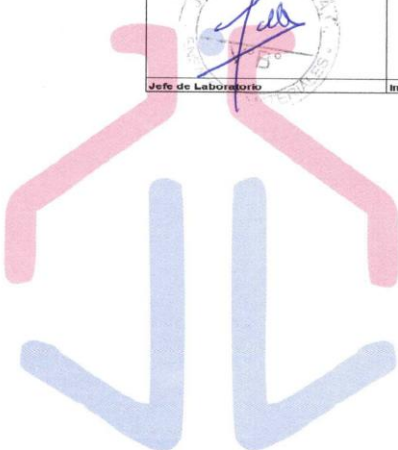
**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas alépticas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refulerente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>  | <b>Aprobado por:</b>   |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad JJ GEOTECNIA  |



## ANEXO 9: Índice Kappa

| ASPECTOS A CONSIDERAR |   | OBSERVADORES |   |   |  |
|-----------------------|---|--------------|---|---|--|
|                       |   | 1            | 2 | 3 |  |
| OBSERVACIONES         | 1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?   | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?                              | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?  | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?   | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastaran con la información recolectada en los instrumentos? | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 6 ¿El número de indicadores es adecuado?  | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 7 No existe ambigüedad en los indicadores   | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?                  | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?  | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?                               | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 11 ¿Los indicadores son medibles?   | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?   | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?                                  | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 14 ¿La secuencia planteada es adecuada?   | 1            | 1 | 1 |  |
|                       | 15 No es necesario considerar otros campos  | 1            | 1 | 0 |  |

44

| CATEGORIAS:   |   |
|---------------|---|
| DE ACUERDO    | 1 |
| EN DESACUERDO | 0 |

Notaciones:

J: Número de observadores

$X_{ik}$  Número de observadores que clasifican la observación "i" en la categoría "k"

Para determinar el valor observado:

Se la matriz

|   |   |   |   |   |     |   |
|---|---|---|---|---|-----|---|
| [ | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 3 | 0 | 6 | 0 | 0.3 | 6 |
|   | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.1 | 6 |

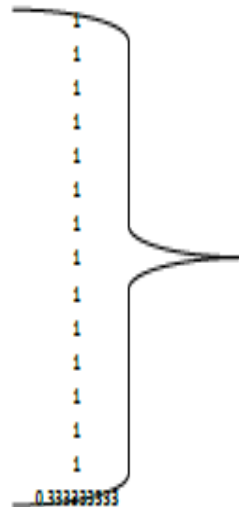
4.3      90

Reemplazando los valores en la formula:

$$P_o = \frac{1}{N_o} \sum_{i=1}^{N_o} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)}$$

45

A partir de la matriz  $X_{ik}$  se obtienen los siguientes valores:



Valores que se reemplazaran en la formula:

$$\sum_{i=1}^{N_0} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)}$$

$$\sum_{i=1}^{N_0} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)} = 14.33333333$$

$$N_0 = 15$$

|          |   |
|----------|---|
| $P_{00}$ | 1 |
|----------|---|

Para determinar el valor esperado:

Reemplazando los valores de  $P_j(k)$  en la formula:

$$P_e = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k)$$

| $P_1(1)$ | $P_2(1)$ | $P_3(1)$   | $P_4(1)$ | $P_5(1)$   |
|----------|----------|------------|----------|------------|
| 1        | 1        | 0.93333333 | 0        | 0.00000000 |
| $P_1(2)$ | $P_2(2)$ | $P_3(2)$   | $P_4(2)$ | $P_5(2)$   |
| 0        | 0        | 0.06666667 | 1        | 1          |

$$\sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = 4 \quad 0.32307692$$

$$P_e = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = 0.323076923$$

|       |         |
|-------|---------|
| $P_e$ | 0.64459 |
|-------|---------|

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = 0.874948807$$



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, ARRIOLA MOSCOSO CECILIA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "INCORPORACIÓN DE ADITIVO SIKA 1 PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN CIMENTACIONES, ANCÓN -LIMA 2021", cuyo autor es GARAY JULON JOSE ANDERSON, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 29 de Noviembre del 2021

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>  | <b>Firma</b>  |
|---|---|
| ARRIOLA MOSCOSO CECILIA<br><b>DNI:</b> 43851809<br><b>ORCID</b> 0000-0003-2497-294X | Firmado digitalmente por:<br>CARRIOLAM el 03-12-<br>2021 19:26:58 |

Código documento Trilce: TRI - 0198916