

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE  
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS  
VOLANTES**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Autores: BACH. CÓRDOVA SAAVEDRA CARLOS RAMIRO  
BACH. VEGA MEJIA JHONSO**

**Asesor: Mg. Ing. Billy Alexis Cayatopa Calderón**

**JAÉN - PERÚ, MARZO, 2022**

## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 19 de abril del año 2022, siendo las 18:10 horas, se reunieron de manera virtual los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña

Secretario: M.Sc. Christiaan Zayed Apaza Panca

Vocal: Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

( ) Trabajo de Investigación

( X ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

**“CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES”**, presentado por los Bachilleres **Carlos Ramiro Córdova Saavedra y Jhonso Vega Mejia**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

( X ) Aprobar ( ) Desaprobar ( X ) Unanimidad ( ) Mayoría


Con la siguiente mención:

- |                |            |               |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )           |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )           |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( <b>14</b> ) |
| d) Regular     | 13         | ( )           |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | ( )           |

Siendo las 18:15 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal

## ÍNDICE

|  |      |
|--|------|
| ÍNDICE.....  | ii   |
| RESUMEN.....                                       | vii  |
| ABSTRACT.....                                      | viii |
| I. INTRODUCCIÓN.....                               | 9    |
| 1.1. Situación problemática.....                   | 9    |
| 1.2. Planteamiento del problema.....               | 10   |
| 1.3. Justificación.....                            | 10   |
| 1.4. Antecedentes.....                             | 11   |
| 1.4.1. Internacionales.....                        | 11   |
| 1.4.2. Nacionales.....                             | 12   |
| 1.4.3. Regionales.....                             | 15   |
| 1.4.4. Locales.....                                | 16   |
| 1.5. Bases teóricas.....                           | 17   |
| 1.5.1. Concreto autocompactante.....               | 17   |
| 1.5.2. Componentes de diseño.....                  | 19   |
| II. OBJETIVOS.....                                 | 23   |
| 2.1. Objetivo general.....                         | 23   |
| 2.2. Objetivos específicos.....                    | 23   |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS.....                     | 24   |
| 3.1. Población y muestra.....                      | 24   |
| 3.1.1. Población.....                              | 24   |
| 3.2. Tipo y diseño de investigación.....           | 25   |
| 3.3. Línea de investigación.....                   | 25   |
| 3.4. Hipótesis.....                                | 25   |
| 3.5. Variables.....                                | 25   |
| 3.6. Materiales.....                               | 26   |
| 3.7. Métodos.....                                  | 27   |
| 3.8. Técnicas.....                                 | 28   |
| 3.9. Procedimiento de recolección de datos.....    | 28   |
| IV. RESULTADOS.....                                | 36   |
| 4.1. Principales propiedades de los agregados..... | 36   |
| 4.2. Diseño de mezclas.....                        | 37   |
| 4.3. Propiedades de autocompactibilidad.....       | 38   |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 4.4. | Resistencia a la compresión .....                     | 42 |
| 4.5. | Análisis económico del concreto autocompactante ..... | 48 |
| V.   | DISCUSIÓN .....                                       | 50 |
| VI.  | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                  | 53 |
| 6.1. | Conclusiones .....                                    | 53 |
| 6.2. | Recomendaciones .....                                 | 54 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                      | 55 |
|      | DEDICATORIA .....                                     | 59 |
|      | AGRADECIMIENTO .....                                  | 60 |
|      | ANEXOS .....  | 61 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Requisitos generales para la autocompactabilidad.....  | 19 |
| Tabla 2. Número de testigos de concreto elaborados .....  | 24 |
| Tabla 3. Equipos y materiales para el estudio de las propiedades de los agregados .....               | 26 |
| Tabla 4. Equipos y materiales para evaluación de resistencia a la compresión del concreto .....       | 27 |
| Tabla 5. Principales propiedades de los agregados .....   | 36 |
| Tabla 6. Diseño de mezclas de concreto con 1% de aditivo Sika Plas 306 + 5% de cenizas volantes.....  | 37 |
| Tabla 7. Diseño de mezclas de concreto con 1% de aditivo Sika Plas 306 + 10% de cenizas volantes..... | 37 |
| Tabla 8. Diseño de mezclas de concreto con 1% de aditivo Sika Plas 306 + 15% de cenizas volantes..... | 38 |
| Tabla 9. Extencion de flujo.....  | 38 |
| Tabla 10. Capacidad de relleno de cada tipo de concreto elaborado.....                                | 40 |
| Tabla 11. Factor de bloqueo de cada tipo de concreto elaborado.....                                   | 41 |
| Tabla 12. Resistencia a la compresión del concreto patrón.....  | 42 |
| Tabla 13. Resistencia a la compresión del concreto con 1% de Sika Plast + 5% de Cenizas Volantes..... | 43 |
| Tabla 14. Resistencia a la compresión del concreto con 1% Sika Plast + 10% de Cenizas Volantes.....   | 44 |
| Tabla 15. Resistencia a la compresión del concreto con 1% Sika Plast + 15% de Cenizas Volantes.....   | 45 |
| Tabla 16. Resistencia a la compresión del concreto de todos los tipos de concreto.....                | 46 |
| Tabla 17. Análisis económico de cada tipo de concreto elaborado.....                                  | 48 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Extracción de agregados .....   | 28 |
| Figura 2. Cuarteo de agregados .....  | 29 |
| Figura 3. Tamizado de agregados.....  | 29 |
| Figura 4. Pesado de agregado fino.....  | 30 |
| Figura 5. Pesado de los materiales.....   | 31 |
| Figura 6. Mezclado de los materiales .....  | 31 |
| Figura 7. Ensayo de extensión de flujo.....   | 32 |
| Figura 8. Medición del diámetro .....   | 32 |
| Figura 9. Ensayo de embudo en V.....  | 33 |
| Figura 10. Ensayo de caja el L .....  | 33 |
| Figura 11. Curado de testigos de concreto .....   | 34 |
| Figura 12. Rotura de testigos de concreto a los 14 días .....   | 34 |
| Figura 13. Rotura de testigos de concreto a los 21 días .....   | 35 |
| Figura 14. Rotura de testigos de concreto a los 28 días .....   | 35 |
| Figura 15. Viscosidad de cada tipo de concreto elaborado .....  | 39 |
| Figura 16. Escurrimiento de cada tipo de concreto elaborado.....  | 39 |
| Figura 17. Capacidad de relleno de cada tipo de concreto elaborado .....                                | 40 |
| Figura 18. Factor de bloqueo de cada tipo de concreto elaborado .....                                   | 41 |
| Figura 19. Resistencia a la compresión del concreto patrón .....  | 42 |
| Figura 20. Resistencia a la compresión del concreto con 1% de Sika Plast + 5% de Cenizas Volantes.....  | 43 |
| Figura 21. Resistencia a la compresión del concreto con 1% Sika Plast + 10% de Cenizas Volantes.....    | 44 |
| Figura 22. Resistencia a la compresión del concreto con 1% de Sika Plast + 15% de Cenizas Volantes..... | 45 |
| Figura 23. Resistencia a la compresión del concreto de todos los tipos de concreto .....                | 46 |
| Figura 24. Resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días .....                          | 47 |
| Figura 25. Costo por m3 de cada tipo de concreto elaborado .....  | 49 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1. Certificado del estudio de agregado fino .....   | 61  |
| Anexo 2. Certificado del estudio de agregado grueso .....   | 66  |
| Anexo 3. Certificado de diseño de mezclas de cac 1% sika plast 306 + 5% de cenizas volantes .....                     | 72  |
| Anexo 4. Certificado de diseño de mezclas de cac 1% sika plast 306 + 10% de cenizas volantes.....                     | 74  |
| Anexo 5. Certificado de diseño de mezclas de cac 1% sika plast 306 + 15% de cenizas volantes.....                     | 76  |
| Anexo 6. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón.....  | 78  |
| Anexo 7. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 1% de sika plast + 5% de cenizas volantes .....  | 84  |
| Anexo 8. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 1% de sika plast + 10% de cenizas volantes ..... | 90  |
| Anexo 9. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 1% de sika plast + 15% de cenizas volantes ..... | 96  |
| Anexo 10. Registro de propiedad intelectual de laboratorio .....  | 102 |
| Anexo 11. Certificado de calibración de prensa de laboratorio .....   | 104 |
| Anexo 12. Certificado de calibración de balanzas electrónicas .....   | 108 |
| Anexo 13. Certificado de calibración de horno.....  | 117 |

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo diseñar un concreto autocompactante con la incorporación 1 % de aditivo superplastificante Sika Plast 306 y 5, 10, 15 % de cenizas volantes respecto al peso de cemento en condiciones de laboratorio, para ser usados en estructuras, porque en algunas estructuras se requiere obtener un concreto con resistencias altas y que al mismo tiempo sea trabajable, esta investigación fue de tipo cuantitativa, con un diseño experimental; se realizaron ensayos en condiciones de laboratorio para evaluar las propiedades de autocompactabilidad del concreto y la resistencia a la compresión. Como resultado se obtuvo que el concreto elaborado con todas las dosificaciones de aditivo más las cenizas volantes cumplió con los parámetros de un concreto autocompactable y que la resistencia a la compresión máxima de concreto fue alcanzada por el concreto con 15% de cenizas volantes con un valor promedio de 432.36 kg/cm<sup>2</sup> y la mínima fue del concreto patrón con un valor de 302.03 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que, si es posible lograr una mayor trabajabilidad y altas resistencias adicionando aditivo Sika Plast más cenizas volantes, siendo la dosificación óptima la adición del 10% de cenizas volantes, recomendando su uso para concreto que requieran obtener estas características.

**Palabras clave:** Concreto, autocompactabilidad, resistencia, aditivo, cenizas volantes.



## **ABSTRACT**

The present research aims to design a self-compacting concrete with the incorporation of 1% of Sika Plast 306 superplasticizer additive and 5, 10, 15% of fly ash with respect to the weight of cement under laboratory conditions, to be used in structures, because in some structures it is required to obtain a concrete with high resistance and that at the same time is workable, this research was of a quantitative type, with an experimental design; Tests were carried out under laboratory conditions to evaluate the concrete's self-compacting properties and compressive strength. As a result, it was obtained that the concrete made with all the additive dosages plus the fly ash complied with the parameters of a self-compacting concrete and that the maximum compressive strength of concrete was reached by the concrete with 15% of fly ash with a value average of 432.36 kg / cm<sup>2</sup> and the minimum was of the standard concrete with a value of 302.03 kg / cm<sup>2</sup>. Concluding that, if it is possible to achieve greater workability and high strengths by adding Sika Plast additive plus fly ash, the optimal dosage being the addition of 10% fly ash, recommending its use for concrete that requires obtaining these characteristics.

**Keywords:** Concrete, self-compacting, strength, additive, fly ash.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Situación problemática

A nivel internacional, “se generan grandes cantidades de cenizas volantes, de ceniza de fondo y de escoria de parrilla debido al alto consumo de carbón y al contenido de materia mineral y causando problemas ambientales y riesgos de contaminación” (Robayo et al., 2016). Las cenizas volantes se constituyen en un residuo ecológicamente problemático que deben eliminar las centrales termoeléctricas evitando que permanezcan en los depósitos donde son almacenados y ubicadas al aire libre. Esta práctica se convierte en un peligro ambiental, ya que su contacto con el agua, el suelo y el aire, genera graves problemas de contaminación (Huaquisto y Belizario 2018).

La tecnología del concreto presenta alternativas que se ajustan perfectamente a requerimientos donde los elementos estructurales tienen cuantías de acero altas, espacios reducidos, formas diversas o simplemente elementos que no permiten una vibración mecánica. El concreto autocompactante, es una mezcla capaz de moverse por medio de los elementos que presenten complejidad y que no requiere consolidación, tarea que debe realizarse obligatoriamente en los concretos convencionales. (Argos360, 2020) así como también “Los errores más comunes con respecto a estructuras radican en su vaciado, compactado y a su trabajabilidad inadecuada” (Rabanal y Su, 2017)

En la ciudad de Jaén, región Cajamarca, las estructuras de concreto se elaboran de una forma convencional, de tal manera que muchas veces no se cumplen con los parámetros mínimos establecidos por las normas peruanas correspondientes, así mismo no se realiza el proceso de vibración durante la etapa de colocación del concreto en los encofrados, esto se puede evidenciar cuando luego de desencofrar se pueden observar en algunos casos defectos visibles y no visibles ante la vista humana, generando como consecuencias una mala apariencia estética y en muchos casos el concreto no llega a cumplir con la calidad requerida. Para no realizar el proceso de vibrado y con el objetivo de lograr una mayor trabajabilidad de la mezcla de concreto tradicional, se incorpora demasiada agua a la mezcla al concreto, aumentando así la relación agua cemento (A/C), generando además segregación, disminución de la viscosidad y cohesión; lo que trae como consecuencia que no se logre un concreto de calidad.

Para que el concreto convencional sea colocado eficientemente, es necesario la utilización de un equipo de vibración, el concreto autocompactante no requiere de este equipo porque se compacta por gravedad en forma más rápida y de manera más eficiente, lo cual reduce mano de obra y el costo de alquiler de equipo de vibración, además ya no se generarían ruidos que genera el proceso de vibración, el cual es un aspecto muy importante en el caso de que el entorno sea sensible al ruido como hospitales, centros educativos, residencias, entre otros.

## **1.2. Planteamiento del problema**

¿Cuál es la dosificación óptima para lograr un concreto autocompactante con incorporación de aditivo superplastificante Sika Plast 306 y cenizas volantes?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Técnica**

Técnicamente esta investigación es necesaria porque, al demostrar las ventajas que tiene el uso de aditivo Sika Plast 306 y cenizas volantes sobre las propiedades del concreto autocompactante, se podrá poner en práctica su uso para estructuras que requieran las propiedades de alta trabajabilidad y resistencia a la compresión, como en edificaciones tipo “A” o esenciales tales como: hospitales, colegios, etc., (clasificado así por la NTE-E.030), donde el acero en las estructuras están más cerca uno de otro, por lo que el uso de un concreto autocompactante es apropiado porque se reduciría el costo del proceso de vibración, de la mano de obra y del alquiler de equipo de vibración.

### **1.3.2. Científica**

Científicamente esta investigación es necesaria porque será un aporte más hacia la comunidad científica, con nuevos resultados sobre esta constantes búsqueda de la sociedad investigadora, de encontrar materiales que ayudan a mejorar las propiedades del concreto de acuerdo al tipo de estructuras donde se requiera utilizar.

### **1.3.3. Económica**

La justificación económica de esta investigación radica principalmente en que al utilizar un concreto autocompactante se puede reducir el costo de la mano de obra que se requiere para realizar el proceso de vibración del concreto, además de ya no requerir la

adquisición o alquiler de equipo de vibración; debido a que la principal característica del concreto autocompactante es colocarse por gravedad dentro de los encofrados.

#### **1.3.4. Social**

Socialmente esta investigación es necesaria porque logrando mejorar las propiedades del concreto, como su resistencia a la compresión, el cual es el principal indicador de su calidad según la NTE-E.060, también se mejora la calidad de las estructuras en las que se opte por este tipo de concreto, y por consiguiente se mejora la calidad de las construcciones.

### **1.4. Antecedentes**

#### **1.4.1. Internacionales**

Quintero y Herrera (2021) con su tesis titulada "Aditivos reductores de agua de alto rango o Superplastificantes y su efecto en las propiedades del concreto" en esta investigación se planteó describir las generalidades del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante para mezclas de concreto, se identificó las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional y el concreto con aditivo superplastificante, se determinó las dosificaciones usadas del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante en mezclas de concreto. Concluyendo que la incorporación de aditivos superplastificantes en el concreto si produce afectaciones directas, y que éstas resultan ventajosas siempre y cuando se apliquen cantidades de aditivo comprendidas entre los 600 y los 1200 ml por cada 100 kg de cemento. Cantidades a superior a 1200 ml de aditivo tiende a producir afectaciones negativas en el concreto, por lo cual se recomienda cumplir con la realización de los ensayos necesarios para establecer la cantidad óptima de aditivo a emplear.

Arrieta y Pinzón (2020) con su tesis titulada "Análisis del comportamiento mecánico de muestras de concreto adicionadas con ceniza volante sometidas a la exposición de sulfatos", la cual planteó establecer el porcentaje de adición más óptimo de ceniza volante (Termopaipa, Termosochagota, Termotasajero) en la mezcla de concreto con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, más específicamente, su resistencia a la compresión, y a la vez su durabilidad, exponiendo el concreto adicionado a la acción del sulfato. Al concluir el desarrollo de la investigación, se pudo observar que la ceniza que cumplió con cada uno de los objetivos propuestos, es la ceniza Termosochagota, ya que para cada uno de sus porcentajes de adición presento porcentajes de resistencia de 128%, 97% y 95% para la edad de 28 días. Dichos porcentajes no son superados por ningún otro tipo de ceniza volante

empleada, en cuanto a porcentaje de adición, que también era objeto importante de la investigación, se observó y concluyó que un 6% de adición de ceniza volante en muestras de concreto, obtuvo mejores resultados en cuanto al incremento en la resistencia, pues para todas las cenizas volantes, a una edad de curado de 28 días obtuvo porcentajes de incremento de 28% para C.V.1, 20% para C.V.2 y 21% para C.V.3.

Palencia (2020) con su tesis titulada “Evaluación de las propiedades en estado fresco de un concreto autocompactante con adición de polietileno de alta densidad recuperado granulado”, en la cual tuvo como objetivo evaluar las propiedades en estado fresco de un concreto autocompactante con adición PEAD granulado, para ello se utilizó el 8%, 10% y 12% de polietileno como parte del agregado fino, evaluó la capacidad de llenado, capacidad de paso, segregación; además de la resistencia a compresión. Como resultado obtuvo que el concreto autocompactante sin adición de PEAD, no se observan signos de segregación, sin embargo, se evidencia un agrupamiento de finos en el centro de la muestra, para el concreto autocompactante con 12% y 10%, se observa un leve agrupamiento de agregado grueso en el centro de la muestra, y para el concreto autocompactante con 8%, se observa un mayor agrupamiento de agregado grueso con respecto a los concretos con 12% y 10%, concluyendo que el concreto autocompactante con 12% es apto para utilización estructural.

#### **1.4.2. Nacionales**

Muñoz y Saldaña (2020) en su tesis titulada “Influencia del aditivo Sika ViscoCrete 1300 sobre la flexión, compresión y asentamiento en un concreto de baja permeabilidad para estructuras hidráulicas, Trujillo 2020”, la presente tesis planteó utilizar el Aditivo Sika Viscocrete 1300 como alternativa de mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto (Trabajabilidad, Flexión y Compresión) para el uso de Estructuras Hidráulicas. Se desarrolló el ensayo en estado fresco de trabajabilidad según ASTM C403. Para la propiedad en estado endurecido se elaboraron 72 testigos cilíndricos de concreto de 4” x 8”, los cuales fueron ensayados a 3 días, 7 días y 28 días de curado bajo las Normas ASTM C31 y ASTM C39. Al concluir la investigación, se determinó el incremento de resistencia más notable se dio con el porcentaje del 1% siendo a los 28 días de 338 Kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un porcentaje del 121% respecto a la mezcla patrón, seguido del 0.8% con 111% y del 0.6% con 112%. Finalmente, la resistencia a la flexión no obtiene un incremento significativo siendo su resistencia a los 28 días con el aditivo al 1% de 44.62 MPa siendo la patrón de

42.47 MPa, asimismo, se menciona que al adicionar el aditivo superplastificante supera la resistencia patrón en todas sus dosis evaluadas.

Baca y Vela (2020) con su tesis titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto autocompactante adicionando fibras sintéticas Sikacem®-1 Fiber – Cusco 2019”, en la que se tuvo como objetivo desarrollar un concreto autocompactante con materiales encontrados en el medio adicionando 100 gr. y 200 gr. de Fibras Sintéticas SikaCem®-1 Fiber por bolsa de cemento, para ello aplicaron la metodología del ACI 237R-07. Como resultado obtuvieron que adición de las Fibras Sintéticas SikaCem®-1 Fiber mejoran levemente las propiedades mecánicas hasta en un 4.54% el peso unitario, en un 11.39% la resistencia a la compresión, un 12.47% el módulo de rotura y hasta en un 12.08% el módulo de elasticidad. Concluyendo que el uso de la Fibra Sintética en el Concreto Autocompactante es favorable.

Reyes y Echevarría (2019) con su tesis titulada “Influencia del aditivo sika visocrete-3330 en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales, Trujillo 2019”, la presente investigación es de tipo experimental, porque por medio de la manipulación de la variable la independiente, el aditivo Sika Viscocrete 3330, se determinará la influencia que genera sobre la variable dependiente: la resistencia a la compresión y las propiedades de autocompactabilidad del concreto, en cuanto el diseño de la investigación es experimental puro, ya que se puede controlar y limitar las variaciones del aditivo. Se concluyó que se influye de manera positiva en la resistencia a la compresión a edades de 7, 14 y 28 días con respecto a las patrón, además en los ensayos para un concreto autocompactante se mejoró las características de autocompactabilidad y se determinó la cantidad óptima de aditivo de 1.1% que aprobó todos los ensayos, si bien también se comprobó que si se añade demasiado aditivo no se obtiene un buen desempeño en el concreto.

Mayanga (2018) con su tesis titulada "Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos Superplastificantes Chemament 400 y SikaPlast®-326 en estructuras especiales, Lambayeque. 2018", en esta investigación se planteó el uso de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikaplast®-326 para evaluar el mejoramiento de las propiedades del concreto en estructuras especiales como muros de sótanos, presas hidráulicas, estadios, edificaciones de gran envergadura como es el caso de viviendas de 10 niveles. En esta investigación cuantitativa de diseño cuasi experimental, se elaboraron tres

diseños de concreto patrón para  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c=420$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=500$  kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo porcentajes de aditivo, Chemament 400 con 0.7%, 1.35%, 2% y aditivo Sikaplast®-326 el 1%, 1.4% y 1.8%, los cuales se evaluaron en estado fresco y endurecido. Se determinó que al añadir el 0.7%, 1.35%, de aditivo Chemament 400 como el 1%, 1.4% de aditivo Sikaplast®-326 a la mezcla del concreto, la resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad aumentan, de igual manera que las propiedades físicas como asentamiento, peso unitario, aire atrapado, pero su temperatura varía de acuerdo a los materiales y la temperatura intemperie en que se encuentre.

Huamaní (2018) con su tesis titulada “Concreto autocompactante: diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho” el cual tuvo como objetivo general disminuir los espacios vacíos en el concreto fresco sin la necesidad de vibración al elaborar el diseño óptimo del CAC para su uso, la metodología fue de una investigación tipo cuantitativo y cualitativo con un diseño experimental, para lo que se realizaron ensayos de laboratorio para cumplir cada uno de los objetivos específicos planteados. Como resultado se obtuvieron los siguientes resultados: para un diseño de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> el concreto patrón CP el cual no tiene aditivo superplastificante logró una resistencia de 318.80 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto autocompactante CAC con el 1% de aditivo superplastificante una resistencia a la compresión de 466.50 kg/cm<sup>2</sup>, concluyendo que la resistencia a la compresión ( $f'c$ ) del concreto autocompactante, fue superior a las del concreto normal, demostrando así que el uso del aditivo superplastificante mejora la calidad de un concreto.

Mego y Meza (2018) con sus tesis titulada “Influencia de la ceniza de caña, aditivo superplastificante y tiempo de curado sobre la compresión, rigidez capacidad e llenado - paso y fluidez de un concreto autocompactante”, en la que se planteó como objetivo general evaluar los porcentajes óptimos de la ceniza de la hoja de caña con aditivo superplastificante Euco Plastol 3000PC a diferentes tiempos de curado, para obtener las mejores propiedades de resistencia a la compresión, rigidez, capacidad de llenado – paso y fluidez de un concreto autocompactante, la metodología fue la de una investigación con un diseño experimental, basándose en ensayos de laboratorio como: ensayo del flujo de asentamiento y resistencia a la compresión axial. Como resultado se obtuvo que la resistencia a la compresión 28 días de curado presenta un incremento de la resistencia hasta la probeta con adición de 3.00% ceniza y 1.48% y con aditivo superplastificante teniendo como resultado 597 kg/cm<sup>2</sup>, concluyendo

que con la incorporación tanto del aditivo más la ceniza en los porcentajes trabajados se logra una mayor resistencia.

### 1.4.3. Regionales

Cabanillas (2019) con su tesis de postgrado titulada “Concreto de alta resistencia, utilizando nanosílice y superplastificante”, en la que se planteó como objetivo determinar en cuanto varia la resistencia de un concreto diseñado con  $f'c = 500 \text{ Kg/cm}^2$  utilizando adición de nanosílice y aditivo superplastificante reductor de agua, la metodología usada fue de tipo experimental, a través de ensayos de laboratorio tanto en concreto en estado fresco y endurecido. Como resultado se obtuvo que la resistencia promedio del concreto patrón a los 28 días es de  $526.72 \text{ Kg/cm}^3$ , el concreto elaborado con adición de 1% y 1.5% de nanosílice a los 28 es de  $826.51 \text{ Kg/cm}^3$  y  $729.35 \text{ Kg/cm}^3$  respectivamente, concluyendo que tanto el nanosílice como el superplastificante aumentan la resistencia a la compresión del concreto.

Cabanillas (2019) con su tesis de postgrado titulada “Influencia del aditivo Sika Viscocrete-3330, en las resistencias del concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ , a edades tempranas-Cajamarca 2018”, en la que se planteó como objetivo determinar la influencia del aditivo sika viscocrete -3330, en la resistencia del concreto  $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$ , a edades tempranas, la metodología aplicada fue la de un diseño experimental donde se realizaron ensayos de laboratorio. Como resultado de los especímenes del grupo experimental con 1 % de aditivo sika Viscocrete-3330, se obtuvo a la edad 28 días de curado las siguientes resistencias: concreto sin aditivo  $f'c = 370.04 \text{ kg/cm}^2$ , concreto con 1% de aditivo  $f'c = 401.52 \text{ kg/cm}^2$ , concreto con 1.5% de aditivo  $f'c = 431.56 \text{ kg/cm}^2$ , concreto con 1.8% de aditivo  $f'c = 456.03 \text{ kg/cm}^2$  y concreto con 2% de aditivo  $f'c = 492.49 \text{ kg/cm}^2$ , concluyendo que el aditivo sika viscocrete -3330 influye sobre la resistencia a la compresión del concreto en todos los porcentajes ensayados.

Bustamante (2018) con su tesis titulada “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante Glenium C 313”, en la que se planteó como objetivo general analizar las propiedades mecánicas del concreto con la adición del aditivo Glenium C 313, para un  $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando una metodología de tipo aplicada-correlacional con un diseño experimental, se realizaron ensayos de laboratorio como: ensayo de extensión de flujo, ensayo de caja en L, ensayo de caja en U y la rotura de testigos de concreto. Obteniendo los siguientes resultados, que la resistencia mecánica a



compresión del concreto autocompactante incrementa su resistencia en 9.33% en la dosificación D-1(0.5% en peso del cemento) y 17.55% en la dosificación D-2(1% en peso del cemento); mientras que en las dosificaciones D-3(1.5% en peso del cemento) y D-4(2% en peso del cemento) disminuye en 6.12% y 11.02% con respecto al concreto patrón a los 28 días. Concluyendo que las propiedades mecánicas del concreto autocompactate elaborado con aditivo Glenium C 313 es mayor en más de 10 % al concreto tradicional con la adición de 1% del aditivo en peso del cemento.

#### **1.4.4. Locales**

Diaz y Soberón (2019) con su tesis titulada “Concreto antideslave con incorporación de aditivos para vaciado en estructuras bajo nivel freático alto - distrito de Jaén” donde planteó como objetivo general elaborar concreto antideslave con incorporación de Microsílice (Sika Fume) y aditivo superplastificante (Sika Viscocrete 1110 - PE) mediante ensayos en condiciones de laboratorio para ser usado en estructuras bajo nivel freático alto, utilizando un diseño de investigación aplicada, explicativa, experimental y cuantitativa para ello se realizaron ensayos de laboratorio para los agregados y para el concreto en estado fresco (extensión de flujo, embudo en V y caja en L) y endurecido (resistencia a compresión de los testigos cilíndricos). De los cuales se obtuvo los siguientes resultados de la evaluación del ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo las siguientes resistencias a los 28 días: 556.69 kg/cm<sup>2</sup>, 609.63 kg/cm<sup>2</sup>, 656.22 kg/cm<sup>2</sup> en las dosificaciones de 6%, 10% y 14% de microsílice respectivamente. Se obtuvo como conclusión que la mejor dosificación porcentual la presentó el diseño de 14% de adición de microsílice y 2% de aditivo superplastificante, 450 kg/m<sup>3</sup> de material cementante.

## **1.5. Bases teóricas**

### **1.5.1. Concreto autocompactante**

El concreto autocompactante (CAC) es considerado un concreto que puede ser colocado y compactado por la acción de su propio peso con poco o ningún esfuerzo de vibración, y que al mismo tiempo presenta cohesividad suficiente para ser manipulado sin mostrar segregación. Este material compuesto se utiliza para facilitar y asegurar un llenado adecuado y un buen rendimiento en estructuras que presenten zonas altamente reforzadas y restringidas (Silva et al., 2018). “El concreto autocompactante, conocido como CAC, es una mezcla capaz de moverse por medio de los elementos que presenten complejidad y que no requiere consolidación, tarea que debe realizarse obligatoriamente en los concretos convencionales” (ARGOS, 2022).

Es un concreto que por las propiedades que le transfieren el diseño de su dosificación y el uso de aditivos superplastificantes, se compacta por gravedad, fluyendo entre los encofrados gracias a su viscosidad. Este hormigón se compacta sin ayuda de ningún sistema mecánico y conserva las propiedades de homogeneidad y estabilidad durante toda su aplicación, de forma que no se produce sangrado de la lechada ni bloqueo del árido grueso. Los materiales que forman su composición son los mismos materiales que se emplean para la producción de concreto convencional, caracterizándose los concretos autocompactantes por un menor contenido de árido grueso, un mayor contenido de finos minerales y, en general, un menor tamaño máximo de árido (Umacon, 2016).

#### **a) Características**

(Cemex, 2020) Las características prestacionales específicas que aporta la autocompactabilidad son:

- Gran facilidad de colocación que permite que el hormigón alcance lugares de difícil acceso y rellene completamente secciones con elevada densidad de armaduras.
- Elimina los medios de compactación, ahorrando la energía correspondiente y evitando el elevado nivel de ruido que genera la vibración.
- Mejora la seguridad y salud en la obra al evitar, durante el proceso de puesta en obra del hormigón, el uso de mangueras con conductores de electricidad, la generación de ruidos y la realización de una actividad poco ergonómica como es el vibrado interno de la sección de hormigón.

- Mejora las condiciones medio ambientales en el entorno de las obras al evitar ruidos y reducir los plazos de ejecución.
- Es un material adecuado para colocarlo mediante bombeo.
- Ahorra el coste de los equipos de compactación y el correspondiente a la conservación y mantenimiento de los mismos, así como el inmovilizado en lista de repuestos.
- Mejora la calidad de acabado de las superficies vistas, aumentando su uniformidad como consecuencia de eliminar la heterogeneidad que produce el vibrado.
- Acorta los plazos de ejecución.
- Aumenta el número de puestas del encofrado en la misma cantidad de tiempo.
- Reduce el coste global de la obra.
- Aumenta la productividad del proceso de puesta en obra del hormigón.

#### **b) Usos**

(TOXEMENT, 2017) La versatilidad y eficiencia del concreto autocompactante es tal que se puede aplicar en todos los segmentos de la construcción: Prefabricación, acabados arquitectónicos, obra civil, edificación y concreto bombeado y adicionalmente el concreto autocompactante es usado en proyectos donde las operaciones de colocación y el vibrado sean exigentes como en elementos con aristas o zonas de difícil acceso o altamente reforzados.

#### **c) Ventajas**

(CONCRETO SOLIDO DE MEXICO, 2020) Las ventajas pueden dividirse en tres grupos según el receptor:

- Para el constructor. Ofrece excelente durabilidad y desempeño mecánico de las estructuras y elementos y evitar los agrietamientos y vacíos internos que permitan la filtración de agentes perjudiciales para el concreto y el acero estructural como sulfatos, CO<sub>2</sub> y cloruros. Evita que el agregado grueso se concentre en áreas mal vibradas, disminuye los costos que se asocian con la colocación y vibrado, los tiempos de ejecución de la obra y la herramientas y equipo necesarios para colocarlo, además, elimina el ruido causado por los vibradores.

- para los trabajadores de la construcción. Al evitar vibradores disminuye considerablemente la posibilidad de problemas auditivos, reduce los riesgos de caídas y requiere menos esfuerzo para su manejo.
- Para los propietarios. Reduce los costos de ejecución y de mantenimiento y reparaciones, ofrece óptimos acabados y confiere excelente durabilidad y comportamiento estructural a las obras.

#### **d) Limitaciones**

La principal desventaja que presenta este hormigón tiene más que ver con su producción que con la puesta en obra. Para su fabricación es necesaria la realización de rigurosos estudios y mantener un cumplimiento estricto del diseño de componentes para poder garantizar sus propiedades. Respecto a la puesta en obra, es necesario prestar una mayor atención de las condiciones de estanqueidad del encofrado, ya que la consistencia líquida del material facilitará que salga por eventuales roturas o huecos. También se debe atender a las condiciones de rigidez de los moldes, si estos presentan una rigidez insuficiente permitirán avanzar el hormigón más allá de las dimensiones proyectadas. (Umacon, 2016).

#### **e) Requisitos de autocompactibilidad del concreto**

**Tabla 1**

*Requisitos generales para la autocompactibilidad.*

| <b>Ensayo</b>      | <b>Parámetro medido</b> | <b>Rango admisible</b> |
|--------------------|-------------------------|------------------------|
| Extensión de flujo | T50                     | T50 ≤ 8 seg            |
|                    | Df                      | 550 mm ≤ Df ≤ 850mm    |
| Embudo en V        | Tv                      | 4 seg ≤ Tv ≤ 20 seg    |
| Caja en L          | Cbl                     | 0.75 ≤ Cbl ≤ 1.00      |

Fuente: EFNARC – Directrices europeas para el hormigón autocompactante

### **1.5.2. Componentes de diseño**

#### **a) Cemento**

(cemix, 2020) Es un compuesto de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro en forma de polvo fino que, combinado con agua, arena y/o piedra, crea una pasta. Esta, al secarse en contacto con el aire adquiere una gran dureza y es capaz de conservar su estructura de forma permanente y presenta una serie de características que lo definen: su naturaleza

hidráulica permite que se consolide incluso bajo el agua, estéticamente se adapta y ajusta a moldes de diferentes formas.

**b) Agregado fino**

(SUPERMIX, 2021) Fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Proviene de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas. El porcentaje de arena triturada no podrá constituir más del 30% del agregado fino además debe ser durable, fuerte, limpio y libre de materia impuras y sus partículas deben tener un tamaño menor a 1/4" y su gradación debe satisfacer los requisitos propuestos en la norma ASTM-C-33-99.

**c) Agregado grueso**

(SUPERMIX, 2021) Se denomina agregado grueso a la fracción del agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas: sus fragmentos deben ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas. Estará exento de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar la calidad de la mezcla de concreto.

**d) Agua**

(Blake Inc., 2021) El agua es un líquido que, dadas sus propiedades, interactúa con los agregados de varias formas: rellena los espacios vacíos de los poros saturables, y de esta manera, aumenta el peso del agregado, porque el agua pesa y a su vez desplaza el aire que hay en estos poros; dadas sus características de tensión superficial y capilaridad, el agua se “pega” a la superficie y a su vez permite cierta liga entre los granos, afectando un poco el acomodamiento de los granos, especialmente los pequeños (arenas y finos).

**e) Aditivo superplastificante**

Los nuevos superplastificantes, denominados también “superfluidificantes”, constituyen la reciente novedad de aditivos para el concreto que se han desarrollado en los últimos 10 años. Su aplicación permite obtener una alta fluidez en concretos secos sin asentamiento, evitando además la segregación y exudación. La gran trabajabilidad que se obtienen con este tipo de aditivos puede ser usada para efectuar importantes reducciones de la relación agua/cemento, de forma que se pueden alcanzar resistencias elevadas. (Sika, 2019).

#### **f) SikaPlast -306**

(Sika, 2019) SikaPlast®-306 es un aditivo líquido superplastificante, reductor de agua de alto rango con fragua controlada. Está diseñado para producir concretos que necesitan mantener la fluidez por varias horas. No contiene cloruros y cumple con la norma ASTM C 494 Tipo A y Tipo F.

##### **- Usos**

La elaboración de concretos para todo tipo de estructuras como concretos de plantas de premezclado, especialmente diseñado para emplearse dependiendo la dosis como reductor de agua, plastificante o súper plastificante. Transportar y colocar concreto y mortero en condiciones medio ambientales rigurosas, como: baja humedad relativa, muy alta velocidad de viento y temperaturas extremas en el concreto. Como reductor de agua de alto rango, se usa para concretos bombeados y aplicaciones donde se requieran acabados de mejor calidad y fragua controlada. (Sika, 2019)

##### **- Características/Ventajas**

Altas resistencias tempranas para un desmoldado rápido en concretos estructurales. Altas resistencias finales, permitiendo flexibilidad en el plan mayor de ingeniería. Reducciones de la relación agua cemento producen concretos más durables, más densos y menos permeables. La alta efectividad plastificante, hace que reduzca los defectos de la superficie en elementos de concreto y mejore la apariencia estética. SikaPlast®-306 no contiene cloruros ni ningún otro compuesto que produzca la corrosión del acero de refuerzo. Se puede redosificar en obra para facilitar la colocación y/o bombeo del concreto en climas cálidos. (Sika, 2019)

##### **- Detalle de aplicación consumo/dosis**

“Como plastificante y reductor de agua 0.4 al 0.8% del peso del material cementante. Como súper plastificante y reductor de agua 0.8% al 1.5% del peso del material cementante.” (Sika, 2019).

**g) Cenizas volantes**

Las cenizas volantes se definen, según la norma española UNE-EN 450-1 como “un polvo fino con partículas principalmente esféricas, cristalinas, originadas por la combustión del carbón pulverizado con o sin materiales de combustión, que tiene propiedades puzolánicas y que está compuesto fundamentalmente de  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ”.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Determinar la dosificación óptima de concreto autocompactante con incorporación de aditivo superplastificante Sika Plast 306 y cenizas volantes.

### **2.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar las principales características de los agregados para su uso en diseño de mezclas de concreto autocompactante.
- b) Diseñar un concreto autocompactante con adición de 1% de aditivo Sika Plast 306 y 5%, 10% y 15% de cenizas volantes.
- c) Evaluar las propiedades de autocompactibilidad del concreto mediante ensayos de Extensión de Flujo, Embudo V y Caja en L.
- d) Evaluar la resistencia a la compresión de concreto autocompactante elaborado con 1% de aditivo Sika Plas 306 y 5%, 10% y 15% de cenizas volantes.
- e) Analizar económicamente el concreto autocompactante con respecto al concreto convencional.



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Población y muestra

##### 3.1.1. Población

Según Hernández y Mendoza (2018) “es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p.234). La población de esta investigación es el concreto autocompactante elaborado para la realización de todos los ensayos que ayudaron a determinar la compactibilidad y calidad del concreto.

##### 3.1.2. Muestra

“Es un subgrupo de la población que interesa, sobre la cual se recolectarán los datos pertinentes, y deberá ser representativa de dicha población de manera probabilística, para que puedas generalizar los resultados encontrados en la muestra a la población” (Hernández y Mendoza , 2018, pág. 235). La muestra de esta investigación está constituida por los testigos de concreto elaborados para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, los que se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 2**

*Número de testigos de concreto elaborados*

| Edad (días)      | Tipo de concreto         |                |                 |                 |
|------------------|--------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                  | Patrón                   | 1% S.P + 5% C. | 1% S.P + 10% C. | 1% S.P + 15% C. |
|                  |                          | V              | V               | V               |
| 3                | 5                        | 5              | 5               | 5               |
| 7                | 5                        | 5              | 5               | 5               |
| 14               | 5                        | 5              | 5               | 5               |
| 21               | 5                        | 5              | 5               | 5               |
| 28               | 5                        | 5              | 5               | 5               |
| Cantidad parcial | 25                       | 25             | 25              | 25              |
| Cantidad total   | 100 testigos de concreto |                |                 |                 |

Fuente: Elaboración propia

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

### **3.2.1. Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo cuantitativa, porque los resultados que se han obtenido son valores numéricos y valores porcentuales de variación de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con las tres dosificaciones distintas cenizas volantes con respecto al concreto patrón.

Según Hernández y Mendoza (2018) “representa un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones y es apropiada cuando queremos estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis” (p.44-45).

### **3.2.2. Diseño de investigación**

Esta investigación tiene un diseño experimental, porque se basa en la manipulación de variables para lograr que estas varíen en condiciones rigurosamente controladas.

“una investigación en la que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes) para analizar las consecuencias que tal manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes) dentro de una situación de control para el investigador” (Hernández y Mendoza , 2018, p. 90)

## **3.3. Línea de investigación**

Estructuras

## **3.4. Hipótesis**

La dosificación óptima para un concreto autocompactante se logra con la incorporación de aditivo 1% de aditivo superplastificante Sika Plast 306 y 10% de cenizas volantes.

## **3.5. Variables**

### **3.5.1. Variable dependiente**

- Concreto autocompactante

### 3.5.2. Variables independientes

- Aditivo superplastificante Sika Plast 306
- Cenizas Volantes

### 3.6. Materiales

Los equipos, materiales e instrumentos para la realización de esta investigación, fueron los que indican en las normas técnicas correspondientes a cada ensayo, los mismos que se detallan en las siguientes tablas.

**Tabla 3**

*Equipos y materiales para el estudio de las propiedades de los agregados*

| <b>Ensayo</b>                                  | <b>Equipos y materiales</b>  | <b>Norma Técnica</b> |
|--|--|----------------------|
| Reducción de muestras                          | Pala plana, cuchara, brocha y base doble de plástico                                   | NTP 400.043          |
| Contenido de humedad                           | Balanza, puente de calor u horno, recipiente de muestra y revolvedor                   | NTP 339.185          |
| Análisis granulométrico                        | Balanzas, tamices, agitador mecánico de tamices, horno                                 | NTP 400.012          |
| Peso unitario                                  | Balanza, barra compactadora, recipiente de medida, pala de mano, equipo de calibración | NTP 400.017          |
| Peso específico y absorción de agregado fino   | Balanza, picnómetro, frasco, molde, barra compactadora y estufa                        | NTP 400.022          |
| Peso específico y absorción de agregado grueso | Balanza, recipiente para muestra, tanque de agua, tamices y estufa                     | NTP 400.021          |

Fuente: Elaboración propia adaptado de las NTP citadas

**Tabla 4***Equipos y materiales para evaluación de resistencia a la compresión del concreto*

| <b>Ensayo</b>                                | <b>Equipos y materiales</b>   | <b>Norma Técnica</b> |
|--|---|----------------------|
| Elaboración y curado de testigos de concreto | Moldes cilíndricos, varilla compactadora, martillo, herramientas, aparato de asentamiento, recipiente de muestreo | NTP 339.033          |
| Resistencia a la compresión                  | Máquina de ensayo, testigos de concreto, herramientas   | NTP 339.034          |

Fuente: Adaptado de las NTP citadas

### **3.7. Métodos**

#### **3.7.1. Analítico**

“Los métodos analíticos cumplen un papel importante en el desarrollo de la teoría. Los generas para documentar las principales decisiones y avances (categorización, elección de la categoría central, las condiciones causales, intervinientes, etc.; secuencias, vinculaciones, pensamientos, búsqueda de nuevas fuentes de datos, ideas, etc.)”. (Hernández y Mendoza , 2018, P-530)

Para esta investigación el estudio se ha descompuesto para realizar su estudio respectivo, básicamente en cuatro grandes partes: la primera fue la realización del estudio de los agregados, la segunda parte fue la realización del diseño de mezclas, la tercera fue la elaboración del concreto para el estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y la última parte fue el estudio del concreto en estado endurecido.

#### **3.7.2. Sintético**

(Web y Empresas, 2022) Es un proceso de análisis de razonamiento que busca la forma de reconstruir un acontecimiento de manera resumida, valiéndose de los diferentes elementos fundamentales que estuvieron presentes en el desarrollo del acontecimiento.

### **3.8. Técnicas**

#### **3.8.2. La observación**

Se utilizó esta técnica con el fin de obtener todos los datos posibles al momento del desarrollo de los ensayos, para evaluar el comportamientos y características que presenta el tema de estudio en la investigación que se llevó a cabo.

#### **3.9. Procedimiento de recolección de datos**

En los siguientes ítems se muestra el procedimiento realizado para la recolección de datos de esta investigación, se presentan en el orden que fueron realizados con figuras claras que se puede apreciar cada una de las actividades realizadas.

##### **3.9.1. Etapa 1: Estudio de agregados**

###### **Figura 1**

*Extracción de agregados*



En la figura 1, se presenta el proceso de extracción de muestras de la cantera estudiada, para esto se ha utilizado los equipos e instrumentos y seguido los procedimientos establecidos en la NTP 400.010.

## **Figura 2**

### *Cuarteo de agregados*



En la figura 2, se presenta el proceso de cuarteo de agregado grueso, realizado utilizando los equipos e instrumentos y siguiendo las indicaciones establecidas por la NTP 400.043.

## **Figura 3**

### *Tamizado de agregados*



En la figura 3, se presenta el proceso de tamizado de los agregados, como parte del procedimiento del ensayo de análisis granulométrico, realizado según lo establecido en la NTP 400.012.

## **Figura 4**

### *Pesado de agregado fino*



En la figura 4, se presenta el proceso de pesado del agregado fino, como parte del ensayo para determinar el peso unitario de los agregados según la NTP 400.017.

### **3.9.2. Etapa 2: Diseño de mezclas**

Esta etapa consistió en realizar el diseño de mezclas con las propiedades de los agregados obtenidas en el estudio de los agregados, siguiendo las especificaciones para concreto autocompactante.

### 3.9.3. Etapa 3: Evaluación de propiedades de autocompactibilidad del concreto

**Figura 5**

*Pesado de los materiales*



En la figura 5, se muestra el proceso de pesado de los materiales para la elaboración de concreto bajo condiciones de laboratorio

**Figura 6**

*Mezclado de los materiales*



En la figura 6, se muestra el proceso de elaboración de concreto en laboratorio.



## Figura 7

### Ensayo de extensión de flujo



En la figura 7, se muestra la realización del ensayo de slump Flow utilizando el cono de Abrams invertido.

## Figura 8

### Medición del diámetro



En la figura 8, se muestra la medición del diámetro que se obtuvo con un ensayo de slump Flow.

### **Figura 9**

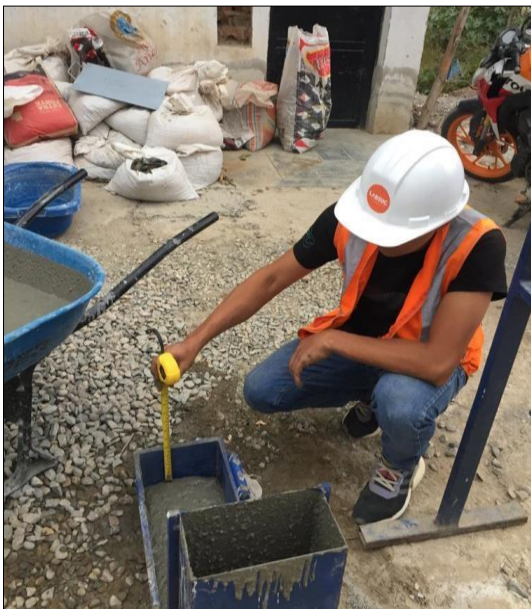
*Ensayo de embudo en V*



En la figura 9, se muestra la realización del ensayo con el envudo en “V”

### **Figura 10**

*Ensayo de caja el L*



En la figura 10, se muestra la realización del ensayo en la caja “L”.



**Figura 13**

*Rotura de testigos de concreto a los 21 días*



En la figura 13, se muestra el proceso de rotura de testigos de concreto a los 28 días

**Figura 14**

*Rotura de testigos de concreto a los 28 días*



En la figura 14, se muestra el proceso de rotura de testigos de concreto a los 28 días

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Principales propiedades de los agregados

**Tabla 5**

*Principales propiedades de los agregados*

| <b>Propiedad</b>                       | <b>Agregado<br/>fino</b> | <b>Agregado<br/>grueso</b> | <b>Norma</b> | <b>Unidad</b>       |
|--|--------------------------|----------------------------|--------------|---------------------|
| Tamaño máximo                          | -                        | 1/2"                       | NTP 400.037  | pulgadas            |
| Tamaño máximo nominal                  | -                        | 3/4"                       | NTP 400.037  | pulgadas            |
| Peso específico de masa                | 2588.42                  | 2776.69                    | NTP 400.022  | gr/ cm <sup>3</sup> |
| Peso unitario suelto seco              | 1622.00                  | 1389.21                    | NTP 400.021  | Kg/cm <sup>3</sup>  |
| Peso unitario suelto compactado        | 1792.00                  | 1577.86                    | NTP 400.021  | Kg/cm <sup>3</sup>  |
| Humedad natural                        | 3.42                     | 1.77                       | NTP 339.185  | %                   |
| Absorción                              | 0.87                     | 0.74                       | NTP 400.022  | %                   |
| Módulo de finura                       | 2.94                     | 6.88                       | NTP 400.012  | -                   |
| Material fino que pasa el Tamiz N° 200 | 2.20                     | 0.71                       | NTP 400.018  | %                   |
| Abrasión los Ángeles                   | -                        | 20.85                      | NTP 400.019  | %                   |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5, se presenta las principales propiedades de los agregados que fueron estudiados para la realización del diseño de mezclas y posteriormente ser utilizados para la elaboración de concreto autocompactante, en la tabla se detalla también la norma técnica con la que se ha realizado cada uno de los ensayos. Los certificados de cada ensayo realizado se presentan en los anexos 1 y 2 del presente informe.

## 4.2. Diseño de mezclas

**Tabla 6**

*Diseño de mezclas de concreto con 1% de aditivo Sika Plas 306 + 5% de cenizas volantes*

| Material   | Dosis | Peso seco<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Vol<br>ABSOLUTO | Humedad<br>% | Absorcion<br>% | Aporte<br>DE AGUA | Peso humedo<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) |
|------------|-------|-----------------------------------|-----------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|
| Cemento    |       | 437                               | 0.1410          |              |                |                   | 437                                 |
| Cenizas v. | 5%    | 23                                | 0.0092          |              |                |                   | 23                                  |
| Mat cem:   |       | 460                               | 0.1502          |              |                |                   | 460                                 |
| Agua       |       | 175                               | 0.1748          |              |                |                   | 140                                 |
| A. Fino    | 66%   | 1102                              | 0.4257          | 3.42 %       | 0.87 %         | 28.10             | 1140                                |
| A. Grueso  | 34%   | 612                               | 0.2204          | 1.77 %       | 0.74 %         | 6.30              | 623                                 |
| Aditivo    | 1%    | 4.37                              | 0.0040          |              |                |                   | 4.37                                |
| Aire       | 2.5   | 2.5                               | 0.0250          |              |                |                   | 2.5                                 |
| Total      |       | 2353                              | 1               |              |                |                   | 2367                                |
|            |       | Vol. Pasta                        | 0.3539          |              |                |                   |                                     |
|            |       | Vol.Agreg.                        | 0.6461          |              |                |                   |                                     |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7**

*Diseño de mezclas de concreto con 1% de aditivo Sika Plas 306 + 10% de cenizas volantes*

| Material   | Dosis | Peso seco<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Vol<br>ABSOLUTO | Humedad<br>% | Absorcion<br>% | Aporte<br>DE AGUA | Peso humedo<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) |
|------------|-------|-----------------------------------|-----------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|
| Cemento    |       | 414                               | 0.1335          |              |                |                   | 414                                 |
| Cenizas v. | 10%   | 46                                | 0.0184          |              |                |                   | 46                                  |
| Mat cem:   |       | 460                               | 0.1519          |              |                |                   | 460                                 |
| Agua       |       | 166                               | 0.1656          |              |                |                   | 131                                 |
| A. Fino    | 66%   | 1115                              | 0.4307          | 3.42 %       | 0.87 %         | 28.43             | 1153                                |
| A. Grueso  | 34%   | 619                               | 0.2230          | 1.77 %       | 0.74 %         | 6.38              | 630                                 |
| Aditivo    | 1%    | 4.14                              | 0.0038          |              |                |                   | 4.14                                |
| Aire       | 2.5   | 2.5                               | 0.0250          |              |                |                   | 2.5                                 |
| Total      |       | 2364                              | 1               |              |                |                   | 2378                                |
|            |       | Vol. Pasta                        | 0.3463          |              |                |                   |                                     |
|            |       | Vol.Agreg.                        | 0.6537          |              |                |                   |                                     |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8***Diseño de mezclas de concreto con 1% de aditivo Sika Plas 306 + 15% de cenizas volantes*

| Material   | Dosis | Peso seco<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Vol<br>ABSOLUTO | Humedad<br>% | Absorción<br>% | Aporte<br>DE AGUA | Peso humedo<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) |
|------------|-------|-----------------------------------|-----------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|
| Cemento    |       | 391                               | 0.1261          |              |                |                   | 391                                 |
| Cenizas v. | 15%   | 69                                | 0.0276          |              |                |                   | 69                                  |
| Mat cem:   |       | 460                               | 0.1537          |              |                |                   | 460                                 |
| Agua       |       | 156                               | 0.1564          |              |                |                   | 121                                 |
| A. Fino    | 66%   | 1128                              | 0.4358          | 3.42 %       | 0.87 %         | 28.76             | 1166                                |
| A. Grueso  | 34%   | 626                               | 0.2256          | 1.77 %       | 0.74 %         | 6.45              | 637                                 |
| Aditivo    | 1%    | 3.91                              | 0.0036          |              |                |                   | 3.91                                |
| Aire       | 2.5   | 2.5                               | 0.0250          |              |                |                   | 2.5                                 |
| Total      |       | 2375                              | 1               |              |                |                   | 2389                                |
|            |       | Vol. Pasta                        | 0.3387          |              |                |                   |                                     |
|            |       | Vol.Agreg.                        | 0.6613          |              |                |                   |                                     |

Fuente: Elaboración propia

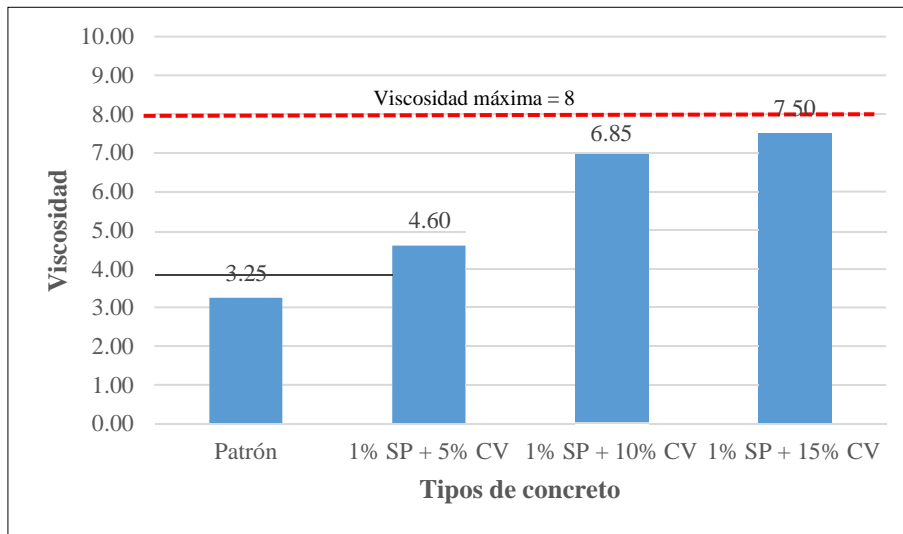
**4.3. Propiedades de autocompactibilidad****4.3.1. Extensión de flujo****Tabla 9***Extensión de flujo*

| Ensayo de extensión de flujo - Slump Flow |                      |     |     |                    |
|---|----------------------|-----|-----|--------------------|
| Tipo de concreto                          | Escurrecimiento (mm) |     |     | Viscosidad (T50 s) |
|   | D1                   | D2  | Df  |                    |
| Patrón                                    | 480                  | 500 | 490 | 3.25               |
| 1% SP + 5% CV                             | 700                  | 720 | 710 | 4.60               |
| 1% SP + 10% CV                            | 650                  | 660 | 655 | 6.85               |
| 1% SP + 15% CV                            | 560                  | 570 | 565 | 7.50               |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 15**

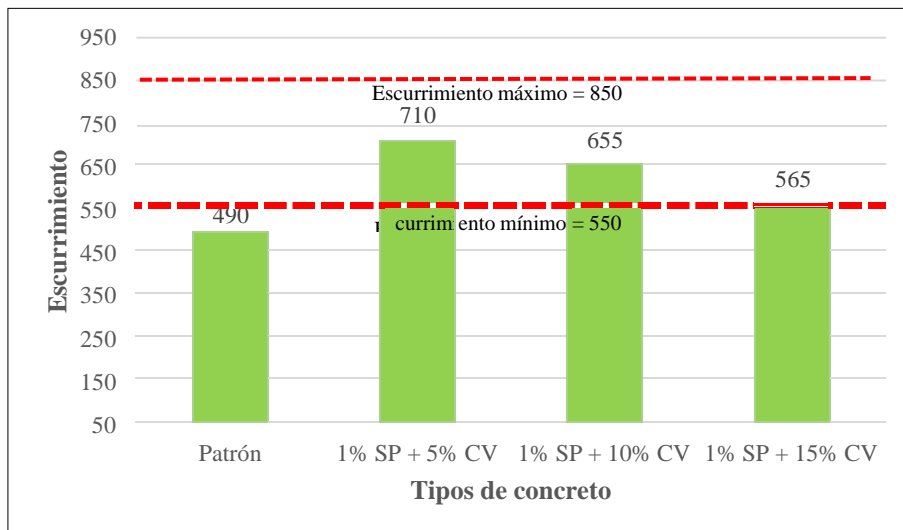
*Viscosidad de cada tipo de concreto elaborado*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 16**

*Escurrecimiento de cada tipo de concreto elaborado*



Fuente: Elaboración propia



### 4.3.2. Ensayo embudo en V

**Tabla 10**

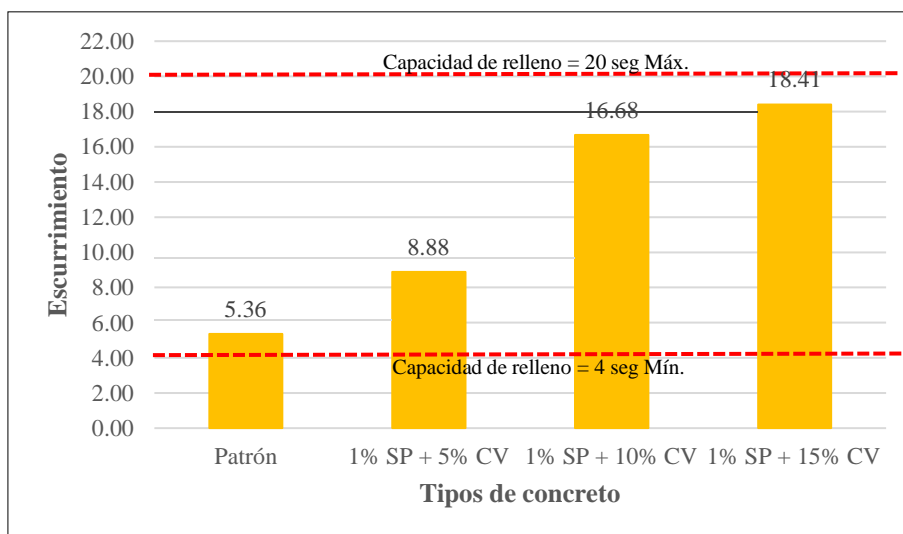
*Capacidad de relleno de cada tipo de concreto elaborado*

| Tipo de concreto | Capacidad de relleno |       |       |
|------------------|----------------------|-------|-------|
|                  | TI                   | T2    | TP    |
| Patrón           | 5.32                 | 5.40  | 5.36  |
| 1% SP + 5% CV    | 8.75                 | 9.00  | 8.88  |
| 1% SP + 10% CV   | 16.40                | 16.95 | 16.68 |
| 1% SP + 15% CV   | 18.21                | 18.60 | 18.41 |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 17**

*Capacidad de relleno de cada tipo de concreto elaborado*



Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3. Ensayo Cala en L

**Tabla 11**

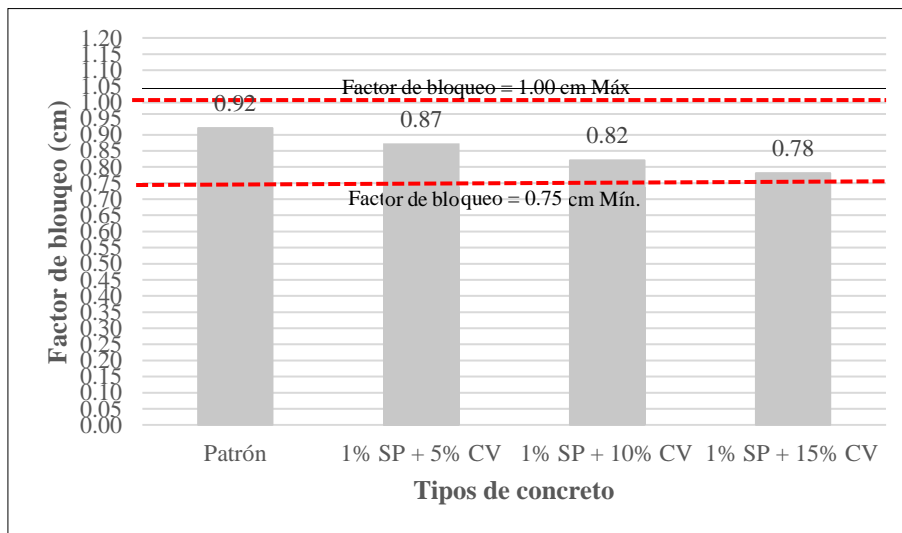
*Factor de bloqueo de cada tipo de concreto elaborado*

| Tipo de concreto | Capacidad de paso (s) |       | Factor de bloqueo (cm) |      |      |
|------------------|-----------------------|-------|------------------------|------|------|
|                  | T20                   | T40   | H1                     | H2   | CB   |
| Patrón           | 1.10                  | 2.10  | 7.00                   | 5.00 | 0.92 |
| 1% SP + 5% CV    | 1.28                  | 2.17  | 8.00                   | 6.00 | 0.87 |
| 1% SP + 10% CV   | 1.41                  | 4.15  | 9.00                   | 7.00 | 0.82 |
| 1% SP + 15% CV   | 7.98                  | 21.05 | 8.00                   | 6.00 | 0.78 |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 18**

*Factor de bloqueo de cada tipo de concreto elaborado*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Resistencia a la compresión

**Tabla 12**

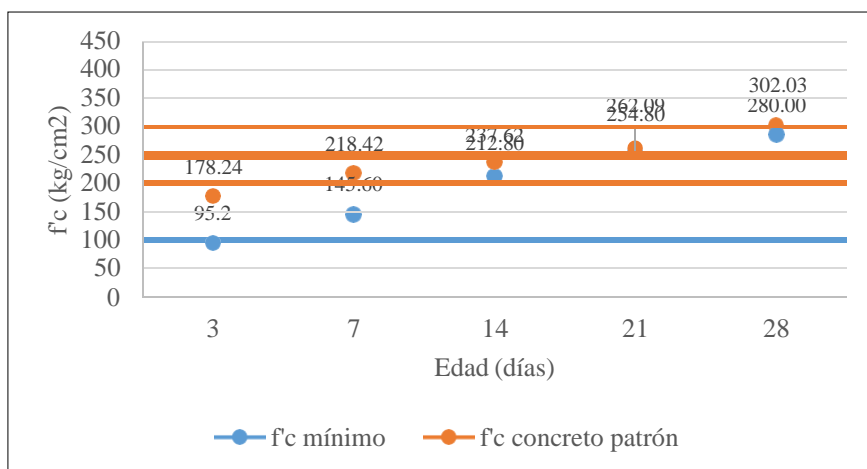
*Resistencia a la compresión del concreto patrón*

| Edad (días) | f'c alcanzado | f'c promedio | Parámetro (%) | Porcentaje alcanzado (%) | Condición |
|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------------------|-----------|
| 3           | 171.42        | 178.24       | 34%           | 63.66%                   | Si cumple |
|             | 174.33        |              |               |                          |           |
|             | 177.71        |              |               |                          |           |
|             | 182.48        |              |               |                          |           |
|             | 185.25        |              |               |                          |           |
| 7           | 217.36        | 218.42       | 52%           | 78.01%                   | Si cumple |
|             | 215.02        |              |               |                          |           |
|             | 219.03        |              |               |                          |           |
|             | 221.31        |              |               |                          |           |
|             | 219.37        |              |               |                          |           |
| 14          | 234.21        | 237.62       | 76%           | 84.86%                   | Si cumple |
|             | 235.63        |              |               |                          |           |
|             | 241.58        |              |               |                          |           |
|             | 240.81        |              |               |                          |           |
|             | 235.86        |              |               |                          |           |
| 21          | 259.55        | 262.09       | 91%           | 93.61%                   | Si cumple |
|             | 254.60        |              |               |                          |           |
|             | 253.48        |              |               |                          |           |
|             | 273.69        |              |               |                          |           |
|             | 269.15        |              |               |                          |           |
| 28          | 297.32        | 302.03       | 100%          | 107.87%                  | Si cumple |
|             | 306.45        |              |               |                          |           |
|             | 303.03        |              |               |                          |           |
|             | 297.38        |              |               |                          |           |
|             | 305.98        |              |               |                          |           |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 19**

*Resistencia a la compresión del concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13**

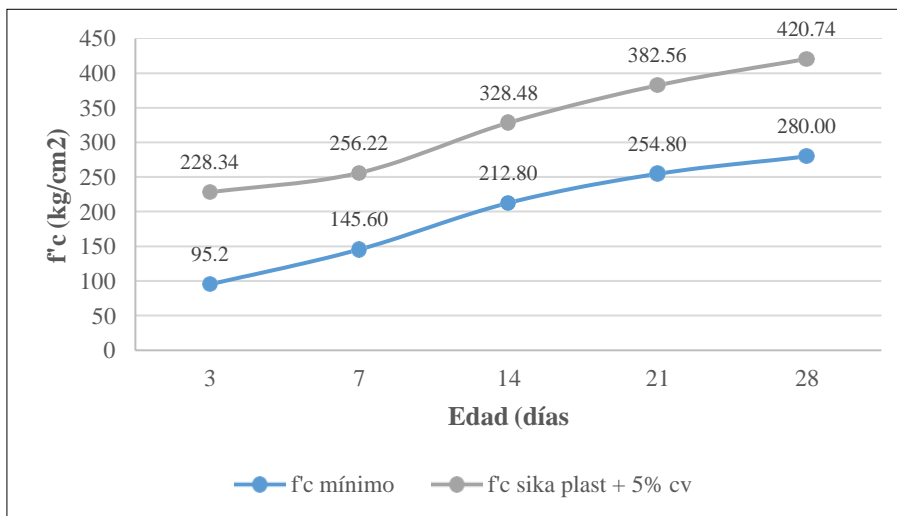
*Resistencia a la compresión del concreto con 1% de Sika Plast + 5% de Cenizas Volantes*

| Edad (días) | f'c alcanzado | f'c promedio | Parámetro (%) | Porcentaje alcanzado (%) | Condición |
|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------------------|-----------|
| 3           | 190.66        | 228.34       | 34%           | 81.55%                   | Si cumple |
|             | 205.54        |              |               |                          |           |
|             | 234.51        |              |               |                          |           |
|             | 245.94        |              |               |                          |           |
|             | 265.03        |              |               |                          |           |
| 7           | 271.81        | 256.22       | 52%           | 91.51%                   | Si cumple |
|             | 270.76        |              |               |                          |           |
|             | 274.89        |              |               |                          |           |
|             | 164.69        |              |               |                          |           |
|             | 298.97        |              |               |                          |           |
| 14          | 321.65        | 328.48       | 76%           | 117.31%                  | Si cumple |
|             | 320.30        |              |               |                          |           |
|             | 328.96        |              |               |                          |           |
|             | 330.73        |              |               |                          |           |
|             | 340.74        |              |               |                          |           |
| 21          | 382.34        | 382.56       | 91%           | 136.63%                  | Si cumple |
|             | 386.70        |              |               |                          |           |
|             | 376.92        |              |               |                          |           |
|             | 386.64        |              |               |                          |           |
|             | 380.22        |              |               |                          |           |
| 28          | 418.81        | 420.74       | 100%          | 150.26%                  | Si cumple |
|             | 418.28        |              |               |                          |           |
|             | 417.70        |              |               |                          |           |
|             | 424.77        |              |               |                          |           |
|             | 424.12        |              |               |                          |           |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 20**

*Resistencia a la compresión del concreto con 1% de Sika Plast + 5% de Cenizas Volantes*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14**

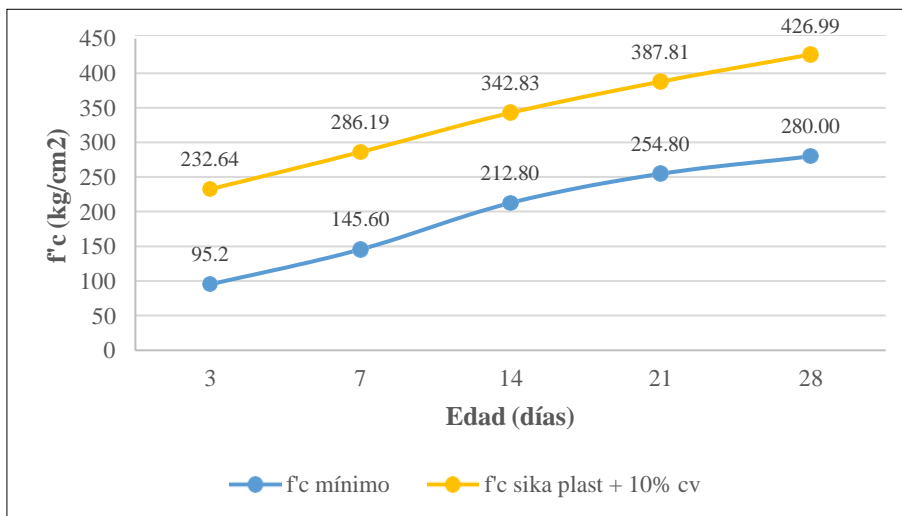
*Resistencia a la compresión del concreto con 1% Sika Plast + 10% de Cenizas Volantes*

| Edad (días) | f'c alcanzado | f'c promedio | Parámetro (%) | Porcentaje alcanzado (%) | Condición |
|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------------------|-----------|
| 3           | 214.20        | 232.64       | 34%           | 83.09%                   | Si cumple |
|             | 221.93        |              |               |                          |           |
|             | 234.04        |              |               |                          |           |
|             | 237.98        |              |               |                          |           |
|             | 255.07        |              |               |                          |           |
| 7           | 255.48        | 286.19       | 52%           | 102.21%                  | Si cumple |
|             | 261.81        |              |               |                          |           |
|             | 296.34        |              |               |                          |           |
|             | 302.09        |              |               |                          |           |
|             | 315.23        |              |               |                          |           |
| 14          | 331.91        | 342.83       | 76%           | 122.44%                  | Si cumple |
|             | 335.32        |              |               |                          |           |
|             | 339.62        |              |               |                          |           |
|             | 347.70        |              |               |                          |           |
|             | 359.60        |              |               |                          |           |
| 21          | 367.38        | 387.81       | 91%           | 138.50%                  | Si cumple |
|             | 382.52        |              |               |                          |           |
|             | 384.40        |              |               |                          |           |
|             | 396.90        |              |               |                          |           |
|             | 407.86        |              |               |                          |           |
| 28          | 409.74        | 426.99       | 100%          | 152.50%                  | Si cumple |
|             | 416.16        |              |               |                          |           |
|             | 429.89        |              |               |                          |           |
|             | 432.78        |              |               |                          |           |
|             | 446.39        |              |               |                          |           |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 21**

*Resistencia a la compresión del concreto con 1% Sika Plast + 10% de Cenizas Volantes*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15**

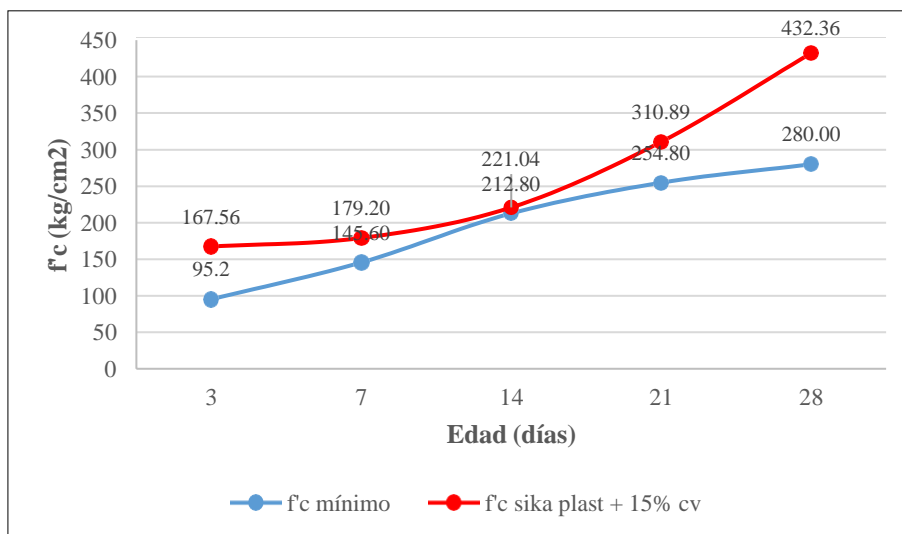
*Resistencia a la compresión del concreto con 1% Sika Plast + 15% de Cenizas Volantes*

| Edad (días) | f'c alcanzado | f'c promedio | Parámetro (%) | Porcentaje alcanzado (%) | Condición |
|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------------------|-----------|
| 3           | 164.85        | 167.56       | 34%           | 59.84%                   | Si cumple |
|             | 167.87        |              |               |                          |           |
|             | 170.70        |              |               |                          |           |
|             | 164.92        |              |               |                          |           |
|             | 169.46        |              |               |                          |           |
| 7           | 182.01        | 179.20       | 52%           | 64.00%                   | Si cumple |
|             | 174.33        |              |               |                          |           |
|             | 180.28        |              |               |                          |           |
|             | 177.30        |              |               |                          |           |
|             | 182.07        |              |               |                          |           |
| 14          | 209.29        | 221.04       | 76%           | 78.94%                   | Si cumple |
|             | 214.89        |              |               |                          |           |
|             | 223.90        |              |               |                          |           |
|             | 220.90        |              |               |                          |           |
|             | 236.22        |              |               |                          |           |
| 21          | 294.61        | 310.89       | 91%           | 111.03%                  | Si cumple |
|             | 312.23        |              |               |                          |           |
|             | 309.10        |              |               |                          |           |
|             | 306.33        |              |               |                          |           |
|             | 332.20        |              |               |                          |           |
| 28          | 406.21        | 432.36       | 100%          | 154.41%                  | Si cumple |
|             | 408.44        |              |               |                          |           |
|             | 456.41        |              |               |                          |           |
|             | 445.51        |              |               |                          |           |
|             | 445.21        |              |               |                          |           |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 22**

*Resistencia a la compresión del concreto con 1% de Sika Plast + 15% de Cenizas Volantes*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16**

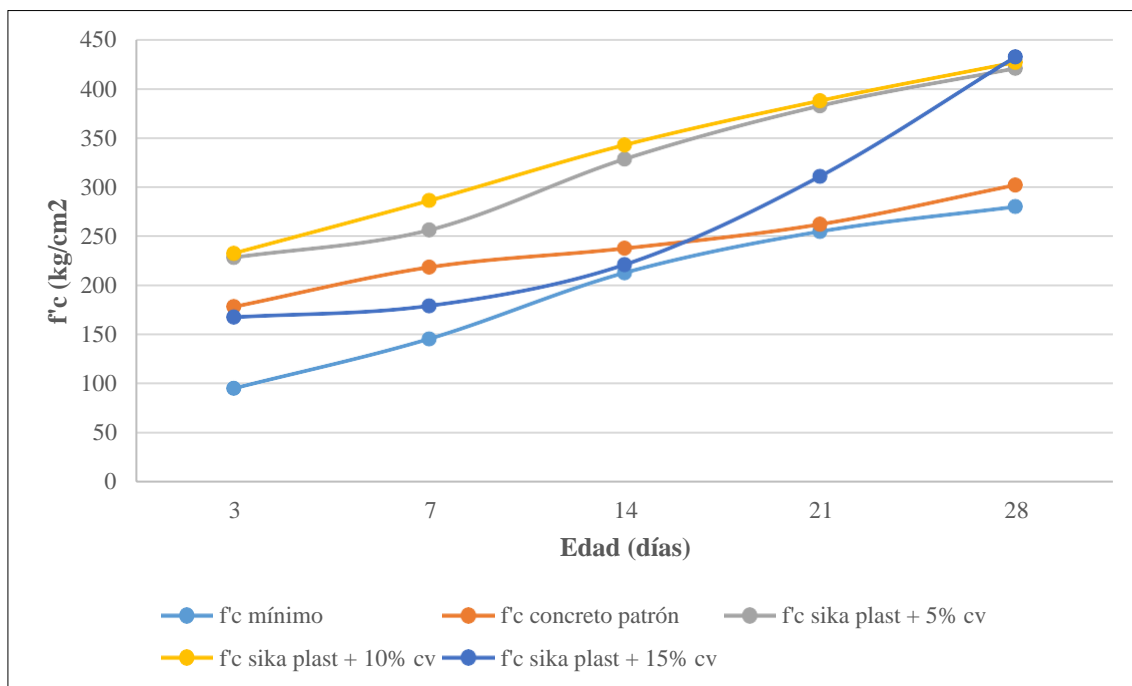
**Resistencia a la compresión del concreto de todos los tipos de concreto**

| Edad (días)                | 3      | 7      | 14     | 21     | 28     |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| f'c mínimo                 | 95.2   | 145.60 | 212.80 | 254.80 | 280.00 |
| f'c concreto patrón        | 178.24 | 218.42 | 237.62 | 262.09 | 302.03 |
| f'c 1% Sika Slast + 5% CV  | 228.34 | 256.22 | 328.48 | 382.56 | 420.74 |
| f'c 1% Sika plast + 10% CV | 232.64 | 286.19 | 342.83 | 387.81 | 426.99 |
| f'c 1% Sika Slast + 15% CV | 167.56 | 179.20 | 221.04 | 310.89 | 432.36 |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 23**

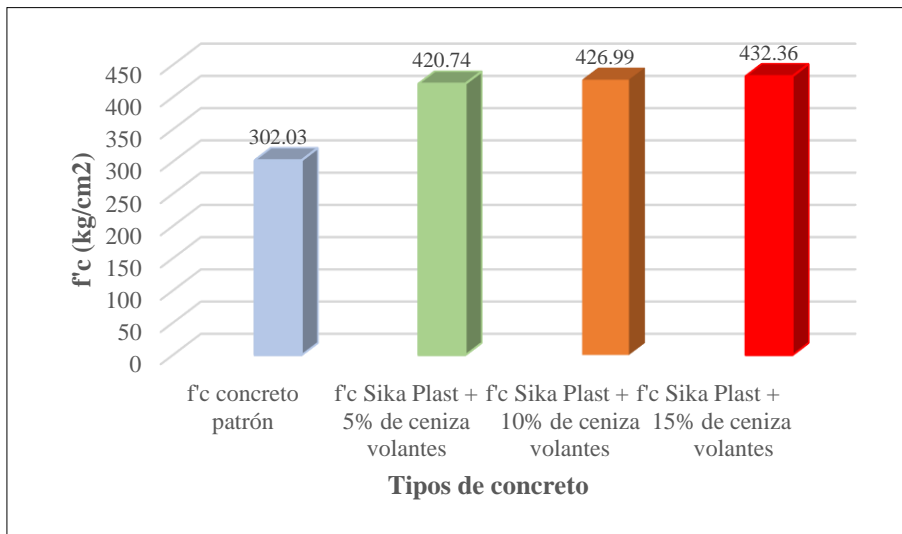
*Resistencia a la compresión del concreto de todos los tipos de concreto*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 24**

*Resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días*





#### 4.5. Análisis económico del concreto autocompactante

**Tabla 17**

*Análisis económico de cada tipo de concreto elaborado*

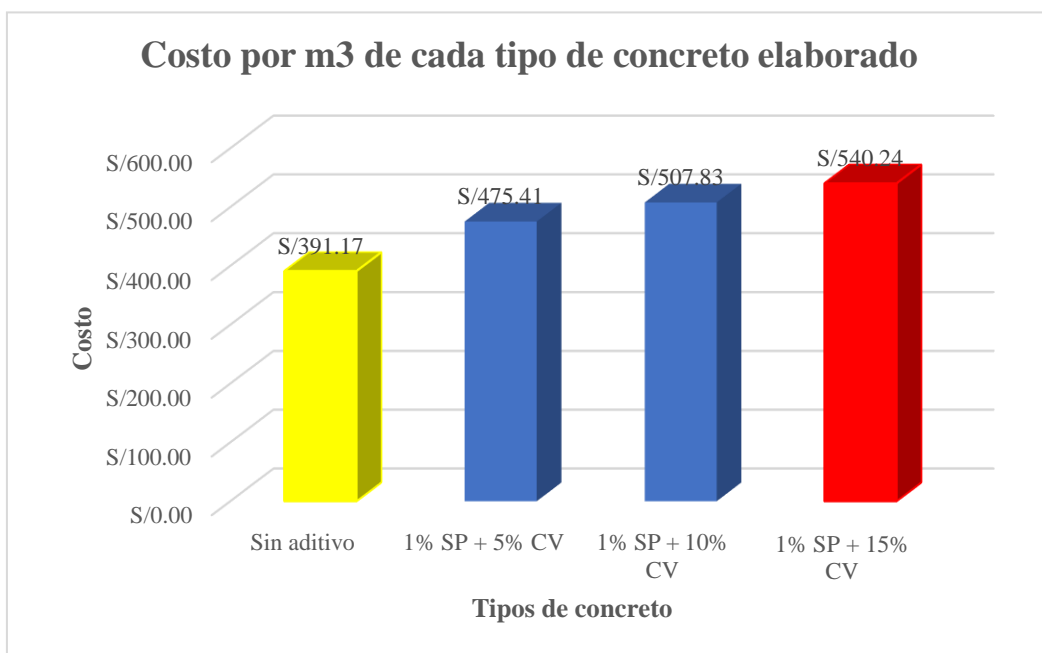
| Material               | Unidad de medida | Presentación      | Precio por unidad | Cantidad de material |               |                |                | Costo de material |                 |                 |                 |
|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------------|---------------|----------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                        |                  |                   |                   | Sin aditivo          | 1% SA + 5% CV | 1% SA + 10% CV | 1% SA + 15% CV | Sin aditivo       | 1% SA + 5% CV   | 1% SA + 10% CV  | 1% SA + 15% CV  |
| Cemento                | Unidad           | bolsa de 42 kg    | S/24.00           | 437.00               | 437.00        | 414.00         | 391.00         | S/249.71          | S/249.71        | S/236.57        | S/223.43        |
| Agregado fino          | m3               | -                 | S/80.00           | 1140.00              | 1140.00       | 1153.00        | 1166.00        | S/91.20           | S/91.20         | S/92.24         | S/93.28         |
| Agregado grueso        | m3               | -                 | S/80.00           | 623.00               | 623.00        | 630.00         | 637.00         | S/49.84           | S/49.84         | S/50.40         | S/50.96         |
| Agua                   | m3               | -                 | S/3.00            | 140.00               | 140.00        | 131.00         | 121.00         | S/0.42            | S/0.42          | S/0.39          | S/0.36          |
| Aditivo Sika Plast 306 | litro            | Galón de 4 litros | S/35.00           | -                    | 4.37          | 4.14           | 3.91           | -                 | S/38.24         | S/36.23         | S/34.21         |
| Cenizas Volantes       | Kg               | Bolsa de 20 kg    | S/40.00           | -                    | 23.00         | 46.00          | 69.00          | -                 | S/46.00         | S/92.00         | S/138.00        |
| <b>Costo total</b>     |                  |                   |                   |                      |               |                |                | <b>S/391.17</b>   | <b>S/475.41</b> | <b>S/507.83</b> | <b>S/540.24</b> |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, se presenta el análisis económico por m3 de cada tipo de concreto elaborado, en ella se presentan los materiales utilizados, sus unidades de medida, la presentación de cada uno de ellos, el precio al que fue adquirido, las cantidades de materiales para cada tipo de concreto elaborado, el costo de cada material y el costo total de elaboración de cada tipo de concreto.

**Figura 25**

*Costo por m<sup>3</sup> de cada tipo de concreto elaborado*



Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo específico sobre la evaluación de las principales propiedades de los agregados, para su uso en el diseño de concreto autocompactante, se pudo obtener como resultados que los agregados estudiados cumplen con los parámetros mínimos, principalmente la granulometría, estando la curva que representa los porcentajes que pasan por las respectivas mallas, dentro del uso granulométrico para agregado fino y grueso, siendo este parámetro uno de los principales indicadores de calidad de agregados. Estudios relacionados con este objetivo como los que realizó Bustamante (2018) obtuvo como resultados módulos de finura de 3.12 y 6.88 para agregado fino y grueso respectivamente, por su parte Muñoz y Saldaña (2020) obtuvieron contenidos de humedad de 1.83% y 0.62% para el agregado fino y grueso respectivamente, también podemos comparar con la investigación de Reyes y Echevarría (2019) obtuvieron módulos de finura de 2.66 y 2.71 para agregado fino y grueso respectivamente Sin embargo, se hace necesario realizar un estudio de los agregados que son mayormente utilizados en estructuras que se pueda utilizar este tipo de concreto, como en estructuras de colegios, centros de salud y estructuras en las que se requiere obtener resistencias mayores a 280 kg/cm<sup>2</sup> y al mismo tiempo lograr una trabajabilidad que facilite la colocación del concreto en los encofrados.

Luego de haber realizado los procedimientos necesarios para cumplir con el segundo objetivo específico que consistió en realizar el diseño de mezclas, se ha obtenido dosificaciones que varían entre cada tipo de concreto, así se ha obtenido que a medida que se le agrega las cenizas volantes se reduce principalmente la cantidad de cemento, siendo este un factor importante al momento de realizar el análisis económico por su incidencia en el costo. Estudios relacionados con este objetivo como el que realizó Huamani (2018) en el que obtuvo como resultado que la dosificación óptima se obtuvo con la reducción del 27% del agua de mezcla, por su parte Mayanga (2018) realizó tres diseños de concreto patrón para  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c=420$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=500$  kg/cm<sup>2</sup>, también se puede comparar con el estudio de Mego y Meza (2018) en el que obtuvieron como resultado del diseño de mezclas dosificaciones de 537.02kg/m<sup>3</sup> de cemento, 710.97kg/m<sup>3</sup> de agregado grueso, 821.22kg/m<sup>3</sup> de agregado fino y 217.69 l/m<sup>3</sup> de agua. Sin embargo, se hace necesario realizar un estudio más detallado acerca de los demás métodos que existen para el diseño de un concreto autocompactante, para que con eso se puedan hacer las comparaciones respectivas obtenidas con cada uno de los métodos.

Con respecto al tercer objetivo específico planteado sobre la evaluación de las propiedades de autocompactabilidad del concreto, luego de los distintos ensayos realizados en laboratorio, se ha obtenido como resultado que con respecto a la viscosidad si cumplieron todos los tipos de concreto, con respecto al escurrimiento sólo no cumplió el concreto patrón, con respecto a la capacidad de relleno cumplieron todos los tipos de concreto, para el factor de bloqueo, cumplió en todos los casos. De acuerdo a estudios relacionados con este objetivo como el que realizó Díaz y Soberón (2019) en el que obtuvo como resultado que todos los tipos de concreto autocompactable elaborados cumplieron con los parámetros establecidos para este tipo de concreto, también se puede comparar con la investigación de Mego y Meza (2018) obtuvo como resultado sobre la capacidad de paso obtuvieron mezclas con un bloqueo no visible y bloqueo aparente. Siendo necesario para esta investigación, realizar todos los demás ensayos necesarios que midan la autocompactabilidad y así poder tener resultados más cercanos a la realidad de estos parámetros.

Habiendo ejecutado el cuarto objetivo específico, que consistió en realizar la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con aditivo Sika Plas 306 más las diferentes dosificaciones de cenizas volantes, se ha podido observar que a medida que se va adicionando mayor cantidad de cenizas volantes la resistencia a la compresión del concreto aumenta, de igual modo investigaciones relacionadas con este objetivo como la que realizó Cabanillas (2019), en la que obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión del concreto sin aditivo alcanzó una resistencia promedio de 370.04 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con 1% de aditivo Sika Viscocrete-3330, una resistencia promedio de 431.56 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días de curado, por su parte Cabanillas (2019) obtuvo resistencias a los 2 días de 526.72kg/cm<sup>2</sup>, 826.51kg/cm<sup>2</sup> y 729.35kg/cm<sup>2</sup> de concreto patrón y con adición del 1% y 1.5% de nanosílice, también se compara con la tesis de Bustamante (2018) en la que obtuvo como resultado que la resistencia a compresión del concreto autocompactante incrementa su resistencia en 9.33%. Se hace necesario elaborar más testigos de concreto con dosificaciones superiores a las de esta investigación, para poder observar si la resistencia a la compresión sigue incrementándose y ver así mismo hasta qué punto es factible económicamente agregar las cenizas volantes.

Luego de haber desarrollado el objetivo específico que consistió en realizar el análisis económico del concreto autocompactante frente al concreto convencional, se ha podido observar que el costo por la elaboración de m<sup>3</sup> de concreto se incrementa con el uso de

aditivo y este se incrementa más aún al adicionar mayor cantidad de cenizas volantes. Para este objetivo se pueden obtener resultados más detallados, realizando un análisis del costo de la mano de obra también que se utiliza para la elaboración de concreto, puesto que en esta investigación solo se ha evaluado los costos de los materiales que se utilizan para la elaboración de concreto. Luego de revisar las investigaciones citadas en los antecedentes se pudo observar que no se ha realizado el análisis del costo del concreto autocompactable en ninguna de ellas, es por ello que no existe referencias con las que se pueda hacer las comparaciones respectivas.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

La dosificación óptima de concreto autocompactante con incorporación de aditivo superplastificante Sika Plast 306 y cenizas volantes, es con 1% de aditivo Sika Plast más el 10% de cenizas volantes.

Los agregados utilizados para la elaboración de concreto en esta investigación si cumplen con las especificaciones técnicas mínimas establecidas para ser utilizados en concreto, siendo uno de los principales parámetros que cumple, la granulometría tanto del agregado fino como del agregado grueso.

El diseño de mezclas, tanto para el concreto patrón, así como para cada dosificación de cenizas volantes utilizadas en esta investigación, han permitido observar las variaciones de las dosificaciones de materiales que existen entre uno y otro tipo de concreto evaluado.

Los principales parámetros de autocompactibilidad como los determinados mediante los ensayos de Slump Flow, Embudo en V y caja L, han podido determinar que el concreto autocompactante elaborado con 1% de aditivo Sika Plast más 5%, 10% y 15% de cenizas volantes, sí cumple con las especificaciones técnicas establecidas para este tipo de concreto.

La resistencia a la compresión del concreto se incrementa a medida que se agrega más cantidad de cenizas volantes, pues el concreto alcanza valores muy altos con respecto al de diseño, logrando a la vez las dos principales que se necesitan en una estructura de concreto armado, que es tener una buena trabajabilidad y una resistencia a la compresión que supera ampliamente la de diseño.

El costo por la elaboración de un metro cúbico de concreto se incrementa a medida que se adiciona más cenizas volantes, siendo el costo más bajo el del concreto patrón y el más alto el del concreto elaborado con 1% de aditivo Sika Plast 306 más el 15% de cenizas volantes.

## **6.2. Recomendaciones**

Se recomienda evaluar con mayor profundidad o mayor cantidad de ensayos tanto de autocompactibilidad como de resistencia a compresión del concreto, la dosificación óptima de concreto autocompactante con incorporación del 15 de aditivo superplastificante Sika Plast 306 y el 10% de cenizas volantes.

Realizar un estudio de otros agregados extraídos de otras canteras diferentes a los que fueron utilizados en esta investigación, con la finalidad de poder obtener una data más amplia sobre si los agregados de otras canteras cumplen con los parámetros técnicos mínimos para ser utilizados en la elaboración de concreto.

Se recomienda para investigaciones futuras que tengan relación con esta investigación, realizar un estudio acerca de otros métodos que puedan existir para el diseño de concreto autocompactante, con ello se podrá contar con más alternativas que permitan realizar un diseño de mezclas para este tipo de concreto.

Para investigaciones futuras se recomienda realizar el ensayo con el anillo japonés y así poder evaluar otro parámetro más del concreto autocompactante, además de ello realizar una mayor cantidad de ensayos para poder identificar las distintas variaciones que existen entre los resultados obtenidos de un mismo ensayo.

Evaluar la resistencia a la compresión del concreto autocompactante con dosificaciones mayores de cenizas volantes y de aditivo Sika Plast 306, con la finalidad de poder determinar si la resistencia a la compresión sigue aumentando y del mismo modo también poder determinar hasta qué punto es económicamente factible producir este tipo de concreto.

Con respecto al análisis económico realizado, se recomienda para investigaciones futuras, realizar el análisis de costos de elaboración de concreto incluyendo la mano de obra que se va a utilizar, pues de aplicarse en obra este tipo de concreto será necesario conocer un análisis de costos unitarios en el que esté incluida la mano de obra a utilizar.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDECE Asociación Nacional de Derivados del Cemento. (2006). *Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante*. Obtenido de <https://anfah.org/wp-content/uploads/pdf/articulo-tecnico-directrices-hac-febrero-2006-revision-1.pdf>
- ARGOS. (2022). *360 en Concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto-autocompactante>
- Argos360. (2020). *CONCRETO AUTOCOMPACTANTE: RAPIDEZ Y VERSATILIDAD PARA TU PROYECTO*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto-autocompactante>
- Arrieta Tordecilla, M. C., & Pinzón Bogotá, C. A. (2020). *"Análisis del comportamiento mecánico de muestras de concreto adicionadas con ceniza volante sometidas a la exposición de sulfatos"*. (Tesis de pre grado, Universidad Católica de Colombia). Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24413>
- Baca Uscamayta, C. E., & Vela Cáceres, L. F. (2020). *Evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto autocompactante adicionando fibras sintéticas Sikacem®-1 Fiber – Cusco 2019*. (Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco). Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3831>
- Blake Inc. (2021). *Que es un agregado en el concreto*. Obtenido de <https://www.blakeinc.com.mx/que-es-un-agregado-en-el-concreto/>
- Bustamante Tirado, M. (2018). *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante Glenium c 313*. Tesis de titulación (Universidad Nacional de Cajamarca). Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1836/TESIS-MARISOL%20BUSTAMANTE%20TIRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabanillas Bazán, V. E. (2019). *Influencia del aditivo Sika Viscocrete-3330, en las resistencias del concreto  $f_c'=350$  kg/cm<sup>2</sup>, a edades tempranas-cajamarca 2018*. Tesis de Maestría (Universidad Nacional de Jaén). Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3900/Cabanillas%20Baz%c3%a1n%20V%c3%adctor%20Eleodoro.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Cabanillas Guillén, H. H. (2019). *Concreto de alta resistencia, utilizando nanosílice y superplastificante*. Tesis de titulación (Universidad Nacional de Cajamarca). Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3726>
- Cemex. (2020). *Hormigones especiales*. Obtenido de <https://www.cemex.es/caracteristicas-autocompactante>
- cemix. (2020). *Tipos de cemento y las ventajas del cemento "Todo en 1"*. Obtenido de <https://www.cemix.com/tipos-de-cemento-y-las-ventajas/>



- CONCRETO SOLIDO DE MEXICO. (2020). *Conozcan las ventajas del concreto autocompactable*. Obtenido de <https://www.concretosolido.mx/conozcan-las-ventajas-del-concreto-autocompactable/>
- Diaz Gonzales, J., & Soberón Sanchez, J. L. (2019). *Concreto antideslave con incorporación de aditivos para vaciado en estructuras bajo nivel freático alto - distrito de Jaén*. Tesis de titulación (Universidad Nacional de Jaén). Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/206>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*. Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>
- Huamaní Huarancca, I. (2018). *Concreto autocompactante: diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho*. tesis de titulación (Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga). Obtenido de [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3259/TESIS%20CIV501\\_Hua.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3259/TESIS%20CIV501_Hua.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Huaquisto Cáceres, S., & Belizario Quispe, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 225-234. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572018000200007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572018000200007&script=sci_arttext)
- INACAL. (2011). *NTP 400.017 Agregados. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Obtenido de <https://1library.co/title/ntp-agregados-metodo-ensayo-determinar-peso-unitario-agregado>
- INACAL. (2013). *NTP 339.185 Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado*. Obtenido de [https://kupdf.com/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado\\_59c03b5808bbc55813686f84\\_pdf](https://kupdf.com/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado_59c03b5808bbc55813686f84_pdf)
- INACAL. (2013). *NTP 400.021 Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/350218803/400021-NORMA-TECNICA-PERUANA>
- INACAL. (2013). *NTP 400.022 Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Obtenido de [https://kupdf.com/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino\\_59c03df208bbc5f314686f9e\\_pdf](https://kupdf.com/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf)
- INACAL. (2015). *NTP 339.033 Hormigón (Concreto). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-los-andes/laboratorio-de-tecnologia-de-concreto/ntp-339033-2015/7024356>

- INACAL. (2015). *NTP 339.034 Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-2-pdf-free.html>
- INACAL. (2015). *NTP 400.043 AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo*. doi:I.C.S.:91.100.10
- INACAL. (2016). *NTP 400.010 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras*. Obtenido de I.C.S.: 91.100.30
- INACAL. (2018). *NTP 400.011 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. Obtenido de <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-400-011.html>
- INACAL. (2018). *NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Obtenido de <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-400-012.html>
- Mayanga Morales, A. A. (2018). *"Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos Superplastificantes Chemament 400 y SikaPlast®-326 en estructuras especiales, Lambayeque. 2018"*. (Tesis de pre grado, Universidad Señor de Sipan). Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5873>
- Mego Zapata, J. C., & Meza Caballero, K. E. (2018). *Influencia de la ceniza de caña, aditivo superplastificante y tiempo de curado sobre la compresión, rigidez capacidad e llenado - paso y fluidez de un concreto autocompactante*. tesis de titulación (Universidad Nacional de Trujillo). Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MEGO%20ZAPATA,%20Juan%20Carlos%3B%20MEZA%20CABALLERO,%20Kevin%20Erwin.pdf>
- Muñoz Soledad, A. C., & Saldaña Zavaleta, G. A. (2020). *"Influencia del aditivo Sika ViscoCrete 1300 sobre la flexión, compresión y asentamiento en un concreto de baja permeabilidad para estructuras hidráulicas, Trujillo 2020"*. (tesis de Pre grado, Universidad Privada Del Norte). Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26477>
- Palencia Torres, D. G. (2020). *Evaluación de las propiedades en estado fresco de un concreto autocompactante con adición de polietileno de alta densidad recuperado granulado*. (Tesis de post grado, Universidad Nacional de Colombia). Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79616>
- Quintero Vega, C., & Herrera Rueda, C. M. (2021). *"Aditivos reductores de agua de alto rengo o Superplastificantes y su efecto en las propiedades del concreto"*. (Tesis de pre grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña). Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/3163>

- Rabanal Gonzales , D. C., & Su Chaquí, A. R. (2017). *Diseño de un Concreto Autocompactable*. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo). Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/2713>
- Reyes Anticona, C. Y., & Echevarría Carrión, T. L. (2019). *"Influencia del aditivo sika viscocrete-3330 en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales, Trujillo 2019"*. (Tesis de Pregrado, Universidad Privada Del Norte). Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22196>
- Robayo, R. A., Matthey, P. E., Silva, Y. F., & Delvasto, S. (2016). Obtención de un concreto autocompactante empleando adiciones de escoria de carbón finamente molida. *Ingeniería*, 34(1), 24-43.  
doi:<https://doi.org/http://dx.doi.Org/10.14482/inde.33.2.6368>
- Sika, P. (julio de 2019). Sika peru. Peru.
- Silva Urrego, Y. F., Valencia Saavedra, W. G., & Delvasto Arjona, S. (2018). Concreto autocompactante con altos contenidos de subproductos de la combustión de carbón. *Informador técnico*, 82(2), 147-159. Obtenido de <https://doi.org/10.23850/22565035.1485>
- SUPERMIX. (2021). *Agregados para la elaboración de concreto*. Obtenido de <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>
- TOXEMENT. (2017). CONCRETO AUTOCOMPACTANTE. 2-3.
- Umacon. (2016). *El hormigón autocompactante. Definición y uso*. Obtenido de <http://www.umacon.com/noticia.php/es/que-es-el-hormigon-autocompactante/416>
- Web y Empresas. (2022). *Método Sintético (En qué consiste)*. Obtenido de <https://www.webyempresas.com/metodo-sintetico/>

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarnos cada día y por darnos la fortaleza para superar todas las adversidades que se han presentado en nuestras vidas.

Dedicamos este trabajo de manera muy especial a nuestros padres por su apoyo económico, moral, consejos, comprensión, amor sincero en todas las etapas de nuestras vidas.

A nuestros hermanos y demás familiares, quienes nos apoyaron constantemente y de manera incondicional con los recursos necesarios durante toda nuestra formación académica.

A nuestros amigos, por brindarnos su valiosa amistad y estar presentes en todo momento donde hemos vivido momentos felices y tristes.

## **AGRADECIMIENTO**


De manera muy especial agradecer a Dios, porque sabemos que siempre está entre nosotros brindándonos su bendición para seguir logrando nuestros objetivos.

A nuestro asesor, ingeniero Billy Alexis Cayatopa Calderón, por su apoyo y paciencia constante durante la etapa de desarrollo de esta investigación.

A nuestra alma máter Universidad Nacional de Jaén, a través de sus docentes de la escuela profesional de ingeniería civil, pudimos conocer el maravilloso mundo de la ingeniería para ponerlo al servicio de la sociedad.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1. CERTIFICADO DEL ESTUDIO DE AGREGADO FINO**

|   |   |                         |                           |                            |
|---|---|-------------------------|---------------------------|----------------------------|
|  <b>LABSUC</b><br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS   |                         | CODIGO:                   | DM -19 - 003               |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD  |                         |                           |                            |
| DATOS DEL PROYECTO  |   |                         | DATOS DEL PERSONAL        |                            |
| PROYECTO :  | CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES |                         | JEFE DE CALIDAD :         | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ. |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO :JAEN, PROVINCIA :JAEN ,REGION CAJAMARCA   |                         | TEC. LAB :                | JHONATAN HERRERA BARAHONA  |
| SOLICITANTE :   | BACH. CORDOVA SAAVEDRA CARLOS RAMIRO  | BACH. VEGA MEJIA JHOMSO | ASISTENTE:                | ARODY CIEZA ROMERO         |
| DATOS DEL MUESTREO  |   |                         | ESPECIFICACIONES TECNICAS |                            |
| CANTERA :   | ARENERA JAEN  | USO :                   | AG. FINO PARA CONCRETO    | FRECUENCIA :               |
| MUESTRA :   | M - 1   | FECHA :                 | SEPTIEMBRE - 2020         | LUGAR DE MUESTREO :        |
|   |   |                         |                           | CANTERA                    |

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINACION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216


**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

| CANTERA :              | ARENERA JAEN |         |         |
|------------------------|--------------|---------|---------|
| MUESTRA :              | M - 1        |         |         |
| ENSAYO :               | 1            | 2       | 3       |
| W (tara + M.Húmeda) gr | 1000.30      | 1000.10 | 1000.40 |
| W (tara + M Seca) gr   | 967.44       | 968.03  | 968.61  |
| W agua (gr)            | 32.86        | 32.07   | 31.79   |
| W tara (gr)            | 23.76        | 24.10   | 24.58   |
| W Muestra Seca (gr)    | 943.68       | 943.93  | 944.03  |
| W(%)                   | 3.48%        | 3.40%   | 3.37%   |
| W (%) Promedio :       | 3.42%        |         |         |

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

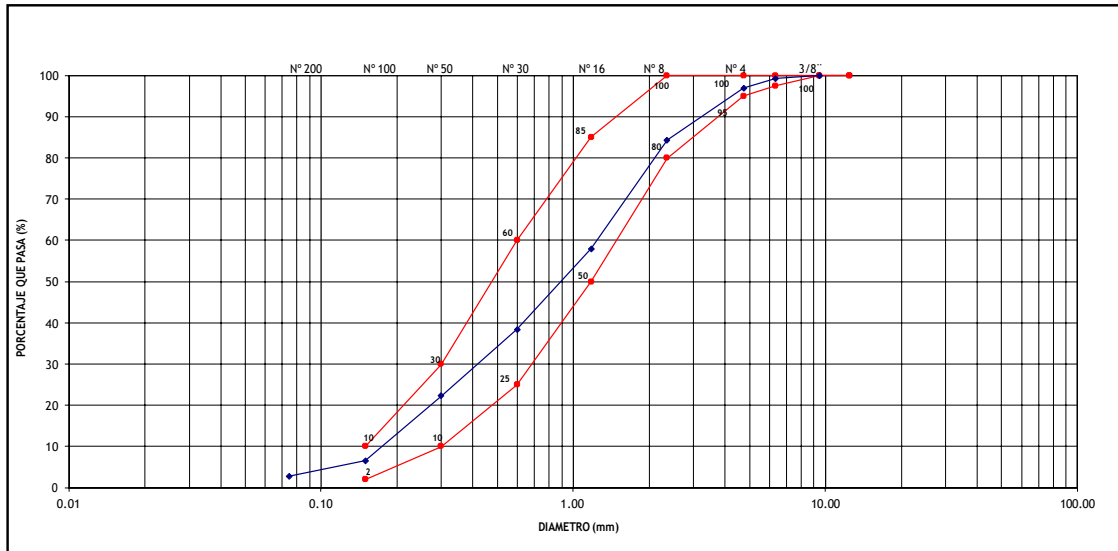
LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernandez  
 C.R. 17756  
 INGENIERO

OBSERVACIONES:

|  |   |                         |                   |                                    |                           |
|--|---|-------------------------|-------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <br>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS   |                         |                   | DIRECCIÓN                          | CALLE. LA COLINA          |
|  |   |                         |                   |                                    | N° 381 JAÉN - CAJAMARCA   |
| DATOS DEL PROYECTO   |   |                         |                   | DATOS DEL PERSONAL                 |                           |
| TESIS :  | CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKAPLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES |                         |                   | JEFE DE CALIDAD :                  | JUAN ROJAS HERNANDEZ      |
| UBICACIÓN :  | DISTRITO :JAEN, PROVINCIA :JAEN ,REGION CAJAMARCA   |                         |                   | TECNICO DE LAB :                   | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :  | BACH. CORDOVA SAAVEDRA CARLOS RAMIRO  | BACH. VEGA MEJIA JHONSO |                   | ASISTENTE DE LAB :                 | ARODI CIEZA ROMERO        |
| DATOS DEL MUESTREO   |   |                         |                   | DATOS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS |                           |
| CANTERA Y/O OTRO:  | ARENERA JAEN  | FECHA:                  | SEPTIEMBRE - 2020 | USO :                              | AG. FINO PARA CONCRETO    |
|  |   |                         |                   | FRECUENCIA :                       | - m3                      |
|  |   |                         |                   | LUGAR DE MUESTREO :                | CANTERA                   |

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS**  
A.S.T.M. C 136

| FRACCIÓN         | TAMIZ    |              | P. RET. PARCIAL | PORCENT. RET. PARCIAL | PORCENTAJE RET. ACUM. | % QUE PASA | ESPECIFICACION A.S.T.M. C 33 % QUE PASA   | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) A.S.T.M. C 566    |          |         |
|------------------|----------|--------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|------------|---|--|----------|---------|
|                  | N°       | ABERTURA(mm) |                 |                       |                       |            |   | TEMPERATURA DE SECADO                      | AMBIENTE | 110° C  |
| FRACCIÓN GROSERA | 3"       | 75.00        | 0.0             | 0.00                  | 0.0                   | 100.0      | -   | PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)             |          | 2000.00 |
|                  | 2 1/2"   | 63.00        | 0.0             | 0.00                  | 0.0                   | 100.00     | -   | PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)               |          | 1952.00 |
|                  | 2"       | 50.80        | 0.0             | 0.00                  | 0.0                   | 100.00     | -   | CONTENIDO DE HUMEDAD (%)                   |          | 2.46    |
|                  | 1 1/2"   | 37.50        | 0.0             | 0.00                  | 0.0                   | 100.00     | -   | MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200     |          |         |
|                  | 1"       | 25.40        | 0.0             | 0.00                  | 0.0                   | 100.00     | -   | A.S.T.M. C 117                             |          |         |
|                  | 3/4"     | 19.00        | 0.0             | 0.00                  | 0.0                   | 100.00     | -   | PESO INICIAL SECO (gr)                     |          | 500.00  |
|                  | 1/2"     | 12.50        | 0.0             | 0.00                  | 0.0                   | 100.00     | -   | PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)    |          | 489.00  |
|                  | 3/8"     | 9.50         | 0.0             | 0.00                  | 0.0                   | 100.00     | 100                                       | MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 (%) |          | 2.20    |
| 1/4"             | 6.35     | 3.57         | 0.71            | 0.7                   | 99.29                 | -          | CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO |  |          |         |
| FRACCIÓN FINA    | N° 4     | 4.75         | 11.86           | 2.37                  | 3.1                   | 96.91      | 95-100                                    | PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)           |          | 2.60    |
|                  | N° 8     | 2.36         | 63.11           | 12.62                 | 15.7                  | 84.29      | 80-100                                    | PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)          |          | 1662.00 |
|                  | N° 16    | 1.18         | 131.65          | 26.33                 | 42.0                  | 57.96      | 50-85                                     | PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)      |          | 1726.00 |
|                  | N° 30    | 0.60         | 97.87           | 19.57                 | 61.6                  | 38.39      | 25-60                                     | ABSORCION (%)                              |          | 1.52    |
|                  | N° 50    | 0.30         | 80.52           | 16.10                 | 77.7                  | 22.28      | 10-30                                     | CONTENIDO DE HUMEDAD (%)                   |          | 2.46    |
|                  | N° 100   | 0.15         | 78.50           | 15.70                 | 93.4                  | 6.58       | 2-10                                      | MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200     |          | 2.20    |
|                  | CAZOLETA | -            | 14.1            | 2.82                  | 100.0                 | 0.00       | -   | EQUIVALENTE DE ARENA                       |          | -       |
| TOTAL            |          | 500.00       |                 |                       |                       |            | MODULO DE FINURA (Mf)                     |  | 2.94     |         |



|       |      |       |      |       |      |
|-------|------|-------|------|-------|------|
| D60 = | 1.30 | D30 = | 0.44 | D10 = | 0.17 |
| Cu =  | 7.65 | Cc =  | 0.88 |       |      |

**OBSERVACIONES:** LA CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMETRICO "C", DE LA NORMA A.S.T.M. C 33-93a. Y LA NORMA N.T.P. 400.37 Y TIENE UN MODULO DE FINURA DE 2.93.

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan Herrera Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Juan Rojas Hernandez  
 CIP 17350  
 INGENIERO



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO  
ASTM C 128**

**PROYECTO :** CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES

**UBICACION :** DISTRITO :JAEN, PROVINCIA :JAEN, REGION :CAJAMARCA

**SOLICITANTE :** BACH. CORDOVA SAAVEDRA CARLOS RAMIRO Y BACH. VEGA MEJIA JHOMSO

**CANTERA :** ARENERA JAEN

**RESPONSABLE :** JUAN ROJAS HERNANDEZ

**OPERADOR :** JHONATAN HERRERA BARAHONA

**FECHA :** SETIEMBRE - 2020

| ENSAYO N°  | 1      | 2      | 3      | PROMEDIO       |
|--|--------|--------|--------|----------------|
| PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) A                 | 494.7  | 495.7  | 496.7  |                |
| PESO DEL PICNOMETRO LLENO DE AGUA (gr) B                             | 903.6  | 897.1  | 897.4  |                |
| PESO TOTAL DEL PICNOMETRO AFORADO CON MUESTRA Y LLENO DE AGUA (gr) C | 1211.6 | 1203.2 | 1208.7 |                |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr) S               | 500.0  | 500.0  | 500.0  |                |
| PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm <sup>3</sup> ) =                      | 2.58   | 2.56   | 2.63   | <b>2588.42</b> |
| ABSORCION (%) =  | 1.07   | 0.87   | 0.66   | <b>0.87</b>    |

**OBSERVACIONES :**

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jhonatan*  
Jhonatan Joel Herrera Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Juan Rojas*  
Juan Rojas Hernandez  
CIP. 173504  
INGENIERO

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO  
ASTM C 29**

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESTRUCTURAL DEL CONCRETO DE VIVIENDAS EN AUTOCONSTRUCCIÓN DE LA CIUDAD JAÉN – SECTOR FILA ALTA, REGIÓN CAJAMARCA"  
 UBICACION : DISTRITO :JAEN,PROVINCIA :JAEN,REGION :CAJAMARCA  
 SOLICITANTE : BACH. ANTONIO TARRILLO CRUZ  
 CANTERA : ARENERA JAEN  
 RESPONSABLE : JUAN ROJAS HERNANDEZ  
 OPERADOR : JHONATAN HERRERA BARAHONA  
 FECHA : MARZO - 2021

| ENSAYO N°                                      | 1        | 2        | 3                 |
|--|----------|----------|-------------------|
| Peso del recipiente (gr.)                      | 8977.00  | 8977.00  | 8977.00           |
| Peso del recipiente + material (gr.)           | 15613.00 | 15637.00 | 16384.00          |
| Peso del material (gr.)                        | 6636.00  | 6660.00  | 6707.00           |
| Factor (f)                                     | 0.00411  | 0.00411  | 0.00411           |
| Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ) | 1614.60  | 1620.44  | 1631.87           |
| P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =               |          | 1622.00  | Kg/m <sup>3</sup> |

OBSERVACIONES :

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO  
ASTM C 29**


PROYECTO : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES  
 UBICACION : DISTRITO :JAEN,PROVINCIA :JAEN,REGION :CAJAMARCA  
 SOLICITANTE : BACH. CORDOVA SAAVEDRA CARLOS RAMIRO Y BACH. VEGA MEJÍA JHOMSO  
 CANTERA : ARENERA JAEN  
 RESPONSABLE : JUAN ROJAS HERNANDEZ  
 OPERADOR : JHONATAN HERRERA BARAHONA  
 FECHA : SETIEMBRE - 2020

| ENSAYO N°  | 1        | 2        | 3                 |
|--|----------|----------|-------------------|
| Peso del recipiente (gr.)                          | 8977.00  | 8977.00  | 8977.00           |
| Peso del recipiente + material (gr.)               | 16345.00 | 16295.00 | 16381.00          |
| Peso del material (gr.)                            | 7368.00  | 7318.00  | 7404.00           |
| Factor (f)   | 0.00411  | 0.00411  | 0.00411           |
| Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m <sup>3</sup> ) | 1792.70  | 1780.54  | 1801.46           |
| P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =               |          | 1792.00  | Kg/m <sup>3</sup> |

OBSERVACIONES :

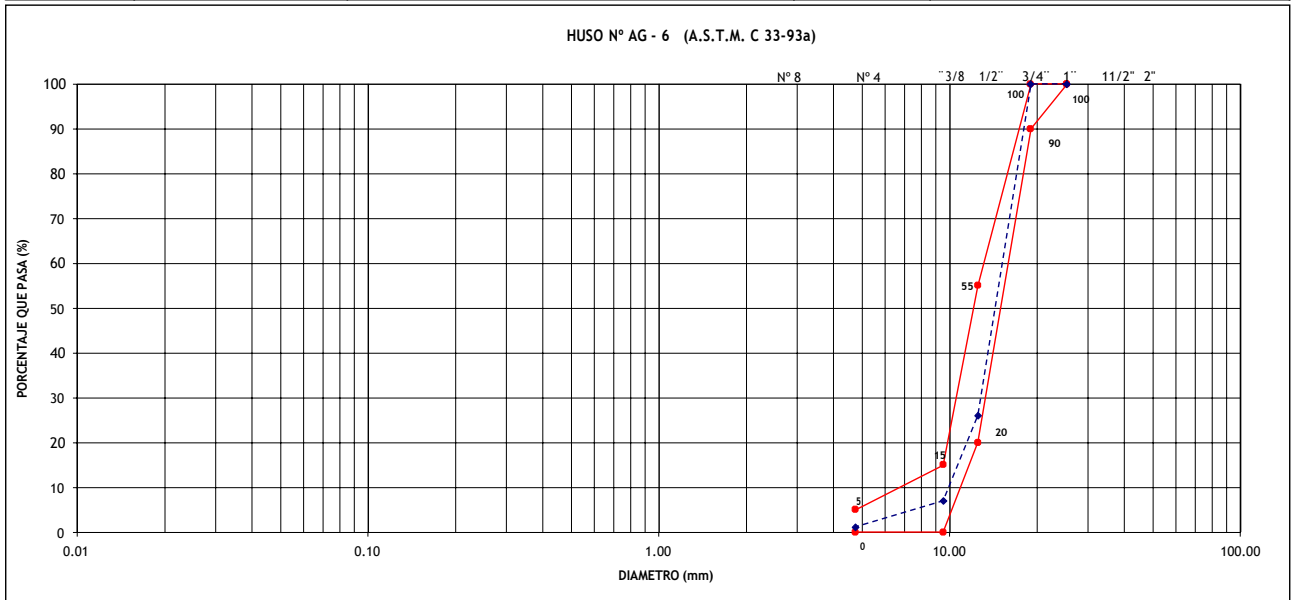
**ANEXO 2. CERTIFICADO DEL ESTUDIO DE AGREGADO GRUESO**



|  |  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|--|---|--|
|   |  | <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> |  |  | <b>DIRECCIÓN</b><br>CALLE. LA COLINA<br>N° 381 JAÉN - CAJAMARCA |  |
| DATOS DEL PROYECTO   |  |  |  |  | DATOS DEL PERSONAL  |  |
| <b>TESIS:</b> CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES |  | <b>JEFE DE CALIDAD:</b> JUAN ROJAS HERNANDEZ     |  | <b>TECNICO DE LAB:</b> JHONATAN HERRERA BARAHONA |   |  |
| <b>UBICACIÓN:</b> DISTRITO :JAEN, PROVINCIA :JAEN ,REGION CAJAMARCA  |  | <b>ASISTENTE DE LAB:</b> ARODI CIEZA ROEMRO      |  |  |   |  |
| <b>SOLICITANTE:</b> BACH. CORDOVA SAAVEDRA CARLOS RAMIRO   |  | BACH. VEGA MEJIA JHOMSO                          |  |  |   |  |
| DATOS DEL MUESTREO   |  |  |  |  | DATOS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS                              |  |
| <b>CANTERA Y/O OTRO:</b> ARENERA JAEN  |  | <b>FECHA:</b> SETIEMBRE - 2020                   |  | <b>USO:</b> AG. GRUESO PARA CONCRETO             |   |  |
|  |  |  |  | <b>FRECUENCIA:</b> - m3                          |   |  |
|  |  |  |  | <b>LUGAR DE MUESTREO:</b> CANTERA                |   |  |

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS**  
**A.S.T.M. C 136**

| FRACCIÓN        | TAMIZ<br>N° | ABERTURA<br>(mm) | PESO<br>RETENIDO<br>PARCIAL<br>(gr) | PORCENTAJE<br>RETENIDO<br>PARCIAL<br>(%) | PORCENTAJE<br>RETENIDO<br>ACUMULADO<br>(%) | PORCENTAJE<br>QUE<br>PASA<br>(%) | ESPECIFICACION<br>HUSO AG - 6<br>PORCENTAJE<br>QUE PASA | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) A.S.T.M. C 566        |          |         |
|-----------------|-------------|------------------|-------------------------------------|--|--|----------------------------------|---|--|----------|---------|
|                 |             |                  |                                     |  |  |                                  |   | TEMPERATURA<br>DE SECADO                       | AMBIENTE | 110° C  |
| FRACCIÓN GRUESA | 3"          | 75.00            | 0.0                                 | 0.00                                     | 0.0  | 100.0                            | -   | PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)                 |          | 9016.00 |
|                 | 2 1/2"      | 63.00            | 0.0                                 | 0.00                                     | 0.0  | 100.00                           | -   | PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)                   |          | 8948.00 |
|                 | 2"          | 50.80            | 0.0                                 | 0.00                                     | 0.0  | 100.00                           | -   | CONTENIDO DE HUMEDAD (%)                       |          | 0.76    |
|                 | 1 1/2"      | 37.50            | 0.0                                 | 0.00                                     | 0.0  | 100.00                           | -   | MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200         |          |         |
|                 | 1"          | 25.40            | 0.0                                 | 0.00                                     | 0.0  | 100.00                           | 100   | A.S.T.M. C 117                                 |          |         |
|                 | 3/4"        | 19.00            | 0.0                                 | 0.00                                     | 0.0  | 100.00                           | 90 - 100  | PESO INICIAL SECO (gr)                         |          | 5900.00 |
|                 | 1/2"        | 12.50            | 3700.5                              | 74.01                                    | 74.0                                       | 25.99                            | 20 - 55   | PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)        |          | 5858.00 |
|                 | 3/8"        | 9.50             | 950.5                               | 19.01                                    | 93.0                                       | 6.98                             | 0 - 15  | MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 (%)     |          | 0.71    |
|                 | N° 4        | 4.75             | 295.1                               | 5.90                                     | 98.9                                       | 1.08                             | 0 - 5   | CARACTERISTICAS FISICAS<br>DEL AGREGADO GRUESO |          |         |
|                 | N° 8        | 2.36             | 11.7                                | 0.23                                     | 99.2                                       | 0.84                             | -   | PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)               |          | 2.76    |
| FRACCIÓN FINA   | N° 16       | 1.18             | 0.0                                 | 0.00                                     | 99.2                                       | 0.84                             | -   | PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m3)              |          | 1469.00 |
|                 | N° 30       | 0.60             | 0.0                                 | 0.00                                     | 99.2                                       | 0.84                             | -   | PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m3)          |          | 1563.00 |
|                 | N° 50       | 0.30             | 0.0                                 | 0.00                                     | 99.2                                       | 0.84                             | -   | ABSORCION (%)                                  |          | 0.74    |
|                 | N° 100      | 0.15             | 0.0                                 | 0.00                                     | 99.2                                       | 0.84                             | -   | CONTENIDO DE HUMEDAD (%)                       |          | 0.76    |
|                 | N° 200      | 0.075            | 0.2                                 | 0.00                                     | 99.2                                       | 0.84                             | -   | MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200         |          | 0.71    |
|                 | CAZOLETA    | -                | 42.00                               | 0.84                                     | 100.0                                      | 0.00                             | -   | ABRASION LOS ANGELES (%)                       |          | 20.85   |
|                 | TOTAL       |                  |                                     | 5000.0                                   |  |                                  |   | MODULO DE FINURA (Mg)                          |          | 6.88    |



|              |       |              |             |              |       |
|--------------|-------|--------------|-------------|--------------|-------|
| <b>D60 =</b> | 16.00 | <b>D30 =</b> | 14.00       | <b>D10 =</b> | 10.00 |
| <b>Cu =</b>  |       | 1.60         | <b>Cc =</b> |              | 1.23  |

**OBSERVACIONES:** LA CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE CON EL USO GRANULOMETRICO N° AG - 6, TABLA N° 505 - 04 (EG - 2013), DE LA NORMA A.S.T.M. C 33-93a. Y LA NORMA N.T.P. 400.37 Y TIENE UN MODULO DE FINURA DE 6.89.

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernandez  
 CIP. 173500  
 INGENIERO



**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO  
ASTM C 29**

PROYECTO : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES  
 UBICACION : DISTRITO : JAEN, PROVINCIA : JAEN, REGION : CAJAMARCA  
 SOLICITANTES : BACH. CORDOVA SAAVEDRA CARLOS RAMIRO Y BACH. VEGA MEJÍA JHOMSO  
 CANTERA : ARENERA JAEN  
 RESPONSABLE : JUAN ROJAS HERNANDEZ  
 OPERADOR : JHONATAN HERRERA BARAHONA  
 FECHA : SETIEMBRE - 2020

| ENSAYO N°                                      | 1        | 2        | 3                 |
|--|----------|----------|-------------------|
| Peso del recipiente (gr.)                      | 8977.00  | 8977.00  | 8977.00           |
| Peso del recipiente + material (gr.)           | 14852.00 | 14674.00 | 14534.00          |
| Peso del material (gr.)                        | 5875.00  | 5697.00  | 5557.00           |
| Factor (f)                                     | 0.00411  | 0.00411  | 0.00411           |
| Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ) | 1429.44  | 1386.13  | 1352.07           |
| P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =               | 1389.21  |          | Kg/m <sup>3</sup> |


OBSERVACIONES :

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO  
ASTM C 29**

PROYECTO : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES  
 UBICACION : DISTRITO : JAEN, PROVINCIA : JAEN, REGION : CAJAMARCA  
 SOLICITANTE : BACH. CORDOVA SAAVEDRA CARLOS RAMIRO Y BACH. VEGA MEJÍA JHOMSO  
 CANTERA : ARENERA JAEN  
 RESPONSABLE : JUAN ROJAS HERNANDEZ  
 OPERADOR : JHONATAN HERRERA BARAHONA  
 FECHA : SETIEMBRE - 2020

| ENSAYO N°  | 1        | 2        | 3                 |
|--|----------|----------|-------------------|
| Peso del recipiente (gr.)                          | 8977.00  | 8977.00  | 8977.00           |
| Peso del recipiente + material (gr.)               | 15461.00 | 15500.00 | 15425.00          |
| Peso del material (gr.)                            | 6484.00  | 6523.00  | 6448.00           |
| Factor (f)   | 0.00411  | 0.00411  | 0.00411           |
| Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m <sup>3</sup> ) | 1577.62  | 1587.10  | 1568.86           |
| P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =               | 1577.86  |          | Kg/m <sup>3</sup> |

OBSERVACIONES :

|   |  |   |                         |       |                                       |  |   |
|---|--|---|-------------------------|-------|---------------------------------------|--|---|
|  |  | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS |                         |       | DIRECCIÓN                             | CALLE. LA COLINA<br>N° 381 JAÉN - CAJAMARCA            |   |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |   |                         |       | DATOS DEL PERSONAL                    |  |   |
| PROYECTO :  | CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES |   |                         |       | JEFE DE CALIDAD :                     | JUAN ROJAS HERNANDEZ                                   |   |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO :JAEN, PROVINCIA :JAEN ,REGION CAJAMARCA  |   |                         |       | TECNICO DE LAB :                      | JHONATAN HERRERA BARAHONA                              |   |
| SOLICITANTES :  | BACH. CORDOVA SAAVEDRA CARLOS RAMIRO   |   | BACH. VEGA MEJIA JHOMSO |       | ASISTENTE DE LAB :                    | ARODI CIEZA ROMERO                                     |   |
| DATOS DEL MUESTREO  |  |   |                         |       | CLASIFICACION DEL MATERIAL DE CANTERA |  |   |
| CANTERA Y/O OTRO:   | ARENERA JAEN   | FECHA:                                    | SEPTIEMBRE - 2020       | USO : | AG. GRUESO PARA CONCRETO              | CLASIFICACION DEL MATERIAL<br>NORMA A.A.S.H.T.O. M 145 | - |

RESISTENCIA A LA DEGRADACION DEL AGREGADO GRUESO DE PEQUEÑO TAMAÑO POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA LOS ANGELES

A.S.T.M. C 131

| CANTERA                    |          | ARENERA JAEN  |            |
|----------------------------|----------|---------------|------------|
| PASA                       | RETENIDO | (gr)          | (gr)       |
| TAMIZ                      |          | GRADACION "B" | MUESTRA 01 |
| PASA                       | RETENIDO | (gr)          | (gr)       |
| 3/4"                       | 1/2"     | 2500 ± 10     | 2460       |
| 1/2"                       | 3/8"     | 2500 ± 10     | 2500       |
| TOTAL (gr)                 |          | 5000 ± 10     | 4960       |
| RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12 |          |               | 3926       |
| PORCENTAJE DE DESGASTE (%) |          |               | 20.85      |

|                |           |                    |
|----------------|-----------|--------------------|
| OBSERVACIONES: | 500<br>12 | VUELTAS<br>ESFERAS |
|----------------|-----------|--------------------|

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Jhonatan Herrera Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Juan Rojas Hernandez  
C.R. 173504  
INGENIERO



**ANEXO 3. CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CAC 1%  
SIKA PLAST 306 + 5% DE CENIZAS VOLANTES**

**COMPONENTES DEL CONCRETO**

| Propiedades                          | Agregado grueso | Agregado fino | Cemento | Agua | Microsilice | Aditivo Superp. |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|---------|------|-------------|-----------------|
| TMN                                  | 1/2"            |               |         |      |             |                 |
| Humedad (%)                          | 1.77            | 3.42          |         |      |             |                 |
| Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ) | 2777            | 2588          | 3100    | 1000 | 2500        | 1100            |
| Absorción (%)                        | 0.74            | 0.87          |         |      |             |                 |

**DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE - CAC 1% SP + 5% CV**

**RECOMENDACIONES ACI 237R-07**

**PARAMETROS PARA EL PROP.DE MEZCLAS**

|                              |            |                             |
|------------------------------|------------|-----------------------------|
| <b>VOL. ABSOLUTO DE AG</b>   | 22 %       | 28 - 32%                    |
| <b>FRACCION DE PASTA</b>     | 35 %       | 34 - 40%                    |
| <b>FRACCION DE MORTERO</b>   | 78 %       | 68 - 72%                    |
| <b>RELACION A/C</b>          | <b>0.4</b> | 0.32 - 0.45                 |
| <b>CONT. MAT. CEMENTICIO</b> | <b>460</b> | 386 - 475 kg/m <sup>3</sup> |

**RANGOS DE MATERIAL CEMENTICIO**

**SLUMP FLOW**

|              |            |           |       |
|--------------|------------|-----------|-------|
| mm           | < 550      | 550 - 600 | > 650 |
| M. Cem       | 355 - 385  | 385 - 445 | > 458 |
| Slump Flow : | <b>660</b> |           | mm    |
| Rel a/c =    | <b>0.4</b> |           | -     |

| MATERIAL          | DOSIS      | PESO SECO<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL<br>ABSOLUTO | HUMEDAD<br>% | ABSORCION<br>% | APORTE<br>DE AGUA | PESO HUMEDO<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------|------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|
| <b>CEMENTO</b>    |            | 437                               | 0.1410          |              |                |                   | 437                                 |
| <b>CENIZAS V.</b> | <b>5%</b>  | 23                                | 0.0092          |              |                |                   | 23                                  |
| <b>MAT CEM :</b>  |            | 460                               | 0.1502          |              |                |                   | 460                                 |
| <b>AGUA</b>       |            | 175                               | 0.1748          |              |                |                   | 140                                 |
| <b>A. FINO</b>    | <b>66%</b> | 1102                              | 0.4257          | 3.42 %       | 0.87 %         | 28.10             | 1140                                |
| <b>A. GRUESO</b>  | <b>34%</b> | 612                               | 0.2204          | 1.77 %       | 0.74 %         | 6.30              | 623                                 |
| <b>ADITIVO</b>    | <b>1%</b>  | 4.37                              | 0.0040          |              |                |                   | 4.37                                |
| <b>AIRE</b>       | <b>2.5</b> | 2.5                               | 0.0250          |              |                |                   | 2.5                                 |
| <b>TOTAL</b>      |            | <b>2353</b>                       | <b>1</b>        |              |                |                   | <b>2367</b>                         |
|                   |            | <b>Vol. Pasta</b>                 | <b>0.3539</b>   |              |                |                   |                                     |
|                   |            | <b>Vol.Agreg.</b>                 | <b>0.6461</b>   |              |                |                   |                                     |

**ANEXO 4. CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CAC 1%  
SIKA PLAST 306 + 10% DE CENIZAS VOLANTES**

| COMPONENTES DEL CONCRETO             |                 |               |         |      |             |                 |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|---------|------|-------------|-----------------|
| Propiedades                          | Agregado grueso | Agregado fino | Cemento | Agua | Microsilice | Aditivo Superp. |
| TMN                                  | 1/2"            |               |         |      |             |                 |
| Humedad (%)                          | 1.77            | 3.42          |         |      |             |                 |
| Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ) | 2776.69         | 2588.42       | 3100    | 1000 | 2500        | 1100            |
| Absorción (%)                        | 0.74            | 0.87          |         |      |             |                 |

| DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE - CAC 1% SP +10% CV |            |                             |
|--|------------|-----------------------------|
| RECOMENDACIONES ACI 237R-07                            |            |                             |
| PARAMETROS PARA EL PROP.DE MEZCLAS                     |            |                             |
| VOL. ABSOLUTO DE AG                                    | 22 %       | 28 - 32%                    |
| FRACCION DE PASTA                                      | 35 %       | 34 - 40%                    |
| FRACCION DE MORTERO                                    | 78 %       | 68 - 72%                    |
| RELACION A/C   | <b>0.4</b> | 0.32 - 0.45                 |
| CONT. MAT. CEMENTICIO                                  | <b>460</b> | 386 - 475 kg/m <sup>3</sup> |

| RANGOS DE MATERIAL CEMENTICIO |            |           |       |
|-------------------------------|------------|-----------|-------|
| SLUMP FLOW                    |            |           |       |
| mm                            | < 550      | 550 - 600 | > 650 |
| M. Cem                        | 355 -385   | 385 - 445 | > 458 |
| Slump Flow :                  | <b>660</b> |           | mm    |
| Rel a/c =                     | <b>0.4</b> |           | -     |

| MATERIAL   | DOSIS | PESO SECO<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL<br>ABSOLUTO | HUMEDAD<br>% | ABSORCION<br>% | APORTE<br>DE AGUA | PESO HUMEDO<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) |
|------------|-------|-----------------------------------|-----------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|
| CEMENTO    |       | 414                               | 0.1335          |              |                |                   | 414                                 |
| CENIZAS V. | 10%   | 46                                | 0.0184          |              |                |                   | 46                                  |
| MAT CEM :  |       | 460                               | 0.1519          |              |                |                   | 460                                 |
| AGUA       |       | 166                               | 0.1656          |              |                |                   | 131                                 |
| A. FINO    | 66%   | 1115                              | 0.4307          | 3.42 %       | 0.87 %         | 28.43             | 1153                                |
| A. GRUESO  | 34%   | 619                               | 0.2230          | 1.77 %       | 0.74 %         | 6.38              | 630                                 |
| ADITIVO    | 1%    | 4.14                              | 0.0038          |              |                |                   | 4.14                                |
| AIRE       | 2.5   | 2.5                               | 0.0250          |              |                |                   | 2.5                                 |
| TOTAL      |       | <b>2364</b>                       | <b>1</b>        |              |                |                   | <b>2378</b>                         |
|            |       | Vol. Pasta                        | <b>0.3463</b>   |              |                |                   |                                     |
|            |       | Vol.Agreg.                        | <b>0.6537</b>   |              |                |                   |                                     |

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Jhonatan Sael-Herrera Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Juda Rojas Hernández  
CIP. 173504  
INGENIERO

**ANEXO 5. CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CAC 1%  
SIKA PLAST 306 + 15% DE CENIZAS VOLANTES**

**COMPONENTES DEL CONCRETO**

| Propiedades                          | Agregado grueso | Agregado fino | Cemento | Agua | Microsilice | Aditivo Superp. |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|---------|------|-------------|-----------------|
| TMN                                  | 1/2"            |               |         |      |             |                 |
| Humedad (%)                          | 1.77            | 3.42          |         |      |             |                 |
| Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ) | 2776.69         | 2588.42       | 3100    | 1000 | 2500        | 1100            |
| Absorción (%)                        | 0.74            | 0.87          |         |      |             |                 |

**DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE - CAC 1% SP + 15% CV  
RECOMENDACIONES ACI 237R-07**

**PARAMETROS PARA EL PROP.DE MEZCLAS**

|                              |            |                             |
|------------------------------|------------|-----------------------------|
| <b>VOL. ABSOLUTO DE AG</b>   | 23 %       | 28 - 32%                    |
| <b>FRACCION DE PASTA</b>     | 34 %       | 34 - 40%                    |
| <b>FRACCION DE MORTERO</b>   | 77 %       | 68 - 72%                    |
| <b>RELACION A/C</b>          | <b>0.4</b> | 0.32 - 0.45                 |
| <b>CONT. MAT. CEMENTICIO</b> | <b>460</b> | 386 - 475 kg/m <sup>3</sup> |

**RANGOS DE MATERIAL CEMENTICIO**


|              | SLUMP FLOW |           |       |
|--------------|------------|-----------|-------|
| mm           | < 550      | 550 - 600 | > 650 |
| M. Cem       | 355 - 385  | 385 - 445 | > 458 |
| Slump Flow : | <b>660</b> | <b>mm</b> |       |
| Rel a/c =    | <b>0.4</b> |           | -     |

| MATERIAL          | DOSIS      | PESO SECO<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL<br>ABSOLUTO | HUMEDAD | ABSORCION | APORTE<br>DE AGUA | PESO HUMEDO<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------|------------|-----------------------------------|-----------------|---------|-----------|-------------------|-------------------------------------|
| <b>CEMENTO</b>    |            | 391                               | 0.1261          |         |           |                   | 391                                 |
| <b>CENIZAS V.</b> | <b>15%</b> | 69                                | 0.0276          |         |           |                   | 69                                  |
| <b>MAT CEM :</b>  |            | 460                               | 0.1537          |         |           |                   | 460                                 |
| <b>AGUA</b>       |            | 156                               | 0.1564          |         |           |                   | 121                                 |
| <b>A. FINO</b>    | <b>66%</b> | 1128                              | 0.4358          | 3.42 %  | 0.87 %    | 28.76             | 1166                                |
| <b>A. GRUESO</b>  | <b>34%</b> | 626                               | 0.2256          | 1.77 %  | 0.74 %    | 6.45              | 637                                 |
| <b>ADITIVO</b>    | <b>1%</b>  | 3.91                              | 0.0036          |         |           |                   | 3.91                                |
| <b>AIRE</b>       | <b>2.5</b> | 2.5                               | 0.0250          |         |           |                   | 2.5                                 |
| <b>TOTAL</b>      |            | <b>2375</b>                       | <b>1</b>        |         |           |                   | <b>2389</b>                         |
|                   |            | <b>Vol. Pasta</b>                 | <b>0.3387</b>   |         |           |                   |                                     |
|                   |            | <b>Vol.Agreg.</b>                 | <b>0.6613</b>   |         |           |                   |                                     |

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jhonatan Joel Herrera Barahona*  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Juan Rojas Herrero*  
CIP 17350  
INGENIERO

**ANEXO 6. CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DEL CONCRETO PATRÓN**

|   |  |                         |                    |                           |
|---|--|-------------------------|--------------------|---------------------------|
| <br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |                         | SECTOR :           | LABORATORIO               |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |                         |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |                         | DATOS DEL PERSONAL |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |                         | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN , PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA  |                         | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   | Bach. Vega Mejía Jhomso | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |


**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación   | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION  | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|--|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 18/11/2020   | 21/11/2020      | 3              | CONCRETO PATRON | 29490                  | 280                       | 14.8           | 171.4195872                                  | 171  | 61                |
| 2               | 18/11/2020   | 21/11/2020      | 3              | CONCRETO PATRON | 29990                  | 280                       | 14.8           | 174.3259891                                  | 174  | 62                |
| 3               | 18/11/2020   | 21/11/2020      | 3              | CONCRETO PATRON | 30160                  | 280                       | 14.7           | 177.7075055                                  | 178  | 63                |
| 4               | 18/11/2020   | 21/11/2020      | 3              | CONCRETO PATRON | 30970                  | 280                       | 14.7           | 182.4801541                                  | 182  | 65                |
| 5               | 18/11/2020   | 21/11/2020      | 3              | CONCRETO PATRON | 31440                  | 280                       | 14.7           | 185.2494686                                  | 185  | 66                |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % Fc, A LOS 7 DIAS ES 70 % Fc, A LOS 14 DIAS ES 80 % Fc, A LOS 21 DIAS ES 90 % Fc, A LOS 28 DIAS ES 100 % Fc. |                 |                |                 |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO




|   |  |                         |                    |                           |
|---|--|-------------------------|--------------------|---------------------------|
| <br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |                         | SECTOR :           | LABORATORIO               |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |                         |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |                         | DATOS DEL PERSONAL |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |                         | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |                         | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   | Bach. Vega Mejía Jhomso | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N °  | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION  | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 18/11/2020  | 25/11/2020      | 7              | CONCRETO PATRON | 36890                  | 280                       | 14.7           | 217.3617334                                  | 217  | 78                |
| 2               | 18/11/2020  | 25/11/2020      | 7              | CONCRETO PATRON | 36990                  | 280                       | 14.8           | 215.0156164                                  | 215  | 77                |
| 3               | 18/11/2020  | 25/11/2020      | 7              | CONCRETO PATRON | 37680                  | 280                       | 14.8           | 219.0264511                                  | 219  | 78                |
| 4               | 18/11/2020  | 25/11/2020      | 7              | CONCRETO PATRON | 37560                  | 280                       | 14.7           | 221.3094797                                  | 221  | 79                |
| 5               | 18/11/2020  | 25/11/2020      | 7              | CONCRETO PATRON | 37230                  | 280                       | 14.7           | 219.3650673                                  | 219  | 78                |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                 |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO


|   |   |                         |                    |                    |                           |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| <br>LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS   |                         | SECTOR :           | LABORATORIO        |                           |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD  |                         |                    |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |   |                         | DATOS DEL PERSONAL |                    |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE<br>SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |                         |                    | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA  |                         |                    | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro  | Bach. Vega Mejía Jhomso |                    | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N °  | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION  | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 18/11/2020  | 02/11/2020      | 14             | CONCRETO PATRON | 39750                  | 280                       | 14.7           | 234.2133072                                  | 234  | 84                |
| 2               | 18/11/2020  | 02/11/2020      | 14             | CONCRETO PATRON | 39990                  | 280                       | 14.7           | 235.6274253                                  | 236  | 84                |
| 3               | 18/11/2020  | 02/11/2020      | 14             | CONCRETO PATRON | 41000                  | 280                       | 14.7           | 241.5785055                                  | 242  | 86                |
| 4               | 18/11/2020  | 02/11/2020      | 14             | CONCRETO PATRON | 40870                  | 280                       | 14.7           | 240.8125249                                  | 241  | 86                |
| 5               | 18/11/2020  | 02/11/2020      | 14             | CONCRETO PATRON | 40030                  | 280                       | 14.7           | 235.8631116                                  | 236  | 84                |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                 |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO


|   |  |                         |                    |                    |                           |
|---|--|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| <br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |                         | SECTOR :           | LABORATORIO        |                           |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |                         |                    |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |                         | DATOS DEL PERSONAL |                    |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |                         |                    | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |                         |                    | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   | Bach. Vega Mejía Jhomso |                    | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N °  | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION  | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 18/11/2020  | 09/11/2020      | 21             | CONCRETO PATRON | 44050                  | 280                       | 14.7           | 259.5495895                                  | 260  | 93                |
| 2               | 18/11/2020  | 09/11/2020      | 21             | CONCRETO PATRON | 43210                  | 280                       | 14.7           | 254.6001762                                  | 255  | 91                |
| 3               | 18/11/2020  | 09/11/2020      | 21             | CONCRETO PATRON | 43020                  | 280                       | 14.7           | 253.4806661                                  | 253  | 91                |
| 4               | 18/11/2020  | 09/11/2020      | 21             | CONCRETO PATRON | 46450                  | 280                       | 14.7           | 273.6907703                                  | 274  | 98                |
| 5               | 18/11/2020  | 09/11/2020      | 21             | CONCRETO PATRON | 45680                  | 280                       | 14.7           | 269.1538081                                  | 269  | 96                |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                 |                        |                           |                |  |  |                   |

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO

|   |   |  |                         |                   |                           |                    |
|---|---|--|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| <br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS   |  | SECTOR :                | LABORATORIO       |                           |                    |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD  |  |                         |                   |                           |                    |
| DATOS DEL PROYECTO  |   |  | DATOS DEL PERSONAL      |                   |                           |                    |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE<br>SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD : | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |                    |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA  |  |                         | TECNICO QC :      | JHONATAN HERRERA BARAHONA |                    |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro  |  | Bach. Vega Mejía Jhomso |                   | ASISTENTE DE LAB :        | CIEZA ROMERO ARODY |


**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N °  | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION  | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 18/11/2020  | 16/11/2020      | 28             | CONCRETO PATRON | 50460                  | 280                       | 14.7           | 297.3183266                                  | 297  | 106               |
| 2               | 18/11/2020  | 16/11/2020      | 28             | CONCRETO PATRON | 52010                  | 280                       | 14.7           | 306.4511725                                  | 306  | 109               |
| 3               | 18/11/2020  | 16/11/2020      | 28             | CONCRETO PATRON | 51430                  | 280                       | 14.7           | 303.0337205                                  | 303  | 108               |
| 4               | 18/11/2020  | 16/11/2020      | 28             | CONCRETO PATRON | 50470                  | 280                       | 14.7           | 297.3772482                                  | 297  | 106               |
| 5               | 18/11/2020  | 16/11/2020      | 28             | CONCRETO PATRON | 51930                  | 280                       | 14.7           | 305.9797998                                  | 306  | 109               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F <sub>c</sub> , A LOS 7 DIAS ES 70 % F <sub>c</sub> , A LOS 14 DIAS ES 80 % F <sub>c</sub> , A LOS 21 DIAS ES 90 % F <sub>c</sub> , A LOS 28 DIAS ES 100 % F <sub>c</sub> . |                 |                |                 |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO

**ANEXO 7. CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DEL CONCRETO CON 1% DE SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS  
VOLANTES**


|  |  |                         |                    |                           |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------|
| <br><b>LABSUC</b><br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |                         | SECTOR :           | LABORATORIO               |
|  | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |                         |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO   |  |                         | DATOS DEL PERSONAL |                           |
| TESIS :  | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |                         | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :  | DISTRITO:JAEN , PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA  |                         | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :  | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   | Bach. Vega Mejía Jhomso | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                      | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 20/11/2020  | 23/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 32800                  | 280                       | 14.8           | 190.6599681                                  | 191  | 68                |
| 2               | 20/11/2020  | 23/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 35360                  | 280                       | 14.8           | 205.5407461                                  | 206  | 73                |
| 3               | 20/11/2020  | 23/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 39800                  | 280                       | 14.7           | 234.5079151                                  | 235  | 84                |
| 4               | 20/11/2020  | 23/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 41740                  | 280                       | 14.7           | 245.938703                                   | 246  | 88                |
| 5               | 20/11/2020  | 23/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 44980                  | 280                       | 14.7           | 265.0292971                                  | 265  | 95                |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                                     |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernandez  
 CIP. 173504  
 INGENIERO


|   |  |  |                         |                   |                           |                    |
|---|--|--|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| <br>LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO       |                           |                    |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                   |                           |                    |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                   |                           |                    |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD : | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |                    |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :      | JHONATAN HERRERA BARAHONA |                    |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso |                   | ASISTENTE DE LAB :        | CIEZA ROMERO ARODY |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación   | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                      | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|--|-----------------|----------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 20/11/2020   | 27/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 46130                  | 280                       | 14.7           | 271.8052795                                  | 272  | 97                |
| 2               | 20/11/2020   | 27/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 46580                  | 280                       | 14.8           | 270.7604059                                  | 271  | 97                |
| 3               | 20/11/2020   | 27/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 47290                  | 280                       | 14.8           | 274.8874967                                  | 275  | 98                |
| 4               | 20/11/2020   | 27/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 27950                  | 280                       | 14.7           | 164.6858349                                  | 165  | 59                |
| 5               | 20/11/2020   | 27/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 50740                  | 280                       | 14.7           | 298.968131                                   | 299  | 107               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % Fc, A LOS 7 DIAS ES 70 % Fc, A LOS 14 DIAS ES 80 % Fc, A LOS 21 DIAS ES 90 % Fc, A LOS 28 DIAS ES 100 % Fc. |                 |                |                                     |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO

|   |  |  |                         |                   |                           |                    |
|---|--|--|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| <br>LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO       |                           |                    |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                   |                           |                    |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                   |                           |                    |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD : | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |                    |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :      | JHONATAN HERRERA BARAHONA |                    |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso |                   | ASISTENTE DE LAB :        | CIEZA ROMERO ARODY |


**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N °  | Fecha<br>Fabricación   | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                      | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|--|-----------------|----------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 20/11/2020   | 04/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 54590                  | 280                       | 14.7           | 321.6529419                                  | 322  | 115               |
| 2               | 20/11/2020   | 04/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 54360                  | 280                       | 14.7           | 320.2977454                                  | 320  | 114               |
| 3               | 20/11/2020   | 04/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 55830                  | 280                       | 14.7           | 328.9592186                                  | 329  | 117               |
| 4               | 20/11/2020   | 04/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 56130                  | 280                       | 14.7           | 330.7268662                                  | 331  | 118               |
| 5               | 20/11/2020   | 04/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 57830                  | 280                       | 14.7           | 340.743536                                   | 341  | 122               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % Fc, A LOS 7 DIAS ES 70 % Fc, A LOS 14 DIAS ES 80 % Fc, A LOS 21 DIAS ES 90 % Fc, A LOS 28 DIAS ES 100 % Fc. |                 |                |                                     |                        |                           |                |  |  |                   |

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO




|   |  |  |                    |                           |
|---|--|--|--------------------|---------------------------|
| <br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :           | LABORATORIO               |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación   | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                      | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|--|-----------------|----------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 20/11/2020   | 11/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 64890                  | 280                       | 14.7           | 382.3421762                                  | 382  | 137               |
| 2               | 20/11/2020   | 11/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 65630                  | 280                       | 14.7           | 386.7023736                                  | 387  | 138               |
| 3               | 20/11/2020   | 11/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 63970                  | 280                       | 14.7           | 376.9213902                                  | 377  | 135               |
| 4               | 20/11/2020   | 11/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 65620                  | 280                       | 14.7           | 386.643452                                   | 387  | 138               |
| 5               | 20/11/2020   | 11/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 64530                  | 280                       | 14.7           | 380.2209991                                  | 380  | 136               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % Fc, A LOS 7 DIAS ES 70 % Fc, A LOS 14 DIAS ES 80 % Fc, A LOS 21 DIAS ES 90 % Fc, A LOS 28 DIAS ES 100 % Fc. |                 |                |                                     |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO

|   |  |  |                         |                    |                           |
|---|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------|
| <br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO        |                           |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                    |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |


**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                      | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 20/11/2020  | 18/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 71080                  | 280                       | 14.7           | 418.8146384                                  | 419  | 150               |
| 2               | 20/11/2020  | 18/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 70990                  | 280                       | 14.7           | 418.2843441                                  | 418  | 149               |
| 3               | 20/11/2020  | 18/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 70890                  | 280                       | 14.7           | 417.6951282                                  | 418  | 149               |
| 4               | 20/11/2020  | 18/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 72090                  | 280                       | 14.7           | 424.7657186                                  | 425  | 152               |
| 5               | 20/11/2020  | 18/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 5% DE CENIZAS VOLANTES | 71980                  | 280                       | 14.7           | 424.1175812                                  | 424  | 151               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                                     |                        |                           |                |  |  |                   |

  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
Jhonatan Joel Herrera Barahona  
TÉCNICO LABORATORISTA

  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
Juan Rojas Hernández  
CIP. 173504  
INGENIERO

**ANEXO 8. CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DEL CONCRETO CON 1% DE SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS  
VOLANTES**


|   |  |  |                         |                    |                           |
|---|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------|
| <br>LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO        |                           |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                    |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 22/11/2020  | 25/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 36850                  | 280                       | 14.8           | 214.2018239                                  | 214  | 77                |
| 2               | 22/11/2020  | 25/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 38180                  | 280                       | 14.8           | 221.9328531                                  | 222  | 79                |
| 3               | 22/11/2020  | 25/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 39720                  | 280                       | 14.7           | 234.0365424                                  | 234  | 84                |
| 4               | 22/11/2020  | 25/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 40390                  | 280                       | 14.7           | 237.9842887                                  | 238  | 85                |
| 5               | 22/11/2020  | 25/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 43290                  | 280                       | 14.7           | 255.0715489                                  | 255  | 91                |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

**LABSUC**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO


|   |  |  |                         |                    |                           |
|---|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------|
| <br>LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO        |                           |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                    |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 22/11/2020  | 29/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 43360                  | 280                       | 14.7           | 255.484                                      | 255  | 91                |
| 2               | 22/11/2020  | 29/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 45040                  | 280                       | 14.8           | 261.8086879                                  | 262  | 94                |
| 3               | 22/11/2020  | 29/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 50980                  | 280                       | 14.8           | 296.3367431                                  | 296  | 106               |
| 4               | 22/11/2020  | 29/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 51270                  | 280                       | 14.7           | 302.0909751                                  | 302  | 108               |
| 5               | 22/11/2020  | 29/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 53500                  | 280                       | 14.7           | 315.2304889                                  | 315  | 113               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F <sub>c</sub> , A LOS 7 DIAS ES 70 % F <sub>c</sub> , A LOS 14 DIAS ES 80 % F <sub>c</sub> , A LOS 21 DIAS ES 90 % F <sub>c</sub> , A LOS 28 DIAS ES 100 % F <sub>c</sub> . |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO


|   |  |  |                         |                   |                           |                    |
|---|--|--|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| <br>LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO       |                           |                    |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                   |                           |                    |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                   |                           |                    |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD : | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |                    |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :      | JHONATAN HERRERA BARAHONA |                    |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso |                   | ASISTENTE DE LAB :        | CIEZA ROMERO ARODY |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 22/11/2020  | 06/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 56330                  | 280                       | 14.7           | 331.905298                                   | 332  | 119               |
| 2               | 22/11/2020  | 06/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 56910                  | 280                       | 14.7           | 335.32275                                    | 335  | 120               |
| 3               | 22/11/2020  | 06/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 57640                  | 280                       | 14.7           | 339.6240258                                  | 340  | 121               |
| 4               | 22/11/2020  | 06/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 59010                  | 280                       | 14.7           | 347.6962832                                  | 348  | 124               |
| 5               | 22/11/2020  | 06/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 61030                  | 280                       | 14.7           | 359.5984437                                  | 360  | 128               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173564  
 INGENIERO


|   |  |  |                         |                    |                           |
|---|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------|
| <br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO        |                           |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                    |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 22/11/2020  | 13/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 62350                  | 280                       | 14.7           | 367.3760932                                  | 367  | 131               |
| 2               | 22/11/2020  | 13/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 64920                  | 280                       | 14.7           | 382.518941                                   | 383  | 137               |
| 3               | 22/11/2020  | 13/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 65240                  | 280                       | 14.7           | 384.4044317                                  | 384  | 137               |
| 4               | 22/11/2020  | 13/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 67360                  | 280                       | 14.7           | 396.8958081                                  | 397  | 142               |
| 5               | 22/11/2020  | 13/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 69220                  | 280                       | 14.7           | 407.8552233                                  | 408  | 146               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

  
**LABSUC**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO

|   |   |                    |                           |
|---|---|--------------------|---------------------------|
| <br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS   | SECTOR :           | LABORATORIO               |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD  |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |   | DATOS DEL PERSONAL |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE<br>SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA  | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro  | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**


| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación   | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|--|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 22/11/2020   | 20/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 69540                  | 280                       | 14.7           | 409.740714                                   | 410  | 146               |
| 2               | 22/11/2020   | 20/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 70630                  | 280                       | 14.7           | 416.163167                                   | 416  | 149               |
| 3               | 22/11/2020   | 20/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 72960                  | 280                       | 14.7           | 429.8918967                                  | 430  | 154               |
| 4               | 22/11/2020   | 20/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 73450                  | 280                       | 14.7           | 432.7790544                                  | 433  | 155               |
| 5               | 22/11/2020   | 20/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 10% DE CENIZAS VOLANTES | 75760                  | 280                       | 14.7           | 446.389941                                   | 446  | 159               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % Fc, A LOS 7 DIAS ES 70 % Fc, A LOS 14 DIAS ES 80 % Fc, A LOS 21 DIAS ES 90 % Fc, A LOS 28 DIAS ES 100 % Fc. |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernandez  
 CIP. 173506  
 INGENIERO



**ANEXO 9. CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DEL CONCRETO CON 1% DE SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS  
VOLANTES**


|   |  |  |                         |                   |                           |                    |
|---|--|--|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| <br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO       |                           |                    |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                   |                           |                    |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                   |                           |                    |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD : | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |                    |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :      | JHONATAN HERRERA BARAHONA |                    |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso |                   | ASISTENTE DE LAB :        | CIEZA ROMERO ARODY |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 24/11/2020  | 27/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 28360                  | 280                       | 14.8           | 164.8511187                                  | 165  | 59                |
| 2               | 24/11/2020  | 27/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 28880                  | 280                       | 14.8           | 167.8737768                                  | 168  | 60                |
| 3               | 24/11/2020  | 27/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 28970                  | 280                       | 14.7           | 170.6958367                                  | 171  | 61                |
| 4               | 24/11/2020  | 27/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 27990                  | 280                       | 14.7           | 164.9215212                                  | 165  | 59                |
| 5               | 24/11/2020  | 27/11/2020      | 3              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 28760                  | 280                       | 14.7           | 169.4584834                                  | 169  | 61                |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F <sub>c</sub> , A LOS 7 DIAS ES 70 % F <sub>c</sub> , A LOS 14 DIAS ES 80 % F <sub>c</sub> , A LOS 21 DIAS ES 90 % F <sub>c</sub> , A LOS 28 DIAS ES 100 % F <sub>c</sub> . |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernandez  
 CIP. 173504  
 INGENIERO


|   |  |  |                         |                    |                           |
|---|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------|
| <br>LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO        |                           |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                    |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación   | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|--|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 24/11/2020   | 01/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 30890                  | 280                       | 14.7           | 182.0087814                                  | 182  | 65                |
| 2               | 24/11/2020   | 01/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 29990                  | 280                       | 14.8           | 174.3259891                                  | 174  | 62                |
| 3               | 24/11/2020   | 01/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 31000                  | 280                       | 14.8           | 180.1969211                                  | 180  | 64                |
| 4               | 24/11/2020   | 01/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 30090                  | 280                       | 14.7           | 177.2950544                                  | 177  | 63                |
| 5               | 24/11/2020   | 01/11/2020      | 7              | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 30900                  | 280                       | 14.7           | 182.067703                                   | 182  | 65                |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % Fc, A LOS 7 DIAS ES 70 % Fc, A LOS 14 DIAS ES 80 % Fc, A LOS 21 DIAS ES 90 % Fc, A LOS 28 DIAS ES 100 % Fc. |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

  
**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Juan Rojas Hernandez  
 CIP. 173504  
 INGENIERO


|   |  |  |                    |                           |
|---|--|--|--------------------|---------------------------|
| <br>LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :           | LABORATORIO               |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                    |                           |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL |                           |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  | JEFE DE CALIDAD :  | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  | TECNICO QC :       | JHONATAN HERRERA BARAHONA |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | ASISTENTE DE LAB : | CIEZA ROMERO ARODY        |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 24/11/2020  | 08/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 35520                  | 280                       | 14.7           | 209.289476                                   | 209  | 75                |
| 2               | 24/11/2020  | 08/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 36470                  | 280                       | 14.7           | 214.8870268                                  | 215  | 77                |
| 3               | 24/11/2020  | 08/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 38000                  | 280                       | 14.7           | 223.9020295                                  | 224  | 80                |
| 4               | 24/11/2020  | 08/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 37490                  | 280                       | 14.7           | 220.8970286                                  | 221  | 79                |
| 5               | 24/11/2020  | 08/11/2020      | 14             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 40090                  | 280                       | 14.7           | 236.2166411                                  | 236  | 84                |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernandez  
 CIP. 173504  
 INGENIERO


|   |  |  |                         |                   |                           |                    |
|---|--|--|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| <br>LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO       |                           |                    |
|   | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                   |                           |                    |
| DATOS DEL PROYECTO  |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                   |                           |                    |
| TESIS :   | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD : | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |                    |
| UBICACIÓN :   | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :      | JHONATAN HERRERA BARAHONA |                    |
| SOLICITANTE :   | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso |                   | ASISTENTE DE LAB :        | CIEZA ROMERO ARODY |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 24/11/2020  | 15/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 50000                  | 280                       | 14.7           | 294.6079336                                  | 295  | 105               |
| 2               | 24/11/2020  | 15/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 52990                  | 280                       | 14.7           | 312.225488                                   | 312  | 112               |
| 3               | 24/11/2020  | 15/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 52460                  | 280                       | 14.7           | 309.1026439                                  | 309  | 110               |
| 4               | 24/11/2020  | 15/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 51990                  | 280                       | 14.7           | 306.3333293                                  | 306  | 109               |
| 5               | 24/11/2020  | 15/11/2020      | 21             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 56380                  | 280                       | 14.7           | 332.1999059                                  | 332  | 119               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

**LABSUC**  
 LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173504  
 INGENIERO

|  |  |  |                         |                   |                           |                    |
|--|--|--|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| <br><b>LABSUC</b><br>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |  | SECTOR :                | LABORATORIO       |                           |                    |
|  | FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD   |  |                         |                   |                           |                    |
| DATOS DEL PROYECTO   |  |  | DATOS DEL PERSONAL      |                   |                           |                    |
| TESIS :  | "CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA PLAST 306 Y CENIZAS VOLANTES" |  |                         | JEFE DE CALIDAD : | ING. JUAN ROJAS HERNANDEZ |                    |
| UBICACIÓN :  | DISTRITO:JAEN ,PROVINCIA, JAEN , REGION :CAJAMARCA   |  |                         | TECNICO QC :      | JHONATAN HERRERA BARAHONA |                    |
| SOLICITANTE :  | Bach. Córdova Saavedra Carlos Ramiro   |  | Bach. Vega Mejía Jhomso |                   | ASISTENTE DE LAB :        | CIEZA ROMERO ARODY |

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39 MTC E 704**

| PROBETA<br>N°   | Fecha<br>Fabricación  | Fecha<br>Rotura | Edad<br>(días) | IDENTIFICACION                       | Carga<br>Rotura<br>Kg. | f'c<br>kg/cm <sup>2</sup> | Diametro<br>cm | Resistencia<br>Máxima<br>kg./cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Promedio<br>kg./cm <sup>2</sup> | Porcentaje<br>f'c |
|-----------------|---|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|--|--|-------------------|
| 1               | 24/11/2020  | 22/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 68940                  | 280                       | 14.7           | 406.2054188                                  | 406  | 145               |
| 2               | 24/11/2020  | 22/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 69320                  | 280                       | 14.7           | 408.4444391                                  | 408  | 146               |
| 3               | 24/11/2020  | 22/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 77460                  | 280                       | 14.7           | 456.4066107                                  | 456  | 163               |
| 4               | 24/11/2020  | 22/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 75610                  | 280                       | 14.7           | 445.5061172                                  | 446  | 159               |
| 5               | 24/11/2020  | 22/11/2020      | 28             | SIKA PLAST + 15% DE CENIZAS VOLANTES | 75560                  | 280                       | 14.7           | 445.2115092                                  | 445  | 159               |
| OBSERVACIONES : | EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 3 DIAS ES 60 % F'c, A LOS 7 DIAS ES 70 % F'c, A LOS 14 DIAS ES 80 % F'c, A LOS 21 DIAS ES 90 % F'c, A LOS 28 DIAS ES 100 % F'c. |                 |                |                                      |                        |                           |                |  |  |                   |

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Joel Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Juan Rojas Hernández  
 CIP. 173564  
 INGENIERO

**ANEXO 10. REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
LABORATORIO**



PERU

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**ANEXO 11. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PRENSA DE  
LABORATORIO**



# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

**RUC N° 20602182721**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 016 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. Expediente           | 212-2020  |
| 2. Solicitante          | <b>GROUP JHAC S.A.C LABSUC<br/>LABORATORIO DE SUELOS Y</b>                        |
| 3. Dirección            | Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1<br>CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN |
| 4. Equipo               | <b>PRENSA DE CONCRETO</b>   |
| Capacidad               | 120000 kgf  |
| Marca                   | FORNEY (MODIFICADO)   |
| Modelo                  | NO INICA  |
| Número de Serie         | M00002  |
| Procedencia             | USA   |
| Identificación          | NO INDICA   |
| Indicación              | DIGITAL   |
| Marca                   | FORNEY (MODIFICADO)   |
| Modelo                  | NO INICA  |
| Número de Serie         | M00002  |
| Resolución              | 10 kgf  |
| Ubicación               | NO INDICA   |
| 5. Fecha de Calibración | 2020-12-02  |

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

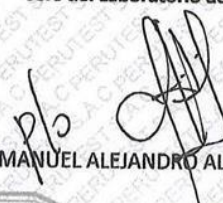
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-12-03

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL - Suki B... 4200...

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PTC - LF - 016 - 2020

Página 2 de 3

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

#### 7. Lugar de calibración

Instalaciones del Cliente

#### 8. Condiciones Ambientales

|                  | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 28.5 °C | 28.5 °C |
| Humedad Relativa | 61 % HR | 61 % HR |

#### 9. Patrones de referencia

| Trazabilidad   | Patrón utilizado                                   | Informe/Certificado de calibración |
|--|--|------------------------------------|
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | CELDA DE CARGA KELI<br>MOD: 150-A E SERIE: 5Y97826 | INF-LE 002 -20                     |

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo NO CUMPLE con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales, ya que presenta errores mayores a los errores máximos permitidos según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



**11. Resultados de Medición**

| Indicación del Equipo |             | Indicación de Fuerza (Ascenso)<br>Patrón de Referencia |             |             |                      |
|-----------------------|-------------|--|-------------|-------------|----------------------|
| %                     | $F_i$ (kgf) | $F_1$ (kgf)  | $F_2$ (kgf) | $F_3$ (kgf) | $F_{promedio}$ (kgf) |
| 10                    | 10000       | 100.0  | 100.0       | 100.0       | 100.0                |
| 20                    | 20000       | 197.9  | 197.9       | 197.9       | 197.9                |
| 30                    | 30000       | 295.3  | 295.3       | 295.3       | 295.3                |
| 40                    | 40000       | 393.5  | 393.5       | 393.5       | 393.5                |
| 50                    | 50000       | 491.3  | 491.3       | 491.3       | 491.3                |
| 60                    | 60000       | 589.1  | 589.1       | 589.1       | 589.1                |
| 70                    | 70000       | 687.5  | 687.5       | 687.5       | 687.5                |
| 80                    | 80000       | 786.0  | 786.0       | 786.0       | 786.0                |
| 90                    | 90000       | 884.6  | 884.6       | 884.6       | 884.6                |
| 100                   | 100000      | 983.2  | 983.2       | 983.2       | 983.2                |
| Retorno a Cero        |             | 0.0  | 0.0         | 0.0         |                      |

| Indicación del Equipo<br>F (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición |                        |                         |                          | Incertidumbre<br>U (k=2)<br>(%) |
|----------------------------------|---|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|
|                                  | Exactitud<br>q (%)                            | Repetibilidad<br>b (%) | Reversibilidad<br>v (%) | Resol. Relativa<br>a (%) |                                 |
| 10000                            | 9903.20                                       | 0.00                   | 0.00                    | 0.10                     | 0.58                            |
| 20000                            | 10003.61                                      | 0.00                   | 0.00                    | 0.05                     | 0.58                            |
| 30000                            | 10058.75                                      | 0.00                   | 0.00                    | 0.03                     | 0.57                            |
| 40000                            | 10064.67                                      | 0.00                   | 0.00                    | 0.03                     | 0.57                            |
| 50000                            | 10077.03                                      | 0.00                   | 0.00                    | 0.02                     | 0.57                            |
| 60000                            | 10084.20                                      | 0.00                   | 0.00                    | 0.02                     | 0.57                            |
| 70000                            | 10081.13                                      | 0.00                   | 0.00                    | 0.01                     | 0.57                            |
| 80000                            | 10078.00                                      | 0.00                   | 0.00                    | 0.01                     | 0.57                            |
| 90000                            | 10073.72                                      | 0.00                   | 0.00                    | 0.01                     | 0.57                            |
| 100000                           | 10070.67                                      | 0.00                   | 0.00                    | 0.01                     | 0.57                            |

|   |        |
|---|--------|
| MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) | 0.00 % |
|---|--------|



**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

**ANEXO 12. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS  
ELECTRÓNICAS**



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - LM - 142 - 2019

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

|                          |  |
|--------------------------|--|
| 1. Expediente            | 859-2019   |
| 2. Solicitante           | GROUP JHAC S.A.C. LABSUC<br>LABORATORIO DE SUELOS Y<br>PAVIMENTOS                              |
| 3. Dirección             | CAL.LA COLONIA NRO. 316 (MONTEGRANDE -<br>A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA -<br>JAEN - JAEN |
| 4. Equipo de medición    | BALANZA ELECTRÓNICA  |
| Capacidad Máxima         | 200 g  |
| División de escala (d)   | 0.01 g   |
| Div. de verificación (e) | 0.01 g   |
| Clase de exactitud       | NO INDICA  |
| Marca                    | MH-SERIES  |
| Modelo                   | MH-200   |
| Número de Serie          | NO INDICA  |
| Capacidad mínima         | 0.01 g   |
| Identificación           | LM-142   |
| 5. Fecha de Verificación | 2019-07-01   |

Este informe documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la verificación aquí declarados.

Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El presente documento sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-07-01

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - LM - 142 - 2019

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Verificación

La verificación se realizó tomando en cuenta el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

### 7. Lugar de verificación

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.  
 Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

|                  | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 21.5 °C | 21.5 °C |
| Humedad Relativa | 56 %    | 56 %    |

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la verificación son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

| Trazabilidad           | Patrón utilizado                                      | Certificado de calibración |
|------------------------|---|----------------------------|
| Patrones de referencia | JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg<br>(Clase de Exactitud: F1) | METROIL M-0842-2018        |
| Patrones de referencia | TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO                         | METROIL T-1695-2019        |

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

## INFORME DE VERIFICACIÓN

PT - LM - 142 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

|                  |       |                  |          |        |          |
|------------------|-------|------------------|----------|--------|----------|
| AJUSTE DE CERO   | TIENE | PLATAFORMA       | TIENE    | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | CURSOR | NO TIENE |
|                  |       | NIVELACIÓN       | TIENE    |        |          |

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 21.5 °C | 21.1 °C |

| Medición<br>Nº           | Carga L1 = 100 g |         |        | Carga L2 = 200 g         |         |        |      |
|--------------------------|------------------|---------|--------|--------------------------|---------|--------|------|
|                          | l (g)            | ΔL (mg) | E (mg) | l (g)                    | ΔL (mg) | E (mg) |      |
| 1                        | 100.00           | -       | 5      | 200.00                   | -       | 5      |      |
| 2                        | 100.00           | -       | 5      | 200.01                   | -       | 15     |      |
| 3                        | 100.01           | -       | 5      | 200.00                   | -       | 15     |      |
| 4                        | 100.00           | -       | 5      | 200.00                   | -       | 15     |      |
| 5                        | 100.00           | -       | 5      | 200.00                   | -       | 5      |      |
| Diferencia Máxima        |                  |         | 0      | Diferencia Máxima        |         |        | 10   |
| Error Máximo Permissible |                  |         | ± 20   | Error Máximo Permissible |         |        | ± 30 |

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

|   |   |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 |   |
| 3 | 4 |

Posición de las cargas

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 21.5 °C | 21.3 °C |

| Posición de la Carga    | Determinación del Error Corregido Ec |       |         |        |         |
|-------------------------|--------------------------------------|-------|---------|--------|---------|
|                         | Carga L (g)                          | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) |
| 1                       | 60                                   | 60.00 | -       | 5      | 0       |
| 2                       |                                      | 60.00 | -       | 5      | 0       |
| 3                       |                                      | 59.99 | -       | 5      | 0       |
| 4                       |                                      | 60.00 | -       | 5      | 0       |
| 5                       |                                      | 60.00 | -       | 5      | 0       |
| Error máximo permisible |                                      |       |         |        | ± 20    |





## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - LM - 142 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

| Temperatura | Inicial | Final   |
|-------------|---------|---------|
|             | 21.3 °C | 21.2 °C |

| Carga<br>L ( g ) | CRECIENTES |           |          |           | DECRECIENTES |           |          |           | e.m.p.*<br>( ± g ) |
|------------------|------------|-----------|----------|-----------|--------------|-----------|----------|-----------|--------------------|
|                  | l ( g )    | ΔL ( mg ) | E ( mg ) | Ec ( mg ) | l ( g )      | ΔL ( mg ) | E ( mg ) | Ec ( mg ) |                    |
| 0                | 0.10       | -         | 5        | 0         | 0.20         | -         | 5        | 0         | 10                 |
| 1                | 1.00       | -         | 5        | 0         | 1.00         | -         | 5        | 0         | 10                 |
| 10               | 10.00      | -         | 5        | 0         | 10.00        | -         | 5        | 0         | 10                 |
| 40               | 40.00      | -         | 5        | 0         | 40.00        | -         | 5        | 0         | 10                 |
| 80               | 80.00      | -         | 5        | 0         | 80.00        | -         | 5        | 0         | 20                 |
| 100              | 100.00     | -         | 5        | 0         | 100.00       | -         | 5        | 0         | 20                 |
| 120              | 120.00     | -         | 5        | 0         | 120.00       | -         | 5        | 0         | 20                 |
| 150              | 150.00     | -         | 5        | 0         | 150.00       | -         | 5        | 0         | 20                 |
| 180              | 180.00     | -         | 5        | 0         | 180.00       | -         | 5        | 0         | 20                 |
| 200              | 199.99     | -         | 5        | 0         | 199.99       | -         | 5        | 0         | 30                 |

\* error máximo permisible

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento





# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0143 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente 859-2019

2. Solicitante GROUP JHAC S.A.C. LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y  
PAVIMENTOS

3. Dirección CALLA COLONIA NRO. 316  
(MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL  
DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

4. Equipo de medición BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala (d) 1 g

Div. de verificación (e) 1 g

Clase de exactitud II

Marca WALTOX

Modelo LDC30N2

Número de Serie NO INDICA

Capacidad mínima 20 g

Procedencia CHINA

Identificación LM-0143

5. Fecha de Calibración 2019-07-01

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-07-01

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0143 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.  
Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

|                  | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 21.6 °C | 21.9 °C |
| Humedad Relativa | 56 %    | 56 %    |

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

| Trazabilidad           | Patrón utilizado                                      | Certificado de calibración |
|------------------------|---|----------------------------|
| Patrones de referencia | PESAS DE 5 kg<br>(Clase de Exactitud: M2)             | SAT - LM - 0414 - 2018     |
| Patrones de referencia | PESAS DE 10 kg<br>(Clase de Exactitud: M2)            | SAT - LM - 0413 - 2018     |
| Patrones de referencia | PESAS DE 20 kg<br>(Clase de Exactitud: M2)            | SAT - LM - 0412 - 2018     |
| Patrones de referencia | JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg<br>(Clase de Exactitud: F1) | METROIL M-0842-2018        |

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0143 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

|                  |       |                  |          |        |          |
|------------------|-------|------------------|----------|--------|----------|
| AJUSTE DE CERO   | TIENE | PLATAFORMA       | TIENE    | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | CURSOR | NO TIENE |
|                  |       | NIVELACIÓN       | TIENE    |        |          |

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 21.6 °C | 21.7 °C |

| Medición<br>N° | Carga L1 = 15,000 g      |        |                          | Carga L2 = 30,000 g |        |       |
|----------------|--------------------------|--------|--------------------------|---------------------|--------|-------|
|                | l (g)                    | ΔL (g) | E (g)                    | l (g)               | ΔL (g) | E (g) |
| 1              | 14,999                   | 0.2    | -0.7                     | 30,000              | 0.5    | 0.0   |
| 2              | 15,000                   | 0.6    | -0.1                     | 30,000              | 0.5    | 0.0   |
| 3              | 15,000                   | 0.6    | -0.1                     | 30,000              | 0.6    | -0.1  |
| 4              | 15,000                   | 0.6    | -0.1                     | 30,000              | 0.4    | 0.1   |
| 5              | 15,000                   | 0.5    | 0.0                      | 30,000              | 0.5    | 0.0   |
| 6              | 15,000                   | 0.4    | 0.1                      | 29,999              | 0.8    | -1.3  |
| 7              | 14,999                   | 0.3    | -0.8                     | 30,000              | 0.4    | 0.1   |
| 8              | 14,999                   | 0.3    | -0.8                     | 30,000              | 0.5    | 0.0   |
| 9              | 15,000                   | 0.5    | 0.0                      | 30,000              | 0.5    | 0.0   |
| 10             | 14,999                   | 0.2    | -0.7                     | 30,000              | 0.8    | -0.3  |
|                | Diferencia Máxima        | 0.9    | Diferencia Máxima        | 1.4                 |        |       |
|                | Error Máximo Permissible | ± 3.0  | Error Máximo Permissible | ± 3.0               |        |       |

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 | 1 | 5 |
| 3 |   | 4 |

Posición  
de las  
cargas

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 21.7 °C | 21.8 °C |

| Posición<br>de la<br>Carga | Determinación del Error en Cero Eo |                         |        |        | Determinación del Error Corregido Ec |        |        |       |        |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------------------------------------|--------|--------|-------|--------|
|                            | Carga<br>Mínima*                   | l (g)                   | ΔL (g) | Eo (g) | Carga<br>L (g)                       | l (g)  | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) |
| 1                          | 10 g                               | 10                      | 0.5    | 0.0    | 10,000                               | 10,001 | 0.8    | 0.7   | 0.7    |
| 2                          |                                    | 10                      | 0.5    | 0.0    |                                      | 10,000 | 0.5    | 0.0   | 0.0    |
| 3                          |                                    | 11                      | 0.8    | 0.7    |                                      | 10,000 | 0.4    | 0.1   | -0.6   |
| 4                          |                                    | 10                      | 0.5    | 0.0    |                                      | 10,000 | 0.6    | -0.1  | -0.1   |
| 5                          |                                    | 10                      | 0.5    | 0.0    |                                      | 10,000 | 0.3    | 0.2   | 0.2    |
|                            |                                    | Error máximo permisible |        |        |                                      |        |        |       | ± 3.0  |

\* Valor entre 0 y 10e



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0143 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | Inicial | Final   |
|             | 21.8 °C | 21.9 °C |

| Carga<br>L (g) | CRECIENTES |        |       |        | DECRECIENTES |        |       |        | e.m.p.**<br>(± g) |
|----------------|------------|--------|-------|--------|--------------|--------|-------|--------|-------------------|
|                | l (g)      | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | l (g)        | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) |                   |
| 10             | 10         | 0.8    | -0.3  |        |              |        |       |        |                   |
| 20             | 20         | 0.6    | -0.1  | 0.2    | 20           | 0.5    | 0.0   | 0.3    | 1.0               |
| 100            | 100        | 0.4    | 0.1   | 0.4    | 100          | 0.6    | -0.1  | 0.2    | 1.0               |
| 500            | 500        | 0.4    | 0.1   | 0.4    | 500          | 0.4    | 0.1   | 0.4    | 2.0               |
| 1,000          | 1,000      | 0.5    | 0.0   | 0.3    | 1,000        | 0.8    | -0.3  | 0.0    | 2.0               |
| 5,000          | 5,000      | 0.6    | -0.1  | 0.2    | 5,000        | 0.4    | 0.1   | 0.4    | 3.0               |
| 10,000         | 10,000     | 0.5    | 0.0   | 0.3    | 10,000       | 0.6    | -0.1  | 0.2    | 3.0               |
| 15,000         | 15,000     | 0.4    | 0.1   | 0.4    | 15,000       | 0.6    | -0.1  | 0.2    | 3.0               |
| 20,000         | 19,999     | 0.3    | -0.8  | -0.5   | 20,000       | 0.4    | 0.1   | 0.4    | 3.0               |
| 25,000         | 24,999     | 0.3    | -0.8  | -0.5   | 25,000       | 0.5    | 0.0   | 0.3    | 3.0               |
| 30,000         | 30,000     | 0.5    | 0.0   | 0.3    | 30,000       | 0.5    | 0.0   | 0.3    | 3.0               |

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4102778 \text{ g}^2 + 0.0000000179 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000017 \text{ R}$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

## **ANEXO 13. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE HORNO**



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT-LT-090-2019

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

|                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
| <b>1. Expediente</b>  | 0014-2019  | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).   |
| <b>2. Solicitante</b> | <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> |   |
| <b>3. Dirección</b>   | Avenida "A" # 750 - Jaén                         |   |
| <b>4. Equipo</b>      | <b>HORNO</b>                                     | Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.<br><br>PERUTEST S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.<br><br>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. |
| Alcance Máximo        | 300 °C   |   |
| Marca                 | PyS Equipos                                      |   |
| Modelo                | STHX-2A  |   |
| Número de Serie       | 110304   |   |
| Procedencia           | CHINA  |   |
| Identificación        | No indica  |   |
| Ubicación             | Lab. del cliente                                 |   |

| Descripción                     | Controlador / Selector     | Instrumento de medición |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Alcance                         | -100 °C a 300 °C           | -100 °C a 300 °C        |
| División de escala / Resolución | 0.1 °C                     | 0.1 °C                  |
| Tipo                            | CONTROLADOR DE TEMPERATURA | TERMÓMETRO DIGITAL      |

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

|                                |   |   |
|--------------------------------|---|---|
| <b>5. Fecha de Calibración</b> | 2019-04-03  |   |
| Fecha de Emisión               | Jefe del Laboratorio de Metrología  | Sello   |
| 2019-04-05                     | <br>MANUEL ALIAGA TORRES |  |

Calle: Yahuar Huaca 215 - Urb San Agustín - Comas - Lima  
 email: ventasperutest@gmail.com celulares: 955618013 - 982337399 - #947419158

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT-LT-090-2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

### 8. Condiciones Ambientales

|                  | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 22.3 °C | 23.0 °C |
| Humedad Relativa | 51 %    | 53 %    |

### 9. Patrones de referencia

| Trazabilidad  | Patrón utilizado  | Certificado y/o Informe de calibración |
|---|---|--|
| Patrones de referencia de la Dirección de Metrología - INACAL LT-C-037-2016 | Termómetro digital con incertidumbres del orden desde 0,014°C hasta 0,019°C | LT-C-037-2016 / T-0844-2016            |

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT-LT-090-2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 22.65 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 1 hora  
El controlador se seteo en 110°C

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

| Tiempo<br>( min ) | Termómetro<br>del equipo<br>( °C ) | TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) |       |       |       |       |                |       |       |       |       | T prom<br>( °C ) | Tmax-Tmin<br>( °C ) |
|-------------------|------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|------------------|---------------------|
|                   |                                    | NIVEL SUPERIOR                                  |       |       |       |       | NIVEL INFERIOR |       |       |       |       |                  |                     |
|                   |                                    | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6              | 7     | 8     | 9     | 10    |                  |                     |
| 00                | 110.0                              | 111.0   | 116.0 | 115.7 | 115.5 | 115.3 | 112.6          | 113.6 | 113.0 | 110.9 | 112.0 | 113.6            | 5.1                 |
| 02                | 110.0                              | 110.5   | 113.2 | 114.0 | 112.5 | 111.5 | 107.1          | 110.7 | 108.9 | 107.4 | 109.6 | 110.5            | 6.9                 |
| 04                | 110.0                              | 109.6   | 112.0 | 112.7 | 110.6 | 111.1 | 104.6          | 108.9 | 107.0 | 105.6 | 108.1 | 109.0            | 8.1                 |
| 06                | 110.0                              | 106.9   | 109.1 | 109.4 | 107.1 | 108.3 | 103.2          | 106.4 | 104.0 | 103.0 | 104.2 | 106.2            | 6.4                 |
| 08                | 110.0                              | 110.3   | 113.8 | 114.9 | 112.2 | 114.1 | 112.8          | 113.4 | 113.1 | 112.8 | 112.7 | 113.0            | 4.6                 |
| 10                | 110.0                              | 113.3   | 117.4 | 116.1 | 116.8 | 116.4 | 116.8          | 117.1 | 117.2 | 116.8 | 117.4 | 116.5            | 4.1                 |
| 12                | 110.0                              | 111.4   | 115.7 | 114.9 | 114.8 | 114.5 | 112.5          | 113.5 | 113.3 | 111.5 | 112.4 | 113.4            | 4.3                 |
| 14                | 110.0                              | 110.0   | 111.5 | 112.2 | 110.5 | 110.9 | 104.9          | 108.5 | 106.9 | 105.0 | 107.4 | 108.8            | 7.3                 |
| 16                | 110.0                              | 107.2   | 109.2 | 109.0 | 106.9 | 108.6 | 103.5          | 105.9 | 104.4 | 103.8 | 104.4 | 106.3            | 5.7                 |
| 18                | 110.0                              | 110.9   | 114.1 | 115.2 | 111.9 | 114.8 | 113.1          | 113.0 | 113.6 | 113.7 | 112.0 | 113.2            | 4.3                 |
| 20                | 110.0                              | 114.1   | 116.7 | 116.4 | 115.8 | 115.9 | 116.7          | 116.9 | 117.5 | 117.1 | 117.0 | 116.4            | 3.4                 |
| 22                | 110.0                              | 113.1   | 116.3 | 114.2 | 114.6 | 114.8 | 112.8          | 113.0 | 112.8 | 110.4 | 113.5 | 113.5            | 5.9                 |
| 24                | 110.0                              | 111.4   | 110.9 | 113.1 | 111.8 | 112.5 | 104.1          | 105.9 | 105.5 | 105.2 | 106.4 | 108.7            | 9.0                 |
| 26                | 110.0                              | 106.8   | 108.1 | 109.5 | 108.4 | 108.5 | 102.8          | 104.0 | 104.5 | 104.4 | 104.4 | 106.1            | 6.7                 |
| 28                | 110.0                              | 111.1   | 114.5 | 114.1 | 112.4 | 114.1 | 113.1          | 112.9 | 113.4 | 113.3 | 113.8 | 113.3            | 3.4                 |
| 30                | 110.0                              | 112.9   | 116.9 | 116.8 | 116.2 | 116.1 | 117.1          | 117.4 | 117.8 | 117.5 | 118.2 | 116.7            | 5.3                 |
| 32                | 110.0                              | 113.9   | 115.0 | 115.9 | 115.2 | 115.5 | 113.4          | 112.9 | 113.1 | 112.8 | 112.5 | 114.0            | 3.4                 |
| 34                | 110.0                              | 109.1   | 110.5 | 110.9 | 109.9 | 109.5 | 106.0          | 107.1 | 107.5 | 106.2 | 105.4 | 108.2            | 5.5                 |
| 36                | 110.0                              | 106.4   | 108.1 | 108.3 | 106.3 | 108.5 | 104.0          | 106.0 | 104.8 | 104.2 | 105.0 | 106.2            | 4.5                 |
| 38                | 110.0                              | 109.0   | 110.1 | 111.0 | 111.4 | 112.2 | 111.9          | 112.4 | 112.0 | 111.7 | 112.2 | 111.4            | 3.4                 |
| 40                | 110.0                              | 115.1   | 117.4 | 116.9 | 117.1 | 116.8 | 117.4          | 117.1 | 117.2 | 117.7 | 117.4 | 117.0            | 2.6                 |
| 42                | 110.0                              | 113.1   | 114.5 | 114.7 | 114.4 | 114.5 | 113.4          | 113.8 | 113.7 | 113.4 | 113.3 | 113.9            | 1.6                 |
| 44                | 110.0                              | 109.2   | 109.9 | 111.0 | 110.9 | 110.4 | 105.5          | 107.2 | 107.1 | 105.9 | 107.0 | 108.4            | 5.5                 |
| 46                | 110.0                              | 107.9   | 108.5 | 108.4 | 107.3 | 108.2 | 103.9          | 105.1 | 104.0 | 104.2 | 104.4 | 106.2            | 4.6                 |
| 48                | 110.0                              | 111.8   | 112.3 | 113.4 | 112.0 | 115.5 | 114.8          | 113.9 | 114.5 | 113.4 | 114.1 | 113.6            | 3.7                 |
| 50                | 110.0                              | 116.9   | 116.7 | 116.8 | 117.1 | 116.9 | 117.9          | 117.4 | 117.1 | 117.4 | 117.0 | 117.1            | 1.2                 |
| 52                | 110.0                              | 112.5   | 113.4 | 113.0 | 113.9 | 113.7 | 112.4          | 112.8 | 113.1 | 111.9 | 112.8 | 112.9            | 2.0                 |
| 54                | 110.0                              | 110.4   | 111.1 | 111.4 | 110.9 | 111.0 | 106.9          | 107.9 | 107.3 | 106.1 | 107.4 | 109.0            | 5.3                 |
| 56                | 110.0                              | 107.9   | 109.2 | 108.7 | 107.8 | 108.0 | 105.1          | 105.1 | 105.5 | 104.8 | 104.7 | 106.7            | 4.5                 |
| 58                | 110.0                              | 111.0   | 111.7 | 111.7 | 111.9 | 112.4 | 115.1          | 115.0 | 115.9 | 115.1 | 115.2 | 113.5            | 4.9                 |
| 60                | 110.0                              | 116.9   | 116.4 | 116.2 | 117.0 | 117.7 | 117.8          | 117.9 | 117.8 | 117.7 | 117.5 | 117.3            |                     |
| T.PROM            | 110.0                              | 111.0   | 112.9 | 113.1 | 112.3 | 112.8 | 110.4          | 111.4 | 111.1 | 110.3 | 110.9 | 111.6            |                     |
| T.MAX             | 110.0                              | 116.9   | 117.4 | 116.9 | 117.1 | 117.7 | 117.9          | 117.9 | 117.8 | 117.7 | 118.2 |                  |                     |
| T.MIN             | 110.0                              | 106.4   | 108.1 | 108.3 | 106.3 | 108.0 | 102.8          | 104.0 | 104.0 | 103.0 | 104.2 |                  |                     |
| DTT               | 0.0                                | 10.5  | 9.3   | 8.6   | 10.8  | 9.7   | 15.1           | 13.9  | 13.8  | 14.7  | 14.0  |                  |                     |



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT-LT-090-2019**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 5

| PARÁMETRO                               | VALOR<br>( °C ) | INCERTIDUMBRE<br>EXPANDIDA ( °C ) |
|---|-----------------|-----------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida               | 118.2           | 7.8                               |
| Mínima Temperatura Medida               | 102.8           | 0.1                               |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo  | 15.1            | 0.1                               |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 2.8             | 3.9                               |
| Estabilidad Medida ( ± )                | 7.6             | 0.04                              |
| Uniformidad Medida                      | 9.0             | 6.6                               |

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
 T.MAX : Temperatura máxima.  
 T.MIN : Temperatura mínima.  
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.**

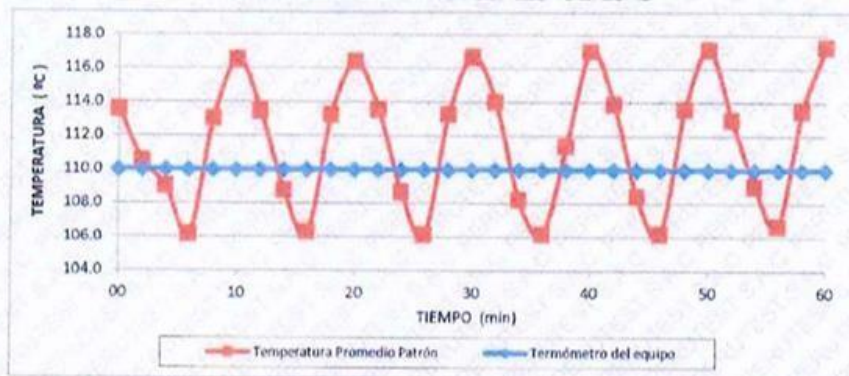


## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT-LT-090-2019

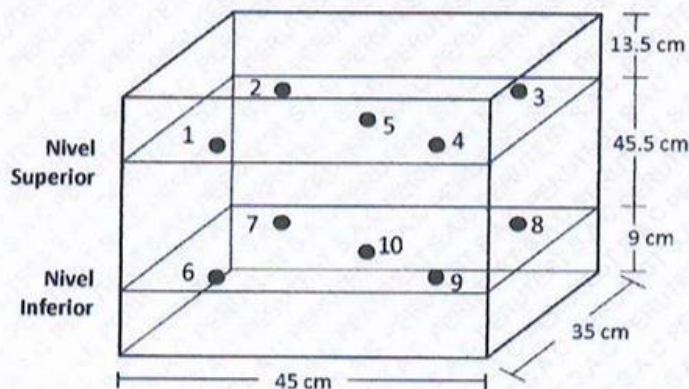
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento