



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad,  
durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas  
de Sullana 2023

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Castillo More, Marvin Omar ([orcid.org/0000-0002-6987-3745](https://orcid.org/0000-0002-6987-3745))

Guarnizo Castillo, Erwin Joel ([orcid.org/0000-0003-2008-6991](https://orcid.org/0000-0003-2008-6991))

**ASESOR:**

MSc. Marcelo Sanchez, Ary Garlyn ([orcid.org/0000-0002-4805-3860](https://orcid.org/0000-0002-4805-3860))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**PIURA – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Agradecemos sinceramente a Dios por su guía y amor constantes, fuente de inspiración en nuestro camino académico. Un cálido agradecimiento a nuestras familias, cuyo apoyo incondicional y confianza en nosotros han sido vitales. Su aliento nos ha impulsado a seguir adelante, ofreciéndonos fuerza en los momentos difíciles y compartiendo nuestra felicidad en los logros alcanzados. Este logro es también un tributo a su amor y sacrificio, un pequeño reflejo de la gratitud que sentimos hacia ellos.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro sincero agradecimiento se extiende al equipo de trabajo, cuyo esfuerzo incansable y compromiso profundo han sido pilares fundamentales de este proyecto. Un reconocimiento especial merece nuestro asesor, cuya guía experta y apoyo incondicional han guiado nuestro camino a lo largo de esta jornada académica. Asimismo, extendemos nuestra gratitud a ConsultGeopav, cuya generosidad y cooperación han sido esenciales para materializar esta investigación. Con la esperanza de que esta investigación aporte valor y enriquezca el campo de la ingeniería civil, compartimos nuestros hallazgos con la comunidad académica y profesional.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023", cuyos autores son GUARNIZO CASTILLO ERWIN JOEL, CASTILLO MORE MARVIN OMAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 01 de Febrero del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN <b>DNI:</b> 80225075 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4805-3860	Firmado electrónicamente por: ARYMARCELOS el 01-02-2024 10:17:16

Código documento Trilce: TRI - 0736615



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CASTILLO MORE MARVIN OMAR, GUARNIZO CASTILLO ERWIN JOEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
GUARNIZO CASTILLO ERWIN JOEL <b>DNI:</b> 74079260 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2008-6991	Firmado electrónicamente por: EGUARNIZO el 06-02-2024 18:39:43
CASTILLO MORE MARVIN OMAR <b>DNI:</b> 75500107 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6987-3745	Firmado electrónicamente por: MCASTILLOMOR el 07-02-2024 14:39:41

Código documento Trilce: INV - 1525972

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	14
Variable independiente: aditivos retardantes .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
3.5. Procedimientos .....	21
3.6. Método de análisis de datos .....	23
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN .....	95
VI. CONCLUSIONES .....	102
VII. RECOMENDACIONES .....	103
REFERENCIAS.....	104
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de la investigación .....	14
Tabla 2. Población para ensayos slump .....	17
Tabla 3. Población para medir la resistencia .....	18
Tabla 4. población de para medir el % de volumen de vacíos .....	19
Tabla 5. población de para medir la tasa de absorción .....	19
Tabla 6. Slump y trabajabilidad.....	28
Tabla 7 Pruebas Slump de los diseños. ....	28
Tabla 8. Guía para determinar la consistencia norma ASTM C143-19.....	30
Tabla 9. Consistencia de las mezclas de cada diseño norma ASTM C143-19.	30
Tabla 10. Tasa de absorción de los testigos y volumen de vacíos .....	33
Tabla 11. Análisis granulométrico por tamizado de arena zarandeada M-1 .....	37
Tabla 12. Análisis Granulométrico del agregado fino (MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88).....	42
Tabla 13. Cantidades según tablas Association Concrete Institute. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C .....	48
Tabla 14. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño Patrón. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C .....	48
Tabla 15. Pesos de los agregados para una tanda de 25 L – Diseño patrón. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C. ....	50
Tabla 16. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 0.5% aditivo SikaTard® .....	52
Tabla 17. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 l - diseño 0.5% Aditivo Retardante.....	52
Tabla 18. Especificaciones del diseño 0.5%.....	53
Tabla 19. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 1.0% aditivo SikaTard® .....	54
Tabla 20. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 1.0% Aditivo Retardante.....	54
Tabla 21. Especificaciones del diseño al 1.0%.....	55
Tabla 22. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 2.0% aditivo SikaTard®PE.....	56

Tabla 23. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 2.0% Aditivo Retardante.....	56
Tabla 24. Fecha de moldeo y roturas .....	57
Tabla 25. Cuadro comparativo entre temperatura del ambiente y el de la mezcla de acuerdo al % de aditivo SikaTard®PE incorporado.....	58
Tabla 26. Resistencia a la comprensión a los 7 días según especificaciones de SikaTard®PE.....	59
Tabla 27. Resistencias obtenidas comparada a las esperadas .....	60
Tabla 28. Resistencia a la comprensión a los 14 días según especificaciones de SikaTard®PE.....	61
Tabla 29. Resistencias obtenidas comparada a las esperadas a los 14 días...	61
Tabla 30. Resistencia a la comprensión a los 21 días según especificaciones de SikaTard®PE.....	63
Tabla 31. Resistencias obtenidas comparada a las esperadas a los 21 días...	63
Tabla 32. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 2.5% aditivo SikaTard® .....	65
Tabla 33. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 2.5% Aditivo Retardante.....	66
Tabla 34. Especificaciones del al 2.5% .....	66
Tabla 35. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 2.5% aditivo SikaTard® con reducción de agua .....	68
Tabla 36. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 2.5% Aditivo Retardante SikaTard® PE.....	68
Tabla 37. Especificaciones del diseño con reducción de agua .....	68
Tabla 38. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 2.5% aditivo retardante SikaTard® PE con reducción de agua.....	70
Tabla 39. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 2.5% Aditivo Retardante SikaTard® PE.....	70
Tabla 40. Especificaciones del diseño 2,5% con reducción de agua.....	70
Tabla 41. Slump de las muestras con incorporación de aditivo por encima de los valores recomendados por SikaTard® PE .....	72
Tabla 42. Trabajabilidad y consistencia de las mezclas del diseño con agua reducida (norma ASTM C143-19) .....	73

Tabla 43. Tasa de absorción y volumen de vacíos de los testigos al 2.5% de aditivo con reducción de agua. ....	75
Tabla 44. Resistencias obtenidas de las roturas a los 7 días .....	78
Tabla 45. Resistencias obtenidas comparada a las esperadas .....	79
Tabla 46. Resistencias obtenidas de las roturas a los 14 días .....	80
Tabla 47. Resistencias obtenidas comparada a las esperadas .....	80
Tabla 48. Resistencias obtenidas de las roturas a los 21 días .....	81
Tabla 49. Resistencias obtenidas comparada a las esperadas .....	82
Tabla 50. Relación entre el porcentaje de aditivo SikaTard® PE añadido y la temperatura, la absorción, la permeabilidad y la resistencia.....	84
Tabla 51. diseño de concretos de acuerdo al porcentaje de sustitución en relación con la temperatura, trabajabilidad consistencia, % de volumen de vacíos, absorción y resistencia.....	88
Tabla 52. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk.....	89
Tabla 53. Prueba de regresión múltiple .....	90
Tabla 54. Análisis ANOVA sobre el % de aditivo añadido y cada una de las variables dependientes: .....	92
Tabla 55. Operacionalización de las variables .....	1

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Llenado del cono de Abrams .....	27
Figura 2. Tasa de absorción .....	34
Figura 3. Porcentaje de volumen de vacíos.....	35
Figura 4. Curva granulométrica del agregado grueso. ....	41
Figura 6. Cuadro comparativo entre temperatura del ambiente y el de la mezcla de acuerdo al % de aditivo SikaTard®PE incorporado.....	58
Figura 7. Porcentaje de volumen de vacíos de acuerdo a la relación aguas cemento.....	76
Figura 8. Tasa de absorción de acuerdo a la relación agua cemento.....	77

## RESUMEN

La investigación se centró en analizar la influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en el clima de Sullana en 2023. Enfoque cuantitativo y de diseño experimental transversal, las muestras incluyeron 21 ensayos de trabajabilidad, 54 de resistencia y 12 de durabilidad, con datos recogidos mediante fichas estandarizadas. Se encontró que el aditivo SikaTard®PE incrementó el Slump del concreto de 4.7" a 7.6" con adiciones de 0.5% a 2%. Además, la porosidad disminuyó de 12.63% a 8.335%, y la tasa de absorción se redujo de 0.0987 a 0.056g/cm<sup>2</sup>h<sup>1/2</sup> con un 2% de aditivo. A los 7 días se observó una mejora con el 1% de aditivo (273.51 vs 218.24kg/cm<sup>2</sup>), y a los 14 y 21 días, las mezclas con 2% de aditivo mostraron las mayores resistencias (370.31 y 408.26kg/cm<sup>2</sup>). Superar la dosis máxima de aditivo a 2.5% aumentó el Slump, pero disminuir el agua mejoró la resistencia. El ANOVA reveló que los aditivos influyen significativamente en la trabajabilidad y la tasa de absorción, el volumen de vacíos, pero no en la resistencia a la compresión. Se concluyó que, su influencia del SikaTard®PE en la resistencia del concreto no es significativa.

**Palabras clave:** Aditivos retardantes, durabilidad, efectos climáticos, propiedades del concreto, resistencia a la compresión, trabajabilidad.

## ABSTRACT

The research focused on analyzing the influence of retarding additives on the workability, durability and resistance of concrete in the climate of Sullana in 2023. Quantitative approach and cross-sectional experimental design, the samples included 21 workability tests, 54 resistance tests and 12 of durability, with data collected through standardized sheets. It was found that the SikaTard®PE admixture increased the concrete slump from 4.7" to 7.6" with additions of 0.5% to 2%. Furthermore, the porosity decreased from 12.63% to 8.335%, and the absorption rate decreased from 0.0987 to 0.056g/cm<sup>2</sup>h<sup>1/2</sup> with 2% additive. At 7 days an improvement was observed with 1% additive (273.51 vs 218.24kg/cm<sup>2</sup>), and at 14 and 21 days, the mixtures with 2% additive showed the highest resistance (370.31 and 408.26kg/cm<sup>2</sup>). Exceeding the maximum additive dose to 2.5% increased Slump, but decreasing water improved resistance. The ANOVA revealed that the additives significantly influence the workability and absorption rate, the volume of voids, but not the compressive strength. It was concluded that the influence of SikaTard®PE on the strength of concrete is not significant.

**Keywords:** Retarding additives, durability, climatic effects, concrete properties, compressive strength, workability.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto, uno de los materiales más utilizados en la construcción moderna, presenta una serie de propiedades que varían en función de múltiples factores. Uno de estos factores, que a menudo se pasa por alto, es la temperatura a la que se lleva a cabo la fundición y el curado. Diversos estudios e investigaciones han comenzado a arrojar luz sobre cómo exactamente la temperatura influye en el proceso de fundición y cuáles son las implicaciones para la industria de la construcción.

Orozco, Ávila, Restrepo y Parody (2018) realizaron un estudio exhaustivo en el que se demostró que incluso fluctuaciones de temperatura aparentemente insignificantes pueden tener un impacto profundo. El estudio reveló que una variación de tan solo 10°C podría afectar el asentamiento del concreto en hasta 20 mm, y, además, prolongar el tiempo necesario para que ocurra este asentamiento en un 50%. A través de experimentos cuidadosamente controlados, encontraron que el curado del concreto a una temperatura moderada de 23°C producía resistencias comparables a las de un curado a 32°C durante tres días. Estas resistencias se mantuvieron consistentes al menos hasta el séptimo día.

No solo la resistencia, sino también otros factores de calidad del concreto, como la durabilidad, se ven afectados por las condiciones de temperatura. Orozco et al. (2018) también observaron que la temperatura promedio de 28,5°C, combinada con una humedad relativa de 79-81% y velocidades de viento de 3,9 m/s, representaban condiciones desafiantes para mantener la calidad del concreto. Las implicaciones de esto son vastas, ya que muchas regiones del mundo experimentan temperaturas y condiciones similares, especialmente en los meses más cálidos. La National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA, 2020) respaldó estos hallazgos, haciendo hincapié en cómo el clima cálido lleva a una mayor evaporación del agua durante el proceso de curado. Esta pérdida acelerada de agua puede resultar en problemas serios, como la contracción plástica, que finalmente lleva a la formación de grietas en el concreto. Estas grietas no sólo afectan la estética

de las estructuras, sino que también pueden comprometer su integridad estructural.

Pero estos problemas no se limitan a un solo lugar. En Arabia Saudita, las altas temperaturas causaron complicaciones en la mezcla del concreto. Las condiciones desérticas aceleran la pérdida de agua, lo que afecta la manejabilidad y aumenta el riesgo de fisuras (Al-Swaidani et al., 2018). En Egipto, Aziz et al. (2019), reportó que las altas temperaturas del lugar disminuyeron la plasticidad del concreto, dificultando su colocación y compactación adecuada. Así mismo Wang et al. (2019) informo que en China la evaporación del agua debido al calor redujo la manejabilidad del concreto, aumentando el riesgo de grietas; dificultando además la manipulación, por lo que el uso de aditivos puede mejorar su colocación y controlar el endurecimiento acelerado.

En el ámbito latinoamericano González et al. (2018), indicó que las altas temperaturas afectaron el manejo del concreto y aumentaron el riesgo de fisuras en Chile y otras áreas de Latinoamérica. En el Perú una investigación de la PUCP encontró que, en climas cálidos, altas temperaturas aceleraron el endurecimiento del concreto y dificultaron su manipulación. (PUCP, 2016). Así mismo Flores, indicó que las altas temperaturas afectaron resistencia y trabajabilidad del concreto., sin embargo, añadió que los aditivos y protección adecuada mejoraron su calidad (Flores et al., 2017). Esto fue refrendado por el BID en Perú, que señaló que además que la calidad de materiales de construcción la temperatura influyó en manipulación del concreto (BID, 2019).

Así mismo en el ámbito local, se observó que el clima cálido y húmedo afecta calidad y resistencia del concreto según estudio de la UNP. Impacto importante en construcción de infraestructura. (UNP, 2020).

En la provincia de Sullana, que forma parte del departamento de Piura, se encuentran condiciones climáticas particulares, como temperaturas que varían entre 28°C y 33°C, precipitaciones del 52%, humedad del 68% y vientos de 16 km/h.

Por lo expuesto anteriormente la investigación tiene una justificación práctica dado que busca mejorar la calidad del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023, garantizando la estabilidad y durabilidad de las estructuras en proyectos de construcción; una Justificación teórica: La investigación se basa en teorías sobre aditivos retardantes en concreto y analiza cómo estos pueden optimizar la trabajabilidad y resistencia del concreto en las condiciones de Sullana 2023, validando o refutando teorías existentes y ofreciendo recomendaciones para una construcción eficiente y segura y una Justificación social, dado que las condiciones climáticas específicas de Sullana, como altas temperaturas y humedad, pueden afectar negativamente el concreto. La investigación busca mitigar estos efectos adversos y mejorar la integridad estructural del concreto, beneficiando a la comunidad de ingenieros y profesionales de la construcción en Sullana y áreas similares.

Por todo lo expuesto resulta pertinente que la presente investigación plantee la pregunta: ¿influyen positiva y significativamente los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023?

Así mismo propone las siguientes preguntas específicas: ¿Cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de aditivo retardante de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto Sullana 2023? ¿Cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de diferentes concentraciones a las comerciales de aditivo retardante Sullana 2023?, ¿Las condiciones climáticas específicas de Sullana (temperatura, humedad, precipitaciones) influyen en el comportamiento del aditivo retardante y en las propiedades del concreto?

En tal sentido se plantea como objetivo general: Analizar si existe influencia positiva y significativa de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023.

Para la consecución del objetivo general se plantea como objetivos específicos: a) Analizar cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de aditivo retardante de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto Sullana 2023; b) Analizar cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de diferentes concentraciones a las comerciales de aditivo retardante Sullana 2023; c) Analizar si las condiciones climáticas específicas de Sullana (temperatura, humedad, precipitaciones) influyen en el comportamiento del aditivo retardante y en las propiedades del concreto.

De lo anterior se plantea como hipótesis general ( $H_i$ ): Existe influencia positiva y significativa de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional citamos al Instituto Americano del Hormigón [ACI] (2018), durante investigación que tenía como objetivo investigar el efecto de los aditivos retardantes en el asentamiento del concreto, mediante una metodología de enfoque cuantitativo y de diseño experimental.

Obtuvieron como resultado que las mezclas de hormigón que incorporaban aditivos retardantes presentaron un asentamiento significativamente mayor en comparación con las mezclas sin aditivos retardantes. De hecho, refieren que el asentamiento en las mezclas con aditivos retardantes fue hasta un 200% mayor en comparación con las mezclas sin aditivos retardantes. En conclusión, según el estudio realizado por el ACI, se observaron un impacto significativo de la inclusión de aditivos retardantes en el concreto, resultando en un aumento del asentamiento y una mejora en la trabajabilidad.

Beldaa et al. (2019). En su investigación titulada “Efecto del humato potásico como sustancia húmica procedente de sedimentos fluviales sobre la reología, la hidratación y el desarrollo de la resistencia de una pasta de cemento”. Que tuvo como objetivo cuantificar los efectos de las sustancias húmicas en la reología, la cinética de hidratación y la resistencia a compresión de una pasta de cemento. Mediante su investigación cuantitativo, experimental, obtuvieron como resultados, que la adición de sustancias húmicas (HS) o lignosulfonato de calcio (CL) afecta las propiedades de las pastas de cemento. También refieren que la adición retardada de los aditivos reduce el esfuerzo de cedencia y retrasa la hidratación. Sin embargo, afirman que disminuye la resistencia a la compresión, especialmente en etapas tempranas. A largo plazo, el efecto negativo en la resistencia persiste para la adición de HS. Para lo cual no observaron ningún impacto significativo a largo plazo para la adición retardada de HS.

Se concluyó que las sustancias húmicas y el lignosulfonato de calcio mejoran la trabajabilidad y prolongan el período de inactividad de las pastas de cemento. Sin embargo, la adición retardada de sustancias húmicas disminuye la resistencia inicial. La hidratación del cemento se retarda y la liberación de calor acumulada es comparable a la pasta de referencia.

Reymundo y Caller (2020). En su investigación que tuvo como objetivo mejorar las propiedades del concreto embolsado UNICON y TOPEX. Llevaron a cabo un estudio cuantitativo y experimental. Realizaron pruebas de resistencia a compresión a diferentes edades (3, 7 y 28 días).

Donde sus resultados obtenidos fueron a los 28 días donde mostraron una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> para UNICON con 4.99 l/bolsa y un asentamiento de 7.19". En el caso de TOPEX, se obtuvo una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> con 4.41 l/bolsa y un asentamiento de 7.15". Se observó que aumentar la cantidad de agua resultaba en una mayor trabajabilidad del concreto, pero también se manifestaba una ligera segregación y una disminución en la resistencia a compresión. En conclusión, que al incrementar la cantidad de agua por bolsa de concreto mejoraba la trabajabilidad, pero a su vez ocasionaba una ligera segregación y una reducción en la resistencia a compresión del concreto embolsado UNICON y TOPEX.

Mohammed et al. (2022). En su investigación que tenía como objetivo principal proponer dos ecuaciones multiescalar sistemáticas para estimar la tensión máxima del hormigón modificado con polímeros. Mediante una metodología de estudio de enfoque cuantitativo y de diseño experimental.

Sus resultados evidenciaron que los aditivos reductores de agua disminuyeron el contenido de agua en la mezcla de concreto, lo que afectó la trabajabilidad del concreto después de 30 minutos. Sin embargo, mejoran significativamente la resistencia a la compresión, especialmente en mezclas con 350 kg de cemento. La adición de polímeros crea una red de fibras en el concreto, reduciendo espacios vacíos y aumentando la viscosidad y resistencia a la compresión del concreto endurecido. Concluyendo que La adición de polímeros incrementa la resistencia del concreto hasta un 250%, siendo el polímero RC897 el más efectivo. Los polímeros dispersaron las partículas de cemento, redujeron los espacios vacíos y aumentaron la densidad. También redujeron la cantidad de agua necesaria en la mezcla. El modelo M5P-tree fue el más preciso para predecir la resistencia en comparación con el modelo NLR.

Ramadan et al 2022. En su investigación titulada “El efecto del clima cálido en la resistencia mecánica y durabilidad del concreto”. Que cuyo objetivo de la investigación fue analizar los problemas asociados a la colocación de concreto en condiciones climáticas calurosas y tomar precauciones adecuadas según las normas estándar. Su enfoque fue cuantitativo, mediante una metodología de recopilación sistemática.

Sus resultados indicaron que las altas temperaturas afectan negativamente la resistencia, generando pérdida de agua rápida y aumentando el riesgo de agrietamiento por contracción plástica. También incrementan la permeabilidad del concreto y aceleran la carbonatación, disminuyendo la protección contra la corrosión del acero de refuerzo. El calor provocó retracción por secado y agrietamientos, comprometiendo la integridad y apariencia del concreto. En conclusión, que el concreto enfrenta desafíos como la reducción de resistencia, agrietamiento por contracción plástica y mayor permeabilidad. La inclusión de materiales cementantes suplementarios mejora su resistencia y durabilidad. La temperatura elevada acelera la carbonatación y se requieren medidas de control para garantizar su rendimiento y calidad en climas calientes.

En el ámbito nacional se han utilizado los estudios de Mego (2019). En Lima cuya investigación tuvieron como objetivo determinar la influencia del aditivo sika retarder PE y la azúcar blanca como efecto para un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> en elemento columna. Mediante un enfoque explicativo-experimental.

Sus resultados mostraron que la dosis de 0.60% de Sika Retarder PE resultó en la resistencia más alta de 383.80 kg/cm<sup>2</sup>. Para el concreto adicionado con azúcar blanca, la dosis mínima de 0.075% mostró la resistencia más alta de 345.37 kg/cm<sup>2</sup>. El aditivo Sika Retarder PE en dosis de 0.60% proporcionó la mayor fluidez en el ensayo de asentamiento del concreto. La dosis óptima de azúcar blanca fue de 0.25%, con un asentamiento de 6 1/4 pulgadas. La dosis de 0.25% de azúcar blanca tuvo un tiempo de fraguado largo de aproximadamente 18 horas.

Se concluyó que las dosis de 0.60% de Sika Retarder PE y la dosis mínima de 0.075% de azúcar blanca son las dosis óptimas para obtener la resistencia más alta en el concreto, que el aditivo Sika Retarder PE en una dosis del 0.60% proporcionó la mayor fluidez en el ensayo de asentamiento del concreto, mientras que una dosis del 0.25% de azúcar blanca mostró un asentamiento de 6 1/4 pulgadas, pero también presentó un tiempo de fraguado prolongado de aproximadamente 18 horas.

Jucos y Gómez (2021), en Tarapoto, en su investigación que tuvo como objetivo principal Analizar el comportamiento del Aditivo Retardante en el proceso inicial de fraguado del concreto en las obras de la ciudad de Yurimaguas, Alto Amazonas – Loreto. Su metodología fue cuantitativa de diseño experimental.

Cuyos resultados mostraron que la granulometría de los materiales no cumplió con los estándares establecidos, pero su peso específico, absorción y contenido de humedad se encontraron dentro de los rangos aceptables. En cuanto al agregado fino, se determinó que cumplió con los requisitos granulométricos establecidos, y sus propiedades como el módulo de finura, peso específico, absorción y contenido de humedad también estuvieron dentro de los rangos adecuados, la dosis de 0.35% de aditivo obtuvo la mayor resistencia a la compresión, seguida por la dosis de 0.275%. El tiempo de fraguado del concreto aumentó a medida que se incrementaba la cantidad de aditivo.

Se concluyó que el porcentaje óptimo de aditivo retardante es del 0.35% del peso del cemento, equivalente a 1.24 litros por metro cúbico de concreto. El aditivo retarda el fraguado, mejorando la trabajabilidad del concreto durante más tiempo. El aditivo no afectó significativamente la temperatura ni el peso del concreto. La cantidad óptima para un concreto de resistencia objetivo de 210 kg/cm<sup>2</sup> en temperaturas superiores a los 32°C es de 1.24 litros, con un costo de S/ 382.56 por metro cúbico de concreto. Los resultados mostraron una resistencia de 216.28 kg/cm<sup>2</sup> en los ensayos de trabajabilidad y resistencia a la compresión.

Bazán (2022), en Trujillo, en su investigación que tuvo como objetivo determinar la influencia del uso de aditivos acelerantes y retardantes en el desarrollo de resistencia a la compresión de un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. Fue un estudio de enfoque cuantitativo de diseño experimental.

Obtuvieron como resultados, que la mezcla de concreto con aditivo retardante tuvo mayor trabajabilidad y resistencia en comparación con la mezcla sin aditivo retardante. El asentamiento fue de 120 mm en la mezcla con aditivo y 80 mm en la mezcla sin aditivo. La resistencia a la compresión fue de 30 MPa en la mezcla con aditivo y 25 MPa en la mezcla sin aditivo, mientras que la resistencia a la flexión fue de 6 MPa y 4 MPa, respectivamente. Los aditivos retardantes pueden mejorar significativamente la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Trujillo, Perú. Se concluyó que los aditivos retardantes pueden ser una herramienta valiosa para los productores de concreto y contratistas que trabajan en esta región.

La presente investigación se fundamenta teóricamente en Neville, A.M. y Brooks, J.J., quienes señalan que el uso de aditivos retardantes, son necesarios para una mayor trabajabilidad del concreto durante un tiempo prolongado, lo que es especialmente beneficioso en climas cálidos y húmedos (Neville y Brooks, 2010)

También en los retardadores en las propiedades en fresco del hormigón autocompactante" que indicó que la inclusión de aditivos retardantes mejora significativamente la trabajabilidad del concreto autocompactante; ayudando al concreto a controlar la fluidez del concreto, permitiendo una mejor distribución de los agregados y una reducción en la segregación y la exudación (Ghafoori et al, 2014).

Para una mejor comprensión de la investigación, es importante definir las dimensiones y las variables del estudio.

Las variables consideradas en este estudio fueron los aditivos retardantes, la trabajabilidad, la durabilidad y la resistencia del concreto.

Rahman y Jamali (2022) definieron la variable aditivo retardante como una sustancia química que se agrega al concreto para retrasar el proceso de fraguado y endurecimiento. Su principal función es prolongar la trabajabilidad del concreto, especialmente en condiciones climáticas adversas como temperaturas bajas.

Respecto a la variable trabajabilidad de acuerdo a Portland Cement Association (USA), es la facilidad con la que se puede colocar, compactar y dar acabado al concreto fresco, así como a su resistencia a la segregación. Asimismo, los componentes del concreto no deben separarse durante el transporte y el manejo (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, y Tanesi, 2004).

Para comprender completamente la trabajabilidad del concreto, se consideraron las dimensiones como la consistencia, la plasticidad y la cohesión.

Según Mindess, Young y Darwin en su libro "Concrete", la consistencia del concreto se define como una característica del concreto fresco que influye en su fluidez y en la facilidad con la que puede ser mezclado, transportado, colocado y compactado, sin presentar problemas de segregación o exceso de sangrado (Mindess, Young y Darwin, 2003). La plasticidad es característica fundamental para la versatilidad y el rendimiento del concreto en diversas aplicaciones de la construcción (Mindess, et al., 2003; Hassouna y Abu-Zant, 2016; Hashim, Hejazi, y Lei, 2020). La cohesión del concreto es la capacidad del material para mantener unida y compacta su estructura interna. Según diversos autores, la cohesión es fundamental para garantizar la resistencia y la durabilidad del concreto en diferentes aplicaciones de la construcción (Mindess, et al., 2003).

Respecto a la variable durabilidad de acuerdo a Sanjayan y Nazari (2013), la durabilidad del concreto se refiere a la capacidad del concreto para resistir diversos factores adversos que pueden deteriorar su calidad y comprometer su resistencia. Los factores adversos como corrosión, abrasión, ataques químicos, carbonatación, infiltración de agua y ciclos de congelación y deshielo pueden provocar daños en el concreto, como grietas, corrosión del

acero, degradación de los agregados y pérdida de resistencia. Estos factores acortan la vida útil de la estructura. (Sanjayan, y Nazari, 2013; Coppola et al., 2022), las dimensiones de la variable son porosidad y permeabilidad.

La variable durabilidad fue operacionalizada a través de las dimensiones porosidad y la permeabilidad.

De acuerdo a Pinto et al., la porosidad del concreto se relaciona con la cantidad y disposición de los huecos vacíos presentes en su estructura en diferentes tamaños y pueden contener aire, agua u otros gases, afectado la durabilidad (Pinto et al., 2018; Sánchez, 2021, Kewalramani, 2021). Mientras que la permeabilidad del concreto se refiere a su capacidad de permitir el paso de líquidos, como el agua, a través de su estructura. Una alta permeabilidad puede generar problemas como la corrosión de las armaduras de acero, la infiltración de sustancias químicas nocivas y la degradación de los componentes del concreto. (Amoros et al., 1992, citado en Bautista 2020; Park et al., 2022).

La variable resistencia a la compresión del concreto, se define como la capacidad del material para resistir fuerzas de compresión aplicadas sobre él. Es una propiedad fundamental del concreto que indica su capacidad para soportar cargas y resistir la deformación bajo compresión (Rodríguez y Reyes, 2020). Las dimensiones que permitirán la operacionalización de la variable son la edad del concreto, la relación agua-cemento, dosificación del concreto, la calidad de los materiales, curado del concreto., las condiciones ambientales durante el proceso de curado y la resistencia a la compresión.

La relación agua-cemento (A/C), se refiere a la proporción entre la cantidad de agua utilizada en la mezcla de concreto y la cantidad de cemento. Una relación A/C inadecuada puede afectar negativamente la resistencia a la compresión, la permeabilidad, la resistencia a la abrasión y la resistencia a la corrosión del concreto (Solis et al., 2019; Medeiros et al., 2019; Zambrano et al., 2022).

La dosificación del concreto implica la determinación precisa de las proporciones de los componentes clave, como el cemento, los agregados

(arena y grava), el agua y los aditivos, utilizados en la mezcla. (Santamaría et al., 2021; Ayala et al., 2022).

La norma técnica para las pruebas y ensayos se explica a continuación:

- (Slump test) (NTP 339.035; ASTM C143-78)
- Absorción del Concreto (Norma Técnica Peruana 339.187; ASTM C642)
- Días (7, 14, 28) ASTM C31; NTP 339.033
- Peso volumétrico (NTP 339.088; ASTM 1602/C)
- Pruebas granulométricas (Ntp 400 037)
- Días (7, 14, 28) ASTM C31; NTP 339.033
- Ensayo de compresión.  $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  ASTM C39 o NTP 339.034.

### **III. METODOLOGÍA**

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

Se enmarcó dentro del tipo de investigación aplicada debido a que, a través de métodos experimentales, buscaba evaluar el impacto de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto.

La presente investigación se basa en un enfoque cuantitativo, ya que su objetivo es analizar de manera precisa y medible el efecto de los aditivos retardantes en variables claves del concreto, como la trabajabilidad, durabilidad y resistencia. En ese sentido se recopilan datos numéricos a través de experimentos controlados y se emplean métodos estadísticos y matemáticos para analizar y establecer relaciones entre estas variables. Este enfoque cuantitativo proporciona un marco sólido para obtener resultados objetivos y confiables, permitiendo una comprensión más precisa de la influencia de los aditivos retardantes en las propiedades del concreto.

Es de nivel explicativa debido a que busca reconocer las causas y establecer relaciones causales entre variables. En este estudio, se tiene como objetivo examinar cómo los aditivos retardantes influyen en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas particulares de Sullana en el año 2023. Se busca determinar si existe una relación causal entre la utilización de estos aditivos y las características del concreto en dicho entorno climático específico.

El diseño de la investigación es experimental de corte transversal. Debido a que, se manipula la variable independiente aditivos retardantes para observar el efecto que tiene sobre las variables dependientes trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto. En este caso, se añade diferentes cantidades de aditivos retardantes al concreto y se mide cómo influyen en su trabajabilidad, durabilidad y resistencia en las condiciones climáticas de Sullana. De esta manera, se busca establecer si la adición de aditivos retardantes causa un efecto sobre las propiedades del concreto.

Tabla 1. Diseño de la investigación

Grupo		Tratamiento	Posprueba
GC: cilíndricos	Testigos	Sin tratamiento	O <sub>1</sub> : Trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto.
GE: cilíndricos	Testigos	X <sub>1</sub> : Con aditivo retardante	O <sub>2</sub> : Trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto.

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** aditivos retardantes

#### Definición conceptual

Los aditivos retardantes son sustancias químicas que se añaden al concreto para retrasar el proceso de fraguado, lo que permite aumentar el tiempo de trabajo del concreto y mejorar su trabajabilidad. Estos autores destacan que los aditivos retardantes no afectan la resistencia final del concreto, pero pueden afectar la resistencia inicial si se utilizan en exceso. (Nokken y Shah 2018)

#### Definición operacional

La variable del aditivo retardante será definida operativamente como la proporción del aditivo retardante añadido a la mezcla de concreto, expresada como un porcentaje del peso del cemento utilizado; permitiendo a los investigadores medir la variable de manera coherente y confiable, lo cual es esencial para asegurar la validez de los resultados de la investigación.

**Variables dependientes:** trabajabilidad, durabilidad y resistencia a la compresión del concreto en las condiciones climáticas de Sullana.

#### Trabajabilidad

##### Definición conceptual

La trabajabilidad la definen como "la facilidad con la que el concreto se puede mezclar, transportar, colocar y compactar sin segregación excesiva o exudación". Estos autores destacan que la trabajabilidad es una propiedad importante del concreto que afecta su resistencia, durabilidad y apariencia. (Neville y Brooks 2010)

### **Definición operacional**

La definición operacional de la variable de trabajabilidad se realizará a través de distintos métodos de medición. El primero de ellos es la prueba de asentamiento, que consiste en observar cuánto se asienta el concreto al retirar un cono estándar. Esta prueba brinda información sobre la fluidez del material; la prueba de mesa de flujo, que evalúa la distancia que el concreto puede fluir sobre una superficie plana, proporcionando datos más detallados sobre su capacidad de movimiento y la prueba del embudo en V, la cual se enfoca en medir el tiempo que tarda el concreto en fluir a través de un embudo estándar, lo cual permite evaluar su cohesión.

**Dimensiones:** Las dimensiones de la trabajabilidad del concreto incluyen la **consistencia** (Mindess, Young y Darwin, 2003).

### **Durabilidad**

#### **Definición conceptual**

La durabilidad del concreto la definen como "la capacidad de un miembro de concreto para resistir los efectos ambientales, cargas y otros factores que degradan su apariencia o capacidad para cumplir su función sin exceder un límite permisible de deformación o deflexión". Este comité destaca que la durabilidad del concreto es una propiedad importante para garantizar la vida útil de las estructuras de concreto y evitar costosos trabajos de reparación y reemplazo. (ACI Committee 201.2R 2019)

#### **Definición operacional**

La definición operacional de la variable de trabajabilidad se realizará a través de distintos métodos de medición la cantidad de espacio vacío dentro de la estructura del concreto y la capacidad para permitir que los fluidos pasen a través de su estructura.

**Dimensiones:** Las dimensiones del estudio son: **la porosidad, la permeabilidad.**

## **Resistencia a la compresión del concreto**

### **Definición conceptual**

La resistencia a la compresión del concreto la definen como "la capacidad del concreto para resistir una carga de compresión aplicada axialmente en un cilindro estándar de concreto hasta que se produzca la falla". Estos autores también destacan la importancia de la resistencia a la compresión del concreto en el diseño y evaluación de estructuras de concreto. (Neville y Brooks 2010)

### **Definición operacional**

La definición operacional de la variable de trabajabilidad se realizará a través de la medición a la resistencia a la compresión mediante la máquina de ensayo de compresión.  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Dimensiones:** son la edad del concreto, la relación agua-cemento, la dosificación del concreto, la calidad de los materiales, el curado del concreto, las condiciones ambientales durante el proceso de curado y la resistencia a la compresión.

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

### **Población:**

La población objetivo son todas las muestras de concreto en las condiciones climáticas de Sullana en el año 2023 que se someterán a las distintas pruebas y ensayos conforme a la norma ASTM C31.

## Respecto a las pruebas de trabajabilidad:

Tabla 2. Población para ensayos slump

Mezcla	a/c	Tiempo	Nº de muestras
Patrón (0.0 %)	0.568	15 minutos	1
		30 minutos	1
		45 minutos	1
0.50%	0.568	15 minutos	1
		30 minutos	1
		45 minutos	1
1.0%	0.568	15 minutos	1
		30 minutos	1
		45 minutos	1
2.0%	0.568	15 minutos	1
		30 minutos	1
		45 minutos	1
2.50%	0.568	15 minutos	1
		30 minutos	1
		45 minutos	1
2.50%	0.497	15 minutos	1
		30 minutos	1
		45 minutos	1
2.5%	0.443	15 minutos	1
		30 minutos	1
		45 minutos	1
<b>TOTAL</b>			<b>21</b>

Nota. En la tabla se observa que la población de los ensayos de slump estuvo conformada por 21 ensayos, distribuidos en siete porcentajes de aditivo. Que presenta diferencia en la relación agua-cemento (a/c) en los porcentajes por encima de lo recomendado por el fabricante. Para cada una de estas mezclas, se realizaron pruebas de slump a intervalos de tiempo post-mezcla de 15, 30 y 45 minutos, lo cual permitió un análisis detallado del efecto del aditivo sobre la trabajabilidad y consistencia del concreto en el tiempo inmediatamente después de la mezcla.

## Respecto a los testigos para las pruebas de resistencia:

Aunque la base para determinar el número de testigos proviene de la norma ASTM C109/C109M, es importante notar que esta es una norma de ensayo de resistencia a la compresión de morteros hidráulicos utilizando especímenes cúbicos.

Según la norma ASTM C109/C109M:

Para concretos con resistencias esperadas menores de 25 MPa (250 kg/cm<sup>2</sup>), se requieren al menos 3 muestras.

Para aquellos con resistencias esperadas entre 25 y 50 MPa (250 y 500 kg/cm<sup>2</sup>), el mínimo es de 5 muestras.

Y para concretos con resistencias que superan los 50 MPa (500 kg/cm<sup>2</sup>), se necesitan al menos 7 muestras.

Dada la necesidad de precisión y tomando en cuenta las distintas proporciones a evaluar, se determinó lo siguiente:

*Tabla 3. Población para medir la resistencia*

<b>Porcentaje de aditivo</b>	<b>a/c</b>	<b>A los 7 días</b>	<b>A los 14 días</b>	<b>A los 21 días</b>	<b>Total</b>
<b>Patrón (0.0%)</b>	0.568	3	3	3	9
<b>0.5%</b>	0.568	3	3	3	9
<b>1.0%</b>	0.568	3	3	3	9
<b>2.0%</b>	0.568	3	3	3	9
<b>2.5%</b>	0.497	3	3	3	9
<b>2.5%</b>	0.443	3	3	3	9
<b>TOTAL</b>					<b>54</b>

Nota. La Tabla 3 se observa que el conjunto de testigos que se analizaron fue de 54, divididas en grupos basados en el porcentaje de aditivo y la relación agua-cemento. Cada grupo incluyó pruebas de resistencia a los 7, 14 y 21 días, permitiendo un análisis detallado del impacto de los aditivos en el desarrollo de la resistencia del concreto a lo largo del tiempo.

## Respecto a los testigos para las pruebas de durabilidad:

Tabla 4. Población de para medir el % de volumen de vacíos

Nº	Testigos	a/c	Nº de muestras
1	Patrón (0.0 %)	0.568	1
			1
2	0.50%	0.568	1
			1
3	1.0%	0.568	1
			1
4	2.0%	0.568	1
			1
5	2.50%	0.497	1
			1
6	2.50%	0.443	1
	<b>TOTAL</b>		<b>12</b>

Nota. En la tabla se observa que el número de testigos empleados para medir el porcentaje de volumen de vacíos fue de 6, correspondiente a seis distintas mezclas de concreto, resultando en un total de 12 muestras analizadas. Cada mezcla se distingue por un porcentaje específico de aditivo, desde 0.0% hasta 2.50%, considerando para ello la relación agua-cemento para las mezclas con mayor porcentaje de aditivo, lo cual refleja los ajustes de agua que se hicieron para alcanzar las propiedades deseadas del concreto.

Tabla 5. Población de para medir la tasa de absorción

Nº	Testigos	a/c	Nº de muestras
1	Patrón (0.0 %)	0.568	1
			1
2	0.50%	0.568	1
			1
3	1.0%	0.568	1
			1
4	2.0%	0.568	1
			1
5	2.50%	0.497	1
			1
6	2.50%	0.443	1
	<b>TOTAL</b>		<b>12</b>

Nota. En la tabla se observa que se emplearon 6 tipos de testigos diferentes, cada uno con dos muestras, resultando en un total de 12 muestras utilizadas para medir la tasa de absorción; lo que permitió una comparación detallada

entre los diferentes porcentajes de aditivo y su influencia en la tasa de absorción.

### **Muestra**

Dado que la investigación se enfoca en un ámbito específico y altamente especializado, se enfrenta a una población de estudio relativamente pequeña y bien definida en cada ensayo. En este contexto, la estrategia de muestreo adoptada es de tipo censal, donde la muestra investigada es, de hecho, idéntica a la población total. Esto con el fin de garantizar que cada unidad de análisis dentro de la población objetivo sea examinada, proporcionando una comprensión exhaustiva y detallada de las propiedades del concreto bajo las condiciones específicas y únicas de Sullana.

En tal sentido para los ensayos de trabajabilidad, se examinaron un total de 21 muestras, distribuidas equitativamente entre siete porcentajes de AR, variando desde 0% hasta 2.5%, con pruebas realizadas a los 15, 30 y 45 minutos post-mezcla. En cuanto a la resistencia del concreto, se analizaron 54 testigos, agrupados según el porcentaje de aditivo y la relación agua-cemento. Estos grupos incluyeron pruebas de resistencia a los 7, 14 y 21.

Para las mediciones de durabilidad, se utilizaron 12 muestras para medir tanto el porcentaje de volumen de vacíos como la tasa de absorción. En cada uno de estos ensayos, se emplearon seis tipos de testigos, correspondientes a las distintas mezclas de concreto. Cada mezcla se caracterizó por un porcentaje específico de aditivo, variando desde 0.0% hasta 2.50%, y se consideraron diferentes relaciones agua-cemento para las mezclas con mayores porcentajes de aditivo.

### **Muestreo**

El muestreo, es no probabilístico, específicamente un muestreo no probabilístico estratificado, ya que no se utilizó un proceso de selección aleatoria para elegir las muestras, sino que se dividió la muestra en estratos basados en los porcentajes de aditivos retardantes, donde se consideraron los criterios determinados por los investigadores.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Dado que se trata de una investigación experimental con el propósito de evaluar las propiedades del concreto en las condiciones climáticas de Sullana en 2023. La técnica empleada fue la observación, lo que implicó la recopilación sistemática de datos a través de la observación directa de los comportamientos y propiedades del material de estudio, en este caso, el concreto. La observación se realizó en condiciones controladas, siguiendo protocolos estandarizados alineados las normas ASTM y NTP para asegurar la confiabilidad y reproducibilidad de los resultados.

La ficha de recolección de datos fue el instrumento principal para registrar y cuantificar las observaciones realizadas durante los ensayos. Estas fichas se diseñaron para cada ensayo con la finalidad de capturar información específica y detallada en cada prueba, permitiendo el análisis posterior a fin de contrastar la hipótesis de la investigación. Las fichas fueron las siguientes:

Ficha de asentamiento del concreto: Se utilizó para documentar el asentamiento o slump del concreto en diferentes mezclas con variaciones en el porcentaje de aditivo.

Ficha de durabilidad: Se utilizó para recopilar datos sobre el volumen de vacíos y la tasa de absorción del concreto en diferentes mezclas.

Ficha de resistencia a compresión: Se utilizó para registrar los resultados de resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 21 días.

Estas mediciones son esenciales para evaluar cómo los aditivos afectan la trabajabilidad, la durabilidad y la resistencia del concreto a lo largo del tiempo, factores fundamentales en la determinación de su idoneidad para diversas aplicaciones estructurales.

### **3.5. Procedimientos**

El procedimiento inició con la selección cuidadosa de los materiales, utilizando agregados finos y gruesos de la región y cemento Pacasmayo tipo 1. Esta elección de materiales aseguró que los resultados del estudio fueran aplicables a las condiciones locales.

El diseño de las mezclas de concreto fue el siguiente paso clave. Se estableció inicialmente una mezcla patrón sin AR, que sirvió como referencia para las mezclas experimentales. Luego, se diseñaron mezclas de concreto con resistencias de 210 kg/cm<sup>2</sup>, integrando aditivos retardantes en proporciones de 0.5%, 1.0%, 2.0%, y 2.5%. Es importante destacar que para 2 de las mezclas con 2.5% de aditivo, se realizó una reducción en la cantidad de agua para ajustar la trabajabilidad y las propiedades del concreto.

Después de definir las proporciones de cada mezcla, el proceso continuó con la preparación del concreto para cada dosificación. Esta fase fue crucial para asegurar la consistencia y uniformidad en todas las mezclas, lo cual es esencial para la validez de los ensayos y mediciones posteriores.

La evaluación de la trabajabilidad del concreto se llevó a cabo a través de ensayos de asentamiento (slump) para todas las mezclas, incluyendo el patrón y las dosificaciones con AR. Estos ensayos proporcionaron información valiosa sobre cómo los aditivos y las variaciones en la relación agua-cemento afectaron la consistencia y manejabilidad del concreto fresco.

Después de la preparación y evaluación de la trabajabilidad del concreto a través de los ensayos de slump, se procedió a realizar las pruebas de durabilidad, que fueron básicas para determinar la durabilidad y la eficacia del concreto en condiciones de servicio.

Finalmente, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión para todas las mezclas a los 7, 14 y 21 días, utilizando tres probetas para cada respectivo día, incluyendo las probetas patrón. Estas pruebas fueron fundamentales para determinar cómo los aditivos retardantes influyen en la evolución de la resistencia del concreto a lo largo del tiempo.

Cada una de estas muestras se sometió a pruebas específicas según los protocolos estandarizados, con el fin de evaluar la influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de la provincia de Sullana.

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

#### **Análisis Descriptivo:**

Los datos recopilados de los diversos ensayos se organizaron en hojas de cálculo de Microsoft Excel 2016, lo que permitió una presentación estructurada en tablas de doble entrada. Donde se muestra de manera clara y accesible los valores obtenidos en cada ensayo, como los resultados de slump, resistencia a la compresión y otros parámetros relevantes. Lo que facilitó una visualización directa de los datos, permitiendo identificar patrones, tendencias y variaciones de manera eficiente.

#### **Análisis Inferencial:**

El análisis inferencial de la presente investigación, se inició con una prueba de normalidad para los datos recopilados. Esta etapa preliminar fue crucial para determinar la adecuación de emplear pruebas paramétricas o no paramétricas en el análisis subsiguiente. Los resultados indicaron que los datos seguían una distribución normal, lo cual justificó la utilización de pruebas paramétricas, específicamente la regresión lineal múltiple y el análisis de varianza (ANOVA).

La regresión lineal múltiple se aplicó para investigar las interacciones entre varias variables independientes, incluyendo el porcentaje de aditivos retardantes, la relación agua-cemento, y la temperatura ambiente. Estas variables se correlacionaron con diversas variables dependientes, como la temperatura de la mezcla, la trabajabilidad (medida a través del slump), la durabilidad (reflejada en el porcentaje de volumen de vacíos y la tasa de absorción) y la resistencia del concreto. Este análisis fue importante para discernir el grado de influencia que estos factores ejercen de manera conjunta sobre propiedades cruciales del concreto, como la resistencia a la compresión.

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de varianza (ANOVA) para comparar las medias entre los distintos grupos de datos. Este procedimiento estadístico fue esencial para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, siendo un componente clave

para la verificación o refutación de la hipótesis planteada en la investigación. El ANOVA permitió evaluar de manera rigurosa la influencia de los distintos niveles de aditivos retardantes en las propiedades del concreto, proporcionando una base sólida para conclusiones estadísticamente fundamentadas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Esta investigación se realizó de acuerdo con las normativas establecidas por la Universidad Cesar Vallejo, así como las directrices de la ley universitaria y la norma ISO 690. En cada fase y etapa de la investigación, se contó con el apoyo y la orientación de asesores especializados, quienes contribuyeron con su experiencia para garantizar el cumplimiento riguroso de dichas normas. De esta manera, se asegura la autenticidad y se previene cualquier forma de plagio en el desarrollo de la investigación.

Cumplimiento de normativas: La investigación procura asegurarse de que la investigación cumpla con todas las normativas y regulaciones aplicables en el campo de la construcción, garantizando el cumplimiento de estándares de seguridad y calidad.

Uso responsable de materiales: Se utilizan y manipulan los materiales, como el concreto, los aditivos y los agregados, de manera responsable y de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes. Por lo que se consideran aspectos como la seguridad, el rendimiento y la protección del medio ambiente.

Calidad y precisión de los datos: La investigación intenta mantener altos estándares de calidad y precisión en la recopilación y registro de datos experimentales. Esto implica seguir procedimientos rigurosos, utilizar instrumentos de medición adecuados y garantizar la correcta calibración y operación de los mismos.

Transparencia y reproducibilidad: La investigación se llevará a cabo de manera transparente, proporcionando información detallada sobre los métodos y técnicas utilizadas. Además, los resultados obtenidos pueden ser

reproducibles, lo que implica que otros investigadores puedan seguir los mismos procedimientos y obtener resultados similares.

Originalidad: Se asegura la originalidad de la investigación, evitando el plagio y reconociendo adecuadamente las fuentes de información utilizadas. Cualquier referencia, cita o información obtenida de otros trabajos ha sido debidamente atribuida y citada, siguiendo los estándares éticos y académicos.

## IV. RESULTADOS

**Respecto al objetivo específico 1:** Analizar cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de aditivo retardante de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto Sullana 2023.

### **Trabajabilidad**

Para evaluar la trabajabilidad del concreto, utilizamos el método Slump con el cono de Abrams. Esta prueba mide la cohesión y fluidez del concreto fresco, factores muy importantes para su manejo y colocación.

El procedimiento fue sencillo:

Inicialmente, se preparó el cono de Abrams, que fue limpiado y humedecido antes de su uso. Se colocó dicho cono sobre una superficie plana y horizontal que no absorbiera humedad y se aseguró de que estuviera estable para evitar cualquier perturbación durante el llenado.

El concreto se introdujo en el cono en tres etapas distintas, llenando aproximadamente un tercio del volumen total en cada paso. Para cada capa de concreto vertida en el cono, se utilizó una varilla estándar para compactar la mezcla mediante 25 golpes distribuidos de manera uniforme, con el cuidado de penetrar ligeramente la capa anterior con los golpes de la varilla durante el llenado de las capas sucesivas. Este proceso se repitió hasta que el molde se llenó completamente.

Una vez llenado el cono, se eliminó el exceso de concreto de la parte superior con una regla de manera que quedara nivelada con la parte superior del cono. Acto seguido, se procedió a levantar el cono verticalmente y sin movimientos laterales para no afectar la caída del concreto.

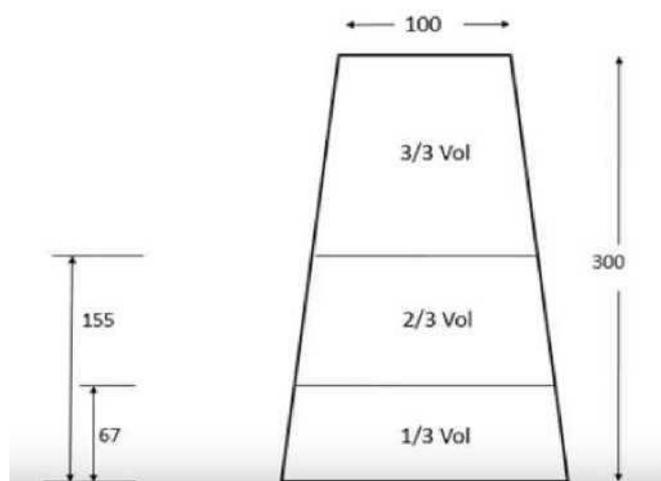
Inmediatamente después de retirar el cono, se midió el asentamiento del concreto, es decir, la distancia vertical entre la parte superior del cono y la cima del concreto subsiguiente. Esta medición se realizó en cada una de las muestras para obtener un valor promedio del revenimiento.

La prueba no solo se realizó una vez, sino que se efectuó un seguimiento de las mediciones de revenimiento cada 15 minutos, lo que permitió observar la evolución de la trabajabilidad del concreto con el tiempo en cada uno de los diseños. Este procedimiento meticuloso ayudó a comprender cómo afectaba la adición de SikaTard® PE a la mezcla del concreto fresco durante el intervalo de tiempo estipulado.

La rigurosidad en la ejecución de la prueba de revenimiento permitió obtener resultados consistentes, evidenciados en los valores de asentamiento muy similares entre las muestras de un mismo diseño, lo que demostraba una precisión y fiabilidad en el ensayo realizado. La secuencia de pasos cuidadosamente ejecutada en esta prueba es fundamental para garantizar la validez de los resultados obtenidos en la evaluación de la trabajabilidad del concreto.

Cabe mencionar que se llevaron a cabo pruebas Slump en distintos diseños de mezcla. Específicamente, para el diseño Patrón (0%), se contabilizaron tres muestras distintas. Esta misma cantidad de muestras se repitió para las concentraciones de 0.5%, 1%, 2%, y 2.5% de SikaTard® PE. Sin embargo, es importante mencionar que no se efectuaron pruebas para las concentraciones de 3% y 3.5%. En los diseños que incorporaron una reducción de agua de 26 litros y 46 litros con una concentración de 2.5%, nuevamente se realizaron tres muestras para cada uno. Sumando todas las muestras de los diseños mencionados, se realizaron en total de 21 pruebas de asentamiento.

*Figura 1. Llenado del cono de Abrams*



*Tabla 6. Slump y trabajabilidad*

ASENTAMIENTO O SLUMP	CONSISTENCIA (TIPO DE CONCRETO)	GRADO DE TRABAJABILIDAD	TIPO DE ESTRUCTURA Y CONDICIONES DE COLOCACIÓN
0" - 2,0"	MUY SECA	MUY PEQUEÑA	Para construir vigas de alta resistencia, con vibraciones de formaletas. Además de pilotes.
2,0" - 3,5"	SECA	PEQUEÑA	Para construir pavimentos con vibración mecánica.
3,5" - 5,0"	SEMI-SECA	PEQUEÑA	Para construir losas medianamente reforzadas, con vibración. Fundaciones en concreto simple. Pavimentos con vibración, así como construcciones con grandes
5,0" - 10,0"	MEDIA	MEDIA	Para construir pavimentos, con compactación manual. También columnas, vigas, así como fundaciones y muros con vibración
10,0" - 15,0"	HÚMEDA	ALTA	Utilizada para revestir túneles, trabajos que demanden mucho refuerzo, donde la colocación del concreto sea difícil, pero no debe utilizarse en compactados de gran vibración.

*Nota. La tabla expone las medidas del asentamiento, su respectiva consistencia y trabajabilidad Tomado de Niño, J (2020). Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas, Tomo 1, Tercera edición.*

*Tabla 7 Pruebas Slump de los diseños.*

DISEÑO (%SikaTard® PE)	Pulgadas (")				Observaciones
	M.1	M.2	M.3	Slump promedio	
Patrón (0)	4.5	4.8	4.8	4.7"	Se midió cada 15 min el asentamiento
0.5%	5.4	5.6	5.8	5.6"	Se midió cada 15 min el asentamiento
1%	6	6.2	6	6.07"	Se midió cada 15 min el asentamiento
2%	7.5	7.7	7.6	7.6"	Se midió cada 15 min el asentamiento

Nota. En la tabla se observa que se realizaron en diferentes diseños de concreto, donde se varió el porcentaje de adición de SikaTard® PE. Cada diseño incluyó tres muestras, observándose un alto grado de consistencia en los valores obtenidos. Esta consistencia es indicativa de la precisión y fiabilidad de las mediciones realizadas en el ensayo. Se notan cuatro diseños diferentes: el primero pertenece al patrón de control que no incluye SikaTard®

PE, mientras que los tres diseños restantes incorporan SikaTard® PE en diferentes proporciones (0.5%, 1%, y 2%); realizándose mediciones de slump en tres muestras independientes.

Así mismo se observa que el promedio de los valores de slump en cada diseño indica cómo varía la trabajabilidad del concreto con la adición de SikaTard® PE. Los datos revelan un aumento gradual del slump a medida que se incrementa el porcentaje de adición de SikaTard® PE. Este aumento en el asentamiento demuestra que la incorporación de SikaTard® PE mejora la fluidez y la manejabilidad del concreto fresco.

Además, es importante indicar que se realizó un seguimiento continuo de las mediciones de Slump cada 15 minutos para evaluar cómo evolucionaba el asentamiento con el tiempo en cada diseño. Esto es importante para comprender cómo se comporta el concreto fresco en diferentes condiciones y cómo la adición de SikaTard® PE afecta su comportamiento a lo largo del tiempo.

En conclusión, la consistencia de los valores de slump y la tendencia observada en el aumento del slump con la adición de SikaTard® PE respaldan la idea de que este aditivo tiene una influencia positiva en la trabajabilidad del concreto fresco, y su efecto puede ser controlado y ajustado mediante la selección del porcentaje adecuado de adición, según las necesidades específicas de cada proyecto de construcción.

### **Consistencia del concreto:**

Para realizar la clasificación de la consistencia del concreto se siguió los parámetros de la norma ASTM C143-19, cuyas indicaciones son las siguientes:

Tabla 8. Guía para determinar la consistencia norma ASTM C143-19

Consistencia	Rango de Slump
Seca	0" (0 cm) - 2" (5 cm)
Plástica blanda	2 a 4" (10 cm)
Fluida	4 a 8 pulgadas (20 cm)
Líquida	8 a 12 pulgadas (30.48 cm)

Nota. La norma técnica peruana NTP 339.080-2021 también dispone que el valor del Slump debe ajustarse a los parámetros definidos en el proyecto de concreto correspondiente. En términos generales, un valor de Slump más elevado sugiere una mayor capacidad de maniobra del concreto, aunque también puede ser indicativo de una mayor proporción de agua en la mezcla.

Tabla 9. Consistencia de las mezclas de cada diseño norma ASTM C143-19

DISEÑO (%SikaTard® PE)	Pulgadas (")				Consistencia	Posibles usos
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Slump promedio		
Patrón (0)	4.5	4.8	4.8	4.7"	Fluida	Zapatillas, Muros
0.5%	5.4	5.6	5.8	5.6"	Fluida	Zapatillas, Muros
1%	6	6.2	6	6.07"	Fluida	Zapatillas, Muros
2%	7.5	7.7	7.6	7.6"	Fluida	Zapatillas, Muros

Nota. En la tabla a muestra patrón (0%) tiene una consistencia "Fluida" con un valor de Slump promedio de 4.7". Por otro lado, las muestras a las que se les añadió el aditivo SikaTard® PE (0.5%, 1%, y 2%) tienen una consistencia "Fluida" con valores de slump promedio de 5.6", 6.07" y 7.6", respectivamente. Por lo que se puede concluir que todos los diseños tienen una consistencia "Fluida". Esto significa que las mezclas de concreto en todos los diseños en los que se añadió el aditivo son fluidas y adecuadas para aplicaciones como zapatas y muros, donde se requiere que el concreto fluya y se distribuya de manera uniforme en los moldes.

Por otro lado, es importante destacar que las diferencias observadas entre la muestra patrón (sin aditivo) y los diseños que incorporaron el aditivo SikaTard® PE indican un aumento significativo en la fluidez del concreto. Esta mejora en la fluidez puede tener implicaciones beneficiosas, especialmente

en aplicaciones como zapatas y muros, donde se requiere una mayor capacidad de flujo y nivelación del concreto fresco.

En conclusión, las variaciones en la consistencia entre la muestra patrón y los diseños con SikaTard® PE indican que existe un impacto positivo del aditivo en la trabajabilidad del concreto fresco. Esto significa que el concreto modificado con el aditivo puede adaptarse de manera más efectiva a las necesidades específicas de construcción, lo que puede facilitar la colocación y el moldeo en proyectos donde se requiere una fluidez adicional. Sin embargo, es importante recordar que la elección de la consistencia del concreto debe estar en línea con los requisitos específicos de cada proyecto de construcción. Además, otros factores como la resistencia y la durabilidad del concreto también deben considerarse al seleccionar la mezcla adecuada para una aplicación particular.

### **Durabilidad del concreto**

La prueba de absorción es una herramienta útil para evaluar la durabilidad del concreto. Al sumergir una muestra de concreto en agua y medir la cantidad de agua absorbida con el tiempo, se obtiene una indicación de la porosidad del material. La porosidad está directamente relacionada con la capacidad del concreto para resistir la penetración de sustancias nocivas que pueden causar corrosión del refuerzo interno o daño al concreto mismo. Por lo tanto, una baja absorción de agua sugiere una menor porosidad y, por ende, una mayor durabilidad del concreto.

### **Prueba de absorción**

La absorción es el incremento de la masa de la muestra al ser introducida en agua, dado que el agua penetra los poros de la muestra, esta prueba se hace en tiempos de 15 minutos, 30 minutos, 1 hora, 1.5 horas, 2 horas, 3 horas, 8 horas, 24 horas, 48 horas y 72 horas.

Las probetas de forma cilíndrica al 0.5% al 1.0% y al 2.0%, con 101.50 mm de diámetros y 200.40 mm de alto cada una. Se curan por 28 días, luego se sacan y se les marca la parte central, para aserrarlas (cortarlas) por el centro, razón

por la cual previamente son marcadas de acuerdo a la figura N° 9, formando 4 discos.

Esto da como resultado cuatro discos con proporciones semejantes, para el ensayo solo se utilizaron los discos del medio, para eliminar el efecto de obturación de poros que se puede generar al pintar, sellar o engrasar el disco.

El siguiente paso es someter a secado cada uno de los discos a una temperatura de 60 °C hasta que el peso sea constante, para dejar libre de burbujas los poros de los cilindros.

Luego del secado se procede a recubrir las caras de los discos con pintura impermeabilizante, para próximamente colocarlos en recipientes con agua, a una profundidad de 5 mm (agua suficiente).

La fórmula que representa la sorptividad utilizada para este cálculo fue la siguiente:

$$i = s * t^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

i: Masa acumulada de agua que fue absorbida, por unidad de área de la sección mojada.

S: (Sorptividad) tasa de absorción capilar (pendiente de la curva) en g/cm<sup>2</sup>\*h<sup>1/2</sup>

t: Tiempo de inmersión o exposición expresado en horas (72 horas).

El volumen de vacíos se calculó con la formula siguiente:

$$\text{Volumen de vacios (\%)} = \left( \frac{\text{Masa despues de inmersión y ebullición} - \text{Masa seca final}}{\text{Masa despues de inmersión y ebullición} - \text{Masa despues de inmersión sumergido aparente}} \right) \times 100$$

Tabla 10. Tasa de absorción de los testigos y volumen de vacíos

Briqueta	% de aditivo	Relación a/c	Masa posterior a la inmersión	Masa después del secado,	Absorción después de inmersión	Absorción después de inmersión y ebullición	Inmersión	Densidad global seca (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad después de inmersión	Densidad después de inmersión y ebullición	Volumen de vacíos (%)	Tasa de absorción [g/cm <sup>2</sup> ·h <sup>1/2</sup> ]
Patrón	0%	0.568	952.24	885.36	7.55	7.70	1.64	1.76	1.77	1.88	12.63	0.098
Patrón	0%	0.568	951.18	884.24	7.57	7.70	1.64	1.76	1.77	1.88	12.63	0.099
Testigo 1	0.5%	0.568	943.42	886.04	6.48	6.67	1.66	1.76	1.77	1.86	11.05	0.0847
Testigo 1	0.5%	0.568	945.01	886.45	6.61	6.84	1.65	1.76	1.77	1.86	11.30	0.0869
Testigo 2	1.0%	0.568	936.97	886.97	5.64	5.80	1.63	1.72	1.72	1.80	9.46	0.0741
Testigo 2	1.0%	0.568	936.18	885.88	5.68	5.79	1.63	1.72	1.72	1.80	9.44	0.07428
Testigo 3	2.0%	0.568	927.89	888.34	4.45	4.73	1.74	1.81	1.82	1.89	8.22	0.0585
Testigo 3	2.0%	0.568	929.24	888.12	4.63	4.88	1.73	1.81	1.82	1.89	8.45	0.0605

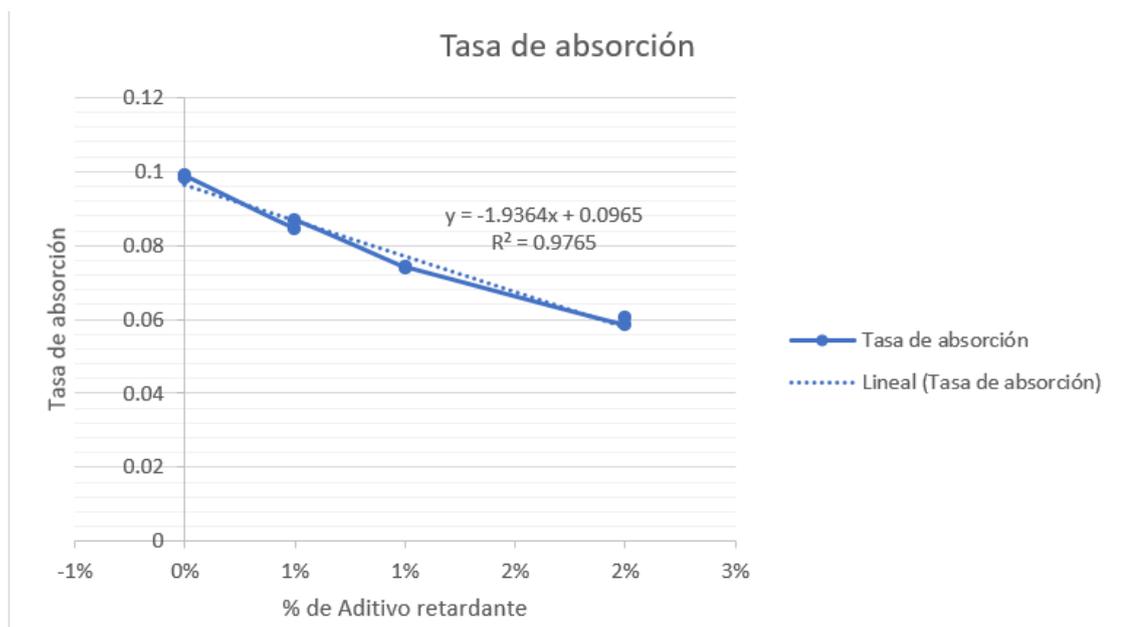
Nota. En la tabla se observa que el concreto patrón, sin adición de aditivos, presenta una absorción media del 7.56% después de la inmersión y del 7.70% tras el proceso de saturación y ebullición. Al contrastar estos resultados con los concretos modificados con aditivos, se constata una reducción en la porosidad capilar, reflejada en una disminución de la absorción del agua. El testigo 1, con un 0.5% de aditivo polimérico, exhibe una absorción promedio de 6.55% post inmersión y de 6.76% tras inmersión y ebullición. De manera análoga, el testigo 2, con un 1.0% de aditivo, demuestra una absorción de 5.66% y 5.79%, respectivamente. De forma más notoria, el testigo 3, con un 2.0% de aditivo, alcanza una absorción de agua de 4.54% tras la inmersión y de 4.805% después de inmersión y ebullición, manifestando la mayor eficacia en la mitigación de la penetración de líquidos y agentes externos.

Respecto a la densidad y el volumen de vacíos, el concreto patrón arroja una densidad global en estado seco de 1.64 g/cm<sup>3</sup> y un porcentaje de vacíos del 12.63%, índices que son inversamente proporcionales a la durabilidad esperada del material. Al revisar los testigos con aditivo, se observa un incremento en la densidad global seca y una disminución en el volumen de vacíos a medida que la concentración del aditivo aumenta, observándose que testigo 3 al que se le añadió aditivo al 2% presenta una densidad de 1.735 g/cm<sup>3</sup> y un volumen de vacíos de 8.33%.

Analizando la tasa de absorción (S), el concreto patrón indica un valor de  $\text{g/cm}^2\text{h}^{1/2}$ , que se reduce progresivamente hasta  $0.058 \text{ g/cm}^2\text{h}^{1/2}$  para el testigo 3 con 2% de aditivo. Esta disminución es indicativa de una mayor resistencia a la difusión de agua a través de la matriz del concreto, lo cual se traduce directamente en una vida útil extendida del material ante procesos de deterioro acelerado por la cristalización de sales, ciclos de hielo-deshielo y la corrosión de la armadura interna.

En términos de durabilidad y desempeño a largo plazo del concreto, los resultados experimentales sugieren que la incorporación de un 2.0% de aditivo mejora sustancialmente las características del concreto, disminuyendo su permeabilidad y porosidad, lo cual es imperativo en estructuras expuestas a ambientes agresivos. Así, la dosificación de un 2.0% de aditivo se establece como la más conveniente para alcanzar los criterios de durabilidad.

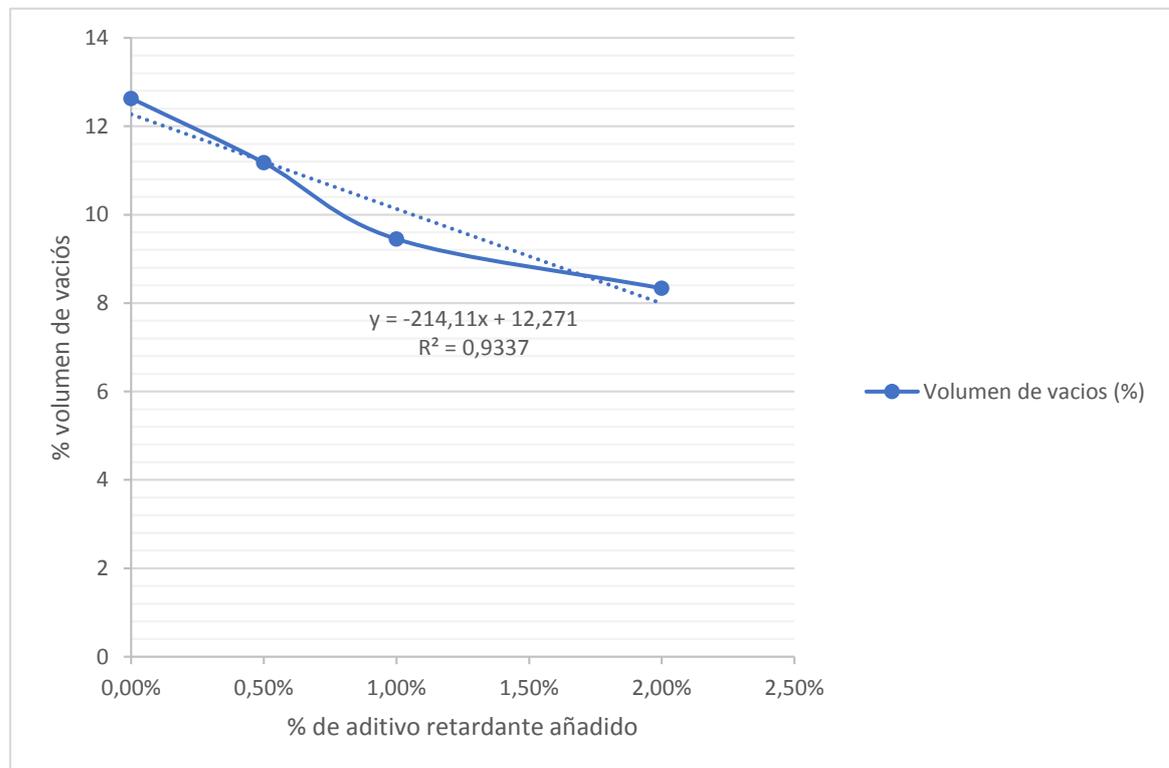
**Figura 2. Tasa de absorción**



En la figura se observa que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es 0.9765, lo que indica que aproximadamente el 97.65% de la variabilidad en la tasa de absorción se explica por la variabilidad en el porcentaje de aditivo, lo que indica una fuerte correlación inversa; es decir, el modelo ajusta muy bien los datos observados. En tal sentido se concluye que a medida que se añade más aditivo, la capacidad de absorción del material disminuye de manera

predecible. Esto se debe a que las propiedades del aditivo alteran la estructura o composición del concreto de tal manera que reduce su capacidad de absorción.

Figura 3. Porcentaje de volumen de vacíos



En la figura se observa que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es 0.9337, lo que indica que aproximadamente el 93.37% de la variabilidad en % del volumen de vacíos se explica por la variabilidad en el porcentaje de aditivo, lo que indica una fuerte correlación inversa; es decir, el modelo ajusta muy bien los datos observados. En tal sentido se concluye que a medida que se añade más aditivo, disminuye el % de vacíos en el concreto. Esto se puede atribuir a las propiedades intrínsecas del aditivo, que tiene efectos plastificantes que mejoran la movilidad de la mezcla, permitiendo una mejor compactación y eliminación de vacíos sin incrementar el contenido de agua.

## **Resistencia del concreto**

### **La calidad de los materiales**

La calidad de los materiales tiene un impacto directo en las propiedades y rendimiento del concreto. Es esencial que estos cumplan con las normativas y especificaciones técnicas para asegurar la durabilidad y resistencia de las estructuras. En la primera etapa del proyecto, se realizó una evaluación detallada de las características granulométricas de los materiales. Esta evaluación es crítica, ya que una distribución inadecuada del tamaño de partículas puede afectar la trabajabilidad, resistencia y permeabilidad del concreto. Por lo tanto, la selección y el análisis riguroso de los agregados son fundamentales para lograr un concreto que cumpla con los estándares de calidad requeridos en proyectos de ingeniería civil.

## Análisis Granulométrico del agregado grueso (MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

Tabla 11. Análisis granulométrico por tamizado de arena zarandeada M-1

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFI CACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800		0.0	0.0	100.0		PESO TOTAL	=	7439.0	gr
6"	152.400		0.0	0.0	100.0		PESO LAVADO	=	7439.0	gr
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		PESO FINO	=	1	gr
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200		0.0	0.0	100.0			1000.0	977.0	2.4%
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	100.0		Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
2"	50.800		0.0	0.0	100.0			7439.0	7439.0	0
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		% Grava	=	100.0	%
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	100 - 100	% Arena	=	0.0	%
3/4"	19.050	234.0	3.2	3.2	96.9	95 - 100	% Fino	=	0.0	%
1/2"	12.700	4208.0	56.6	59.7	40.3		MÓDULO DE FINURA	=	6.87	%
3/8"	9.525	1807.0	24.3	84.0	16.0	20 - 55	EQUIV. DE ARENA	=		%
# 4	4.760	1190.0	16.0	100.0	0.0	0 - 10	GRAVEDAD ESPECÍFICA:			
# 8	2.360	1.0	0.0	100.0	0.0	0 - 5	P.E. Bulk (Base Seca)	=	2.579	gr/cm3
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada)	=	2.613	gr/cm3
# 16	1.180						P.E. Aparente (Base Seca)	=	2.670	gr/cm3
# 30	0.600						Absorción	=	1.32	%
# 40	0.420									
# 50	0.300						OBSERVACIONES:			
# 80	0.180									
# 100	0.150									
# 200	0.075									
< # 200	FONDO									

FINO	1.0
TOTAL	7439.0

---

Nota. Fuente: Laboratorio CONSULTGEOPAV SAC.

Material : Grava triturada para concreto

Cantera : Armando Zapata

Muestra : M-1

Ubicación : Sojo

El análisis granulométrico es fundamental para determinar la distribución de tamaños de las partículas de agregados que se utilizarán en el diseño de la muestra. Esto permitirá valorar la idoneidad del material en función de su comportamiento esperado dentro de una mezcla de concreto, atendiendo a factores como la trabajabilidad, resistencia y durabilidad.

El proceso de la prueba fue el siguiente:

En primer lugar, se seleccionó el equipo que consistió en un horno, balanza de precisión, serie de tamices normatizados, recipientes para la recolección del material tamizado.

En segundo lugar, se realizó el secado de la muestra, en un horno a 110 °C por 24 horas, con el objetivo de eliminar la humedad y garantizar la precisión de los resultados.

En tercer lugar, la muestra deshidratada se dividió equitativamente en cuatro partes, seleccionando una al azar para el análisis subsecuente.

Posteriormente la muestra elegida se sometió a un proceso de tamizado, utilizando una serie ordenada de tamices. Estos se apilaron de mayor a menor tamaño, permitiendo clasificar el material según su granulometría.

Por último, el material retenido en cada tamiz se pesó y se calculó el porcentaje correspondiente respecto al peso total inicial de la muestra.

Los resultados en detalle fueron los siguientes:

- No se observaron partículas mayores a 4" (101.6 mm).
- El 3.2% de las partículas tenían un tamaño de 3/4" y el 56.6% de 1/2".
- El módulo de finura, representativo de la distribución del tamaño, arrojó un valor de 6.87, señalando una predominancia de partículas gruesas.
- La gravedad específica varió entre 2.554 y 2.625 gr/cm<sup>3</sup>, indicando una densidad relativa estándar respecto al agua.
- La absorción, fue del 1.05%.

En este sentido, es relevante destacar que la ausencia de partículas mayores a 4" se percibe como una ventaja, dado que dimensiones mayores en efecto, resultan excesivas para muchas mezclas de concreto, dado que pueden originar complicaciones en la trabajabilidad y en el proceso de asentamiento del material.

Adicionalmente, al evaluar la distribución de los tamaños, se encuentra que un 3.2% de las partículas posee un tamaño de 3/4", mientras que un notable

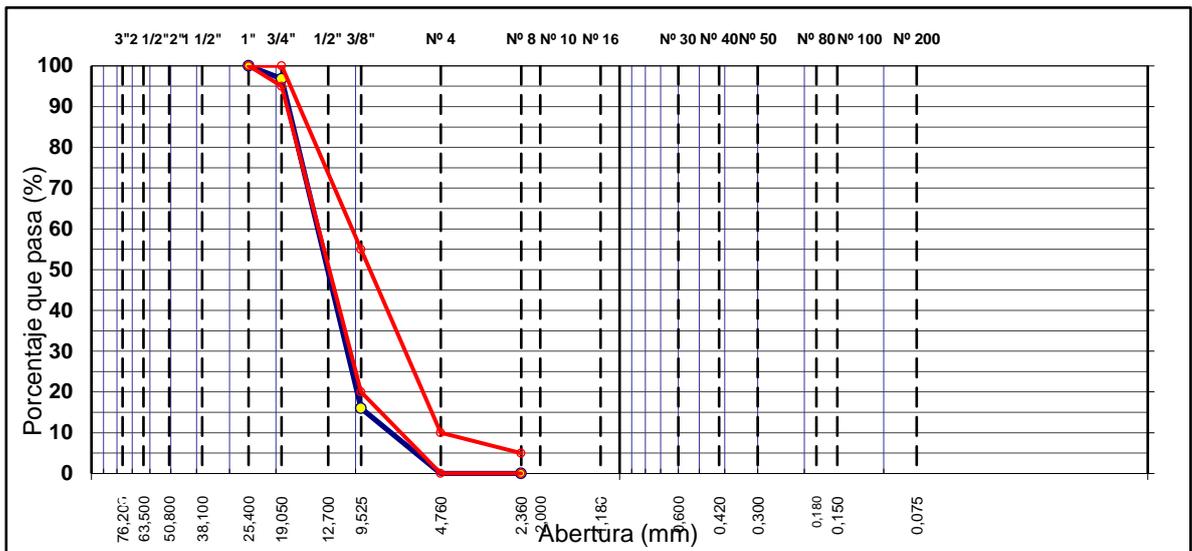
56.6% se ubica en el tamaño de 1/2". Este predominio del tamaño de 1/2" es beneficioso, dado que un agregado con una distribución tan uniforme favorece la cohesión en la mezcla, minimizando así la segregación.

Ahondando en las características del agregado, el módulo de finura de 6.87 refleja una predominancia de partículas gruesas. Esta cifra, relativamente alta, insinúa una escasa presencia de partículas finas en la muestra; esto se traduce en un control optimizado de la trabajabilidad y una reducción en la retracción del concreto, no obstante, es importante recalcar que el equilibrio entre el agregado fino y grueso debe ser meticulosamente calibrado durante el proceso de mezcla, para asegurar una cohesión adecuada y evitar la formación de vacíos en el concreto.

Por otro lado, es menester mencionar que la gravedad específica, oscilando entre 2.554 y 2.625 gr/cm<sup>3</sup>, se encuentra en los márgenes habituales de los agregados naturales. Esta particularidad denota que el agregado en cuestión comparte una densidad semejante a la mayoría de los agregados convencionales; lo que implica que el concreto resultante mantendrá un estándar en cuanto a densidad y peso unitario, cualidad altamente apreciada en aplicaciones estructurales.

Finalmente, respecto a la capacidad de absorción, un valor del 1.05% señala una baja retención de agua en el agregado, una característica es esencialmente ventajosa; dado que, al tener un índice de absorción reducido, el agregado disminuye la necesidad de agua en la mezcla. En consecuencia, se facilita el mantenimiento de una relación agua/cemento óptimo, lo que es determinante para la resistencia y durabilidad del concreto.

Figura 4. Curva granulométrica del agregado grueso.



Nota. En la figura 1, se observa que el 60 % del material fue retenido en el tamiz de 2,00 mm, lo que sugiere una predominancia de partículas de tamaño intermedio en la muestra. Adicionalmente, un 20 % del material se halla retenido en el tamiz de 0,425 mm. Este porcentaje evidencia la presencia notable, aunque no dominante, de partículas de menor tamaño en la muestra. En contraste, solo el 10 % del total fue retenido en el tamiz de 0,075 mm. Este valor indica que la muestra cuenta con una proporción más reducida de partículas finas.

Así mismo en la figura 2 se observa que la curva tiene una forma sinusoidal, con una pendiente relativamente constante. Esto indica que la muestra contiene una distribución relativamente uniforme de partículas de diferentes tamaños.

De acuerdo a los materiales se puede indicar que la distribución del tamaño de las partículas es uniforme lo que indica que el material contribuirá a que el concreto tenga una resistencia, durabilidad y trabajabilidad buenas.

## Análisis Granulométrico del agregado fino (MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

Tabla 12. Análisis Granulométrico del agregado fino (MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFI CACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
7"	177.80		0.0	0.0	100.0		PESO TOTAL	=	500.0	gr	
6"	152.40		0.0	0.0	100.0		PESO LAVADO	=	484.9	gr	
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		PESO FINO	=	495.5	gr	
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200		0.0	0.0	100.0				500.0	492.0	1.6%
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	100.0		Ensayo Malla #200	P.S.Seco.		P.S.Lavado	200%
2"	50.800		0.0	0.0	100.0				500.0	484.9	3.03
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		% Grava	=	0.0	%	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0		% Arena	=	97.9	%	
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0		% Fino	=	2.1	%	
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0		MÓDULO DE FINURA	=		2.94	%
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	100	EQUIV. DE ARENA	=		82.0	%
# 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	95-100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:				
# 8	2.360	89.6	18.1	18.1	81.9	80 - 100	P.E. Bulk (Base Seca)	=		2.579	gr/cm3
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada)	=		2.613	gr/cm3
# 16	1.180	109.6	22.1	40.2	59.8	50 - 85	P.E. Aparente (Base Seca)	=		2.670	gr/cm3
# 30	0.600	96.0	19.4	59.6	40.4	25 - 60	Absorción	=		1.32	%
# 40	0.420										
# 50	0.300	102.2	20.6	80.2	19.8	10 - 30	OBSERVACIONES:				
# 80	0.180										
# 100	0.150	75.6	15.3	95.5	4.5	2 - 10					
# 200	0.075	12.0	2.4	97.9	2.1	0 - 5					
< # 200	FONDO	15.0	3.0	100.9	-0.9						

TOTA FINO  
L 500.0  
500.0

---

Nota. Fuente: Laboratorio CONSULTGEOPAV SAC.

Muestra : Arena Zarandeada M-1

Cantera : Santa Cruz

### **Resultados de Tamizado:**

En el tamiz de 7" que posee una abertura de 177.8 mm, no se retuvo material, es decir, un 0.0%. Esto significa que toda la muestra atravesó dicho tamiz sin impedimentos. A continuación, cuando se empleó el tamiz #8 con una abertura de 2.36 mm, se pudo observar que se retuvo un 18.1% de la muestra total, acumulando la misma proporción y permitiendo que el 81.9% de la muestra continuara su trayecto.

Posteriormente, con el uso del tamiz #16 de 1.18 mm, se retuvo un adicional 22.1%, alcanzando así un acumulado del 40.2% y dejando que el 59.8% de la muestra siguiera su paso. Siguiendo con el proceso, al utilizar el tamiz #30 de 0.6 mm, este retuvo el 19.4%, sumando un acumulado de 59.6%, y, por consiguiente, el 40.4% del material fue capaz de pasar.

Por otro lado, al emplear el tamiz #50 de 0.3 mm, se retuvo un 20.6%, lo que llevó a un acumulado del 80.2% y permitiendo que el 19.8% de la muestra continuara. Asimismo, en el tamiz #100 con abertura de 0.15 mm, se retuvo el 15.3%, llegando a un acumulado de 95.5% y permitiendo el paso de un reducido 4.5%.

Para concluir el proceso, en el tamiz #200, con una abertura de 0.075 mm, solo se retuvo un 2.4%. Esto culmina con un acumulado del 97.9%, y tan solo un 2.1% de la muestra logró atravesarlo.

También se observa que el material presenta una distribución granulométrica que destaca una mayoría de partículas en el rango de tamices entre #8 y #100. Además, es esencial resaltar que el módulo de finura, es de 2.94, sugiriendo que se podría estar ante una arena con granulometría de media a gruesa. Además, el equivalente de arena del 2.0%, proporcionando un vistazo a la relación entre partículas finas y gruesas en la muestra. Es importante mencionar que el porcentaje de humedad detectado en la muestra fue del 1.6%, la gravedad específica en base seca fue de 2.579 gr/cm<sup>3</sup>, en base saturada fue de 2.613 gr/cm<sup>3</sup> y la aparente en base seca es de 2.670 gr/cm<sup>3</sup> y la absorción fue del 1.32%.

De manera que concluye:

Mejorar, la coherencia y fluidez del texto: Dado que la distribución granulométrica que se concentra mayormente entre los tamices #8 y #100, existe diversidad de tamaños de partículas, desde medianas hasta finas. El módulo de finura, al ser de 2.94, indica que el agregado presenta una granulometría que oscila entre media y gruesa. Esta característica es positiva ya que contribuye a disminuir la porosidad del concreto y potencia su resistencia.

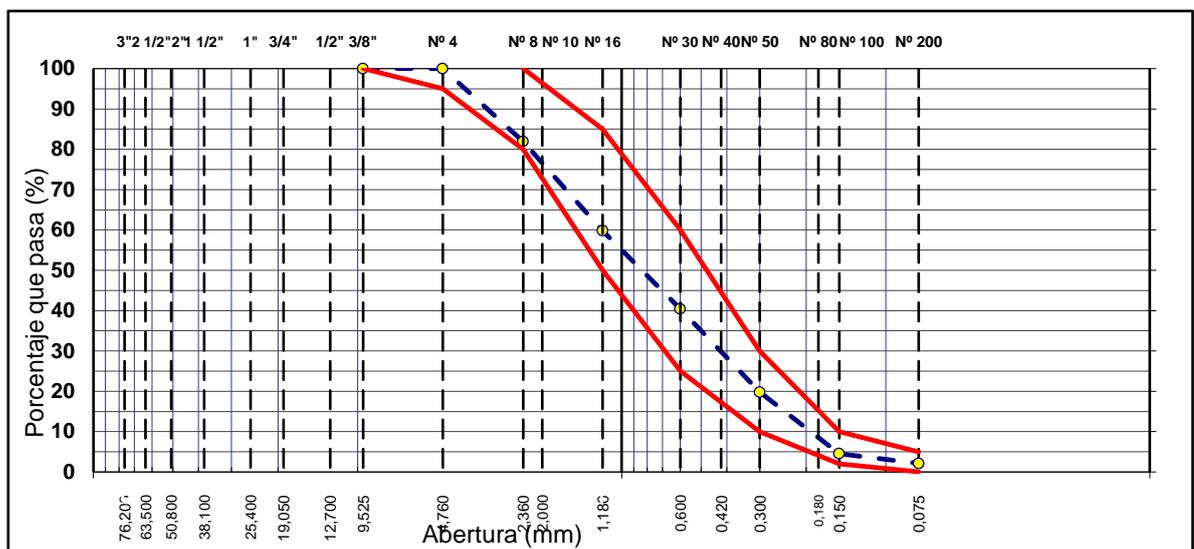
Por otro lado, un equivalente de arena del 72.0% en un indicador favorable. Este porcentaje señala un balance adecuado entre partículas finas y gruesas. Es importante tener en cuenta que una excesiva presencia de partículas finas puede incrementar la demanda de agua en la mezcla, lo que podría comprometer la resistencia del concreto. No obstante, un balance entre las partículas finas y gruesas es garantía de una trabajabilidad y cohesión óptimas en el concreto.

Se registró un porcentaje de humedad de 1.6% en la muestra. A pesar de ser una cifra relativamente baja, es esencial tenerla en cuenta durante la

preparación del concreto, pues influirá directamente en la cantidad de agua que se requiera para lograr la consistencia adecuada.

Dado lo anterior, se deduce que el agregado fino posee una calidad considerada adecuada, siendo altamente apropiado para la elaboración de concreto. Si se toman en cuenta de manera correcta sus características al diseñar la mezcla, se estará en capacidad de producir un concreto con atributos de trabajabilidad, cohesión y resistencia muy favorables.

Figura 1. Curva granulométrica agregado fino (Arena)



Nota. En la figura 2 se observa que, en el tamiz de 2,00 mm, se retuvo el 60% del material, señalando una predominancia de partículas de tamaño intermedio en la muestra. Mientras que, en el tamiz de 0,425 mm, el 20% del material quedó retenido, evidenciando la presencia de partículas de menor tamaño. Por otro lado, sólo un 10% del material fue retenido en el tamiz de 0,075 mm. Esto indica que la muestra contiene una cantidad relativamente pequeña de material de menor tamaño, lo que a su vez indica que la muestra contiene una cantidad relativamente pequeña de partículas muy finas. Las partículas muy finas pueden mejorar la trabajabilidad del material, pero también pueden reducir la resistencia y la durabilidad.

Así mismo en la figura 2 se observa que, la curva granulométrica tiene una forma sinusoidal suave, con una pendiente relativamente constante; indicando

que la muestra contiene una distribución relativamente uniforme de partículas de diferentes tamaños.

### **La relación agua-cemento en el diseño**

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto se consideró la relación agua-cemento, siguiendo las normativas NTP 339.088 y ASTM 1602/C. Se reconoció que una menor relación favorece una matriz más densa y porosa, conduciendo a un aumento en la resistencia a la compresión. La calidad de los materiales empleados en la mezcla se realizó mediante el análisis granulométrico, acordes con la norma NTP 400 037, asegurando la adecuada selección y proporción de agregados, lo cual es fundamental para lograr una estructura compacta y uniforme que resista adecuadamente las cargas compresivas.

El proceso de curado del concreto se gestionó para periodos de 7, 14 y 21 días, de acuerdo con las normas ASTM C31 y NTP 339.033. Esencial para el desarrollo de las propiedades mecánicas del concreto, en particular su resistencia a la compresión. Adicionalmente, se monitorizaron las condiciones ambientales durante el curado, registrando la temperatura mediante termómetros para evaluar su influencia en la evolución de la resistencia, considerando que las condiciones climáticas, de calor y humedad en Sullana son variables, teniendo un impacto significativo en la velocidad de hidratación y, por lo tanto, en la resistencia mecánica del concreto. Por último la resistencia a la compresión fue evaluada a través de ensayos estandarizados utilizando una máquina de ensayo de compresión, conforme a los procedimientos estipulados por la ASTM C39 y la NTP 339.034. Los cilindros de concreto fueron sometidos a carga axial hasta el punto de falla, estableciendo así la resistencia característica del concreto.

La integración de estos parámetros permitió una evaluación comprensiva de la resistencia a la compresión.

## **Diseño del concreto**

El progreso académico y técnico en el campo de la construcción ha llevado a la necesidad de realizar investigaciones más profundas y detalladas sobre los materiales y compuestos utilizados en la edificación. En este contexto, durante la segunda etapa de nuestro proyecto, decidimos abordar una de las cuestiones más fundamentales del concreto: su composición y resistencia.

Inicialmente, nos centramos en el diseño del patrón. Este patrón es esencialmente una mezcla controlada y estandarizada de materiales, cuya procedencia es principalmente de las canteras, integrando cemento y agua en proporciones específicas. Estas proporciones fueron cuidadosamente calculadas y probadas para asegurar que la mezcla final presentara una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

El propósito de establecer este patrón es doble. Primero, nos permite tener una línea base o referencia estándar con la que podemos comparar otras mezclas o variaciones del concreto. Segundo, al tener una norma establecida, podemos experimentar con precisión y evaluar los efectos de diferentes aditivos o cambios en las proporciones de los componentes.

Con esta base establecida, la siguiente fase del proyecto abordará la incorporación del aditivo SikaTard® PE. Este aditivo, como su nombre indica, retarda el tiempo de fraguado del concreto, proporcionando más tiempo para trabajar el material en situaciones de construcción específica o condiciones ambientales adversas. La adición de este aditivo en diferentes dosis al concreto patrón nos permitirá evaluar su impacto en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia final.

Tabla 13. Cantidades según tablas Association Concrete Institute. Elaboración.  
CONSULTGEOPAV S.A.C

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS – DISEÑO PATRÓN ( $F^c=210$ $Kg/cm^2$ )				
Materiales		% Participación	% de Diseño	Procedencia
Material cementante	Cemento Tipo I	100		Pacasmayo
Árido Fino	Arena Zarandeada	100	50	Cantera Santa Cruz
Árido Grueso	Grava Triturada	100	50	Cantera Sojo Armando Zapata Km 9
Agua		100	100	Potable Sullana

Nota. En la tabla se observa que se diseñó el concreto, con una resistencia de  $210 Kg/cm^2$ , se empleó Cemento Tipo I de Pacasmayo. Los agregados se balancearon equitativamente entre arena zarandeada (50%) y grava triturada (50%), provenientes de canteras de los Puentes de los Serranos y Cantera Sojo Armando Zapata km 9, respectivamente. Se utilizó agua potable de Sullana (100%).

#### Diseño patrón (0%):

Tabla 14. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño Patrón. Elaboración.  
CONSULTGEOPAV S.A.C

MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 25 L – DISEÑO PATRÓN											
MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS ( $Kg/m^3$ )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica ( $Kg/m^3$ )	% de Humedad Natural	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida ( $Kg/m^3$ )
Cemento Tipo I		Kg.	370	9.250	3150					9.250	378
Arena zarandeada	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	879
Agua		Kg.	210	5.250	1000					5.551	214

Nota. En la tabla se observa que el Cemento Tipo I tiene una masa de dosificación SSS de  $370 Kg/m^3$ , equivalente a una masa para ensayo de 9.250 Kg. Su gravedad específica se reporta en  $3150 Kg/m^3$ . La Arena zarandeada, con un módulo de finura (MF) de 3.74, presenta una masa de dosificación de  $853 Kg/m^3$ , que para el ensayo es de 21.314 Kg. Su gravedad específica es

de 2613 Kg/m<sup>3</sup>. Es preciso señalar su porcentaje de humedad natural del 0.90%, su capacidad de absorción del 1.32% y una humedad libre del 0.42%, lo que conlleva a una corrección en agua en los agregados de 0.09 Lts.

Por otro lado, la Grava Triturada, con un MF de 7.10, muestra una masa de dosificación de 861 Kg/m<sup>3</sup> y 21.534 Kg para el ensayo. Su gravedad específica es de 2640 Kg/m<sup>3</sup>. La humedad natural es del 0.40%, con un 1.40% de capacidad de absorción y una humedad libre del 1.00%, lo que lleva a una corrección en agua de 0.21 Lts.

Finalmente, el agua, para la reacción de hidratación del cemento, tiene una masa para ensayo de 5.250 Kg y una gravedad específica de 1000 Kg/m<sup>3</sup>, resultando en una corrección a 5.551 Kg.

Conclusión: Según se observa, la arena con granulometría media presenta una humedad natural baja, lo que puede ser beneficioso al reducir la cantidad de agua adicional en la mezcla, pero su capacidad de absorción es un factor que puede alterar la relación agua-cemento. En cuanto a la grava, con tamaños que varían entre medios y gruesos, añade resistencia al concreto. Sin embargo, es importante considerar su capacidad de absorción; por ende, ajustar la cantidad de agua según la humedad de estos agregados es básico para mantener las características deseadas en la mezcla. Por lo que aun cuando la formulación parecía adecuada para aplicaciones estándar, se llevaron a cabo pruebas específicas para asegurar su desempeño.

Tabla 15. Pesos de los agregados para una tanda de 25 L – Diseño patrón.

Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.

MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 25 L - DISEÑO PATRÓN											
MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (lts)	Corregida (kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I		kg.	3 7 0	9.250	3150	0.90	1.32	0.42	0.09	9.250	378
Arena zarandeada	3.74	Kg.	853	21.314	2613					21.225	870
Grava Triturada	710	Kg	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	879
Agua		.Kg.	210	5.250	1000					5.551	214

Nota. En la tabla se observa que los pesos de los agregados, así como sus respectivas gravedades específicas y contenidos de humedad, se ajustaron con para cumplir con la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, tomando en cuenta factores como la multiplicidad (MF) y la masa de dosificación para cada material, elementos críticos para asegurar la homogeneidad de la mezcla de concreto. En tal sentido los agregados con gravedades específicas menores ocuparon mayor volumen en la mezcla, lo cual es un ajuste necesario para mantener la cohesión y densidad deseada.

Así mismo, el análisis detallado del porcentaje de humedad natural y de absorción fue esencial para ajustar la cantidad de agua a incorporar, manteniendo así la relación agua-cemento óptima y crucial para la resistencia especificada. La presencia de humedad en los agregados por encima de su capacidad de absorción exigió una reducción proporcional en la adición de agua de mezclado, para prevenir la disminución de la resistencia y afectaciones en el proceso de curado del concreto.

Por lo tanto, las masas de dosificación corregidas reflejadas en la tabla fueron propuestas considerando estos ajustes de humedad, lo cual fue fundamental para la replicación exacta de la mezcla en la ejecución práctica, garantizando que la proporción de agua-cemento se mantuviera dentro de los parámetros de diseño.

El ajuste del agua en los agregados corregida, tal como se evidencia en la tabla, aseguró que la cantidad total de agua presente fue la idónea para la hidratación adecuada del cemento, sin sobrepasar el límite que podría menoscabar la resistencia y las propiedades mecánicas del concreto.

### **Diseños siguiendo las especificaciones técnicas de SikaTard® PE**

En la segunda fase del proyecto, se centró en el desarrollo de diseños de mezcla para concreto, atendiendo puntualmente a las especificaciones técnicas provistas por el fabricante del aditivo retardante (AR) SikaTard® PE. Esta etapa inicial fue esencial, ya que estableció las bases para la incorporación adecuada del aditivo en las mezclas, asegurando así una correcta interacción con los demás componentes del concreto.

El objetivo primordial de estos diseños fue evaluar qué porcentajes del AR SikaTard® PE, resultan más efectivos en mejorar aspectos importantes del concreto, tales como la trabajabilidad, durabilidad y resistencia. Estas evaluaciones se realizaron tomando en cuenta las recomendaciones comerciales para el concreto y se ajustaron específicamente a las condiciones climáticas proyectadas para Sullana en el año 2023.

Es importante resaltar que las especificaciones técnicas del fabricante ofrecieron información detallada sobre la dosificación, tiempos de mezclado, compatibilidad con otros componentes y otros aspectos relevantes del uso de SikaTard® PE. Siguiendo estas indicaciones, se llevaron a cabo ensayos en laboratorio y pruebas de campo para determinar la eficiencia del aditivo en las condiciones específicas de Sullana.

Los resultados derivados de esta etapa de la investigación revisten mucha importancia en tanto sirven de marco comparativo sobre la respuesta y comportamiento del concreto bajo diferentes dosificaciones del aditivo SikaTard® PE. Específicamente, se procura entender los efectos resultantes al exceder las dosis recomendadas del aditivo, así como evaluar las repercusiones que conlleva una reducción en el contenido de agua de la mezcla. Estas variaciones, intencionadamente alejadas de las prescripciones estándar, proporcionan puntos de vista valiosos sobre los márgenes de

adaptabilidad y resistencia de las mezclas, lo que, contribuirá a la fundamentación y consolidación de criterios técnicos más robustos y adaptativos del uso de los aditivos retardantes en el lugar específico de la investigación.

### Diseño al 0.5%:

Tabla 16. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 0.5% aditivo SikaTard®

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS – DISEÑO 0.5% ADITIVO RETARDANTE				
Materiales		%	% de	Procedencia
Material	Cemento	100		Pacasmayo
Árido	Arena	100	50	Cantera Puente los
Árido	Grava	100	50	Cantera Sojo Armando
Agua		100	100	Potable Sullana
Aditivo retardante		0.50	0.50	SIKA

Nota. Fuente: diseño al 0.5% Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 17. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 l - diseño 0.5% Aditivo Retardante

MATERIALES	MF.	UNIDAD	asa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg. )	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento		Kg.	370	9.250	3150					9.250	378
Arena zarandeada	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	879
Agua		Kg.	210	5.250	1000					5.551	214
Aditivo Retardante		Kg	1.637	0.041	1.13					0.041	1.671

Nota. Fuente: diseño al 0.5% Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 18. Especificaciones del diseño 0.5%

Diseño al 0.5%	
Cantidad de cemento en pasta:	370 kg
Cantidad de agua en pasta:	210 Lts
Aire Incluido :	2.0 %
Arena:	50.0 %
Gravas:	50.0 %
Volumen de pasta:	0.347 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados:	0.653 m <sup>3</sup>
Relación a/(c+adc) (SSS):	0.568
Relación a/(c+adc) (Corregida):	0.568

Nota. La dosificación de concreta llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayo de Materiales bajo el código REG-002-006. Fue formulada para una resistencia característica de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , el 04 de setiembre de 2023, empleando probetas cilíndricas identificadas con la etiqueta DP-002.

Respecto a los materiales empleados, el cemento Portland Tipo I constituyó el 100% del cementante, con una cantidad de 370 kg por m<sup>3</sup> de mezcla. La arena fina fue extraída de la cantera Santa Cruz, con granulometría  $\emptyset 4,76 - 0 \text{ mm}$ , representó el 50% del volumen total de agregados, equivalente al 100% del agregado fino. Simultáneamente, el agregado grueso, grava triturada de  $\emptyset 4,75 - 19.5 \text{ mm}$ , extraída de la cantera Armando Zapata, conformó el otro 50% del volumen total de agregados.

El volumen de agua utilizado para la mezcla es de 210 Lts por m<sup>3</sup> de concreto. El contenido de aire incorporado estimado fue del 2.0%. La relación agua/cemento (a/c) se determinó en 0.568, fue importante para definir la trabajabilidad y resistencia del concreto. La arena fina presentó una humedad natural del 0.90% y una capacidad de absorción del 1.32%. El agregado grueso, por su parte, tiene una humedad natural del 0.40% y una capacidad de absorción del 1.40%.

Es importante destacar la incorporación del aditivo retardante, SikaTard® PE, en proporción del 0.50% respecto al peso del cemento, para controlar el tiempo de fraguado, y sus efectos en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en climas cálidos como el de Sullana.

Los resultados del ensayo de asentamiento (Slump test) no se detalla en el diseño, sino en análisis posterior. No obstante, el factor de corrección para la mezcla se establece en 40.82, con la finalidad de obtener la consistencia deseada en el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### Diseño al 1%:

Tabla 19. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 1.0% aditivo SikaTard®

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS - DISEÑO 1% Aditivo Retardante (F'c= 210				
Materiales		%	%	Procedencia
Material	Cemento	100		Pacasmayo
Árido	Arena	100	50	Cantera Puente los
Árido	Grava	100	50	Cantera Sojo
Agua		100	100	Potable Sullana
Aditivo Retardante		1,0	1,0	Sika

Nota. Fuente: diseño al 1.0 % Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 20. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 1.0% Aditivo Retardante

MATERIALES	MF. UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida	
Cemento Tipo I		Kg.	370	9.250	3150				9.250	378	
Arena	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	879
Agua		Kg.	210	5.250	1000					5.551	214
Aditivo Retardante		Kg	3.274	0.082	1.13					0.082	3.341

Nota. Fuente: diseño al 1.0 % Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 21. Especificaciones del diseño al 1.0%

Diseño al 1.0%	
Cantidad de cemento en pasta:	370 Kg
Cantidad de agua en pasta:	210 Lts
Aire Incluido:	2.0 %
Arena:	50.0 %
Gravas:	50.0 %
Volumen de pasta:	0.347 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados:	0.653 m <sup>3</sup>
Relación a/(c+adc) (SSS):	0.568
Relación a/(c+adc) (Corregida):	0.568

Nota. El segundo diseño de concreto llevado a cabo en el Laboratorio de Ensayo de Materiales bajo el código REG-002-006, comparte características similares al diseño previamente formulado al 0.5%. Ambas mezclas fueron preparadas para una resistencia característica de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , con fecha de ensayo el 04 de setiembre de 2023, utilizando probetas cilíndricas etiquetadas como DP-002.

Respecto a los insumos, tanto el cemento Portland Tipo I, que constituye el 100% del material cementante, como los agregados, provenientes de la cantera Santa Cruz y la cantera Armando Zapata, mantienen proporciones y características idénticas en ambos diseños. El volumen de agua, equivalente a 210 Lts por m<sup>3</sup> de concreto, y el contenido de aire incorporado, estimado en 2.0%, son consistentes en las dos formulaciones. Asimismo, la relación agua/cemento (a/c) se establece en 0.568 en ambos casos.

Sin embargo, la principal distinción radica en la incorporación del aditivo retardante, SikaTard® PE. Mientras que el diseño anterior contemplaba una proporción del 0.5% respecto al peso del cemento, este segundo diseño aumenta dicha proporción al 1%, con el objetivo específico de modificar y controlar de forma más precisa el tiempo de fraguado del concreto.

Es esencial comprender que la variación en la proporción de retardante puede tener repercusiones significativas en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto. Por lo tanto, la investigación tiene como propósito evaluar el comportamiento del concreto con esta dosificación.

## Diseño al 2%:

Tabla 22. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 2.0% aditivo SikaTard®PE

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS - DISEÑO 2,0% Aditivo Retardante (F'c=				
Materiales		%	% de	Procedencia
Material	Cemento	100		Pacasmayo
Árido	Arena	100	50	Cantera Puente los
Árido	Grava	100	50	Cantera Sojo Armando
Agua		100	100	Potable Sullana
Aditivo Retardante		2.0	2.0	Laboratorio de química

Nota. Fuente: diseño al 2.0 % Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 23. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 2.0% Aditivo Retardante

MATERIA LES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento		Kg.	370	9.250	3150					9.250	378
Arena zarandeada	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	879
Agua		Kg.	210	5.250	1000					5.551	214
Aditivo Retardante		Kg	6-55	0.164	1.13					0.164	6-682

Nota. El tercer diseño de concreto llevado a cabo en el Laboratorio de Ensayo de Materiales bajo el código TRITURADO REG-002-006, comparte similitudes con los anteriores modelos en términos de características básicas. Este diseño fue formulado con una dosis de 210 Kg/cm<sup>2</sup> y llevado a cabo el 04 de setiembre de 2023, empleando cilindros identificados con la marca DP-002.

No obstante, un elemento diferenciador en esta mezcla es la incorporación del aditivo retardante SikaTard® PE. A diferencia de otros diseños, este particular compuesto se introduce en una proporción del 2.0%, lo que podría influir en las propiedades finales del concreto, como el tiempo de fraguado y la trabajabilidad de la mezcla.

La variabilidad en porcentajes del 0,5%, 1% y 2% se analiza para determinar cuál de estas proporciones se adapta mejor a las condiciones climáticas de

Sullana. Estas diferencias porcentuales no son aleatorias, sino que han sido seleccionadas para proporcionar un espectro de análisis que permita identificar qué nivel de variación es el más óptimo; dado que Sullana, al tener características climáticas específicas, puede reaccionar de manera distinta a cada una de estas variaciones porcentuales.

### **Curado del concreto:**

Esta etapa se enfocó en mantener el concreto húmedo y a una temperatura controlada para asegurar una hidratación adecuada del cemento. Esto fue importante para el desarrollo progresivo de las propiedades mecánicas intrínsecas del concreto, dado que, durante el curado, la matriz cementante continúa su proceso de cristalización y ganancia de resistencia, lo que es esencial para alcanzar las especificaciones de diseño requeridas. La duración del curado, registrada en días, se alineó con los estándares de la ASTM C31 y la NTP 339.033, considerando periodos críticos de 7, 14 y 21 días para evaluar la evolución de la resistencia. La monitorización de estas fases permitió verificar la correlación entre el tiempo de curado y la resistencia a compresión alcanzada, validando la hipótesis de que un curado prolongado y controlado mejora significativamente la calidad y durabilidad del concreto.

*Tabla 24. Fecha de moldeo y roturas*

<b>Fecha Diseños</b>	<b>Día de mezclado</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>21 días</b>
Diseño Patrón	06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23
Diseño+0.5%A.R.	06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23
Diseño+1%A.R.	06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23
Diseño+2%A.R.	06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23

## Las condiciones ambientales durante el proceso de curado

Tabla 25. Cuadro comparativo entre temperatura del ambiente y el de la mezcla de acuerdo al % de aditivo SikaTard®PE incorporado.

DISEÑO (%)	Hora de inicio prueba	Slum Pulgadas (")			Temperatura °C (ambiente)	Temperatura °C (mezcla)
		M1	M2	M3		
0.0	10:20 am	4.5	4.8	4.8	30.0	28.7
0.5	11:20 am	5.4	5.6	5.8	30.8	29.2
1	12:25 am	6.0	6.2	6.0	31.3	29.5
2	1:26 pm	7.5	7.7	7.6	33.2	30.10
2	1:41 pm	7.5	7.7	7.6	33.2	30.10
2	1:56 pm	7.5	7.7	7.6	33.2	30.10
2	2:11 pm	7.5	7.7	7.6	33.2	30.10

Nota. En la tabla se evidencia un incremento constante en la temperatura ambiente desde las 10:00 am hasta la 1:00 pm. Esto cabe en lo lógico y refleja el aumento de la temperatura diurna debido a la insolación. A medida que aumenta el porcentaje de aditivo, hay un aumento en la temperatura de la mezcla, pero este aumento es menor que el incremento de la temperatura ambiente. También se observa que el aditivo SikaTard®PE tiene un efecto moderador en la temperatura de la mezcla, debido a que afecta la reacción exotérmica de hidratación del cemento, de manera que existe una tendencia que muestra que, a medida que el porcentaje de aditivo aumenta, la diferencia entre la temperatura ambiente y la de la mezcla se incrementa, lo que sugiere que el aditivo puede estar ralentizando el ritmo de aumento de la temperatura de la mezcla en relación con el ambiente. Esto es beneficioso en condiciones de construcción en climas cálidos, donde es deseable controlar el aumento de temperatura en la mezcla de concreto.

En conclusión, la temperatura del ambiente es claramente un factor dominante en el aumento de la temperatura de la mezcla de concreto. Sin embargo, la influencia del ambiente se ve alterada por la presencia del aditivo. Así mismo se puede decir que el aditivo tiene un efecto térmico en la mezcla de concreto, potencialmente beneficioso para controlar el calor de hidratación en climas cálidos y para reducir la posibilidad de fisuras por retracción térmica. No obstante, es necesario realizar pruebas adicionales en condiciones controladas para verificar estos resultados y entender mejor la cinética de

hidratación con diferentes porcentajes del aditivo SikaTard®PE. Esto permitiría optimizar la fórmula para condiciones específicas de trabajo y asegurar la calidad y durabilidad del concreto.

### Resistencia a la compresión

La comprensión de cómo los aditivos influyen la resistencia a compresión del concreto es primordial para su aplicación en proyectos de construcción, donde se requiere un material que no solo cumpla con las especificaciones de diseño, sino que también responda adecuadamente a las demandas estructurales. En ese sentido se llevó a cabo un análisis la variación de la resistencia a la compresión en función de la incorporación de distintos porcentajes del aditivo de acuerdo a las especificaciones técnicas.

Para este fin, se diseñó un conjunto de ensayos de compresión donde se prepararon testigos de concreto en proporciones de aditivo de 0.0% (Patrón), 0.5%, 1.0% y 2.0%. Se confeccionaron tres muestras por cada proporción con el fin de tener resultados replicables y reducir la variabilidad intrínseca del material. Estas muestras fueron sometidas a pruebas de compresión a los 7, 14 y 21 días, con el objetivo de monitorear la evolución de la resistencia a lo largo del tiempo, permitiendo así determinar el período óptimo para la evaluación del comportamiento mecánico del concreto modificado.

### Prueba de resistencias a los 7 días:

Tabla 26. Resistencia a la compresión a los 7 días según especificaciones de SikaTard®PE

Diseños	Resistencias obtenidas 7 días			
	Testigo 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo 3 (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	215.51	221.59	217.63	218.24
CONCRETO+0.5%A.R.	219.64	209.67	201.77	210.36
CONCRETO+1%A.R.	256.99	275.55	287.98	273.51
CONCRETO+2%A.R.	239.17	153.02	248.65	213.61

Tabla 27. Resistencias obtenidas comparadas a las esperadas

Diseños	Resistencias promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	70% f' <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	Condición
PATRÓN	218.24	147	CUMPLE
CONCRETO+0.5%A.R.	210.36	147	CUMPLE
CONCRETO+1%A.R.	273.51	147	CUMPLE
CONCRETO+2%A.R.	213.61	147	CUMPLE

Nota. En las tablas se observa que todas las mezclas de concreto han superado la resistencia de diseño esperada del 70% de f'<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado. La mezcla patrón presenta una resistencia promedio de 248.18 kg/cm<sup>2</sup>.

Al añadir un 0.5% de AR. al concreto, se observa una ligera disminución en la resistencia promedio, alcanzando 210.36 kg/cm<sup>2</sup>, ligeramente por encima del criterio de diseño, pero por debajo del patrón. Esto podría indicar que, para esta dosificación específica del aditivo, se afecta algún aspecto de la microestructura del concreto, posiblemente relacionado con la trabajabilidad o la hidratación del cemento, que tiene como consecuencia una menor resistencia.

Por otro lado, la adición de un 1% de AR. muestra un aumento significativo en la resistencia promedio, elevándose a 273.51 kg/cm<sup>2</sup>. Este incremento significativo permite inferir que hay una dosis óptima en la cual SikaTard®PE no solo mejora la trabajabilidad sin perjudicar la resistencia, sino que también puede contribuir a un proceso de hidratación más eficiente o a una mejor estructura del concreto, lo que resulta en un concreto más resistente a los 7 días.

No obstante, al aumentar la dosis de A.R. al 2%, la resistencia promedio disminuye a 213.61 kg/cm<sup>2</sup>, y se observa una variabilidad considerable entre los resultados de los diferentes testigos. Este comportamiento sugiere que existe un umbral a partir del cual el incremento en la cantidad de AR. comienza a tener efectos perjudiciales en la resistencia a compresión, posiblemente debido a una sobre-retardación en la hidratación del cemento, o a una excesiva trabajabilidad que conduce a problemas de segregación o una menor compacidad del concreto.

Es importante destacar que, a pesar de las variaciones en la resistencia, todas las mezclas cumplen con el criterio de resistencia a los 7 días. Sin embargo, el control de la dosificación del aditivo es fundamental para asegurar que los beneficios en términos de trabajabilidad no comprometan la resistencia mecánica y la durabilidad del concreto. El uso de SikaTard®PE debe ser cuidadosamente calibrado para alcanzar la resistencia deseada sin afectar negativamente otras propiedades importantes del concreto.

En conclusión, mientras que la adición de 0.5% de A.R. resulta en una resistencia levemente menor en comparación con la mezcla patrón, la dosificación de 1% de AR. parece ser la más beneficiosa para la resistencia a la compresión a los 7 días. La dosificación de 2% de A.R. parece exceder el límite beneficioso del aditivo, subrayando la importancia de una dosificación cuidadosa. Estos resultados permiten inferir que la optimización de la cantidad de SikaTard®PE es fundamental para mejorar la resistencia del concreto, un factor determinante para la aplicación práctica de estos aditivos en proyectos de construcción.

#### Pruebas de resistencia a los 14 días:

*Tabla 28. Resistencia a la compresión a los 14 días según especificaciones de SikaTard®PE*

DISEÑOS	RESISTENCIAS OBTENIDAS 14 DÍAS			
	TESTIGO 1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	254.04	247.03	243.26	248.11
CONCRETO+0.5%A.R.	218.15	239.58	266.94	241.56
CONCRETO+1%A.R.	261.78	310.30	347.94	306.67
CONCRETO+2%A.R.	395.99	346.61	368.33	370.31

*Tabla 29. Resistencias obtenidas comparadas a las esperadas a los 14 días*

Diseños	Resistencias promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resultados 90% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Condición
PATRÓN	248.11	189	CUMPLE
CONCRETO+0.5%A.R.	241.56	189	CUMPLE
CONCRETO+1%A.R.	306.67	189	CUMPLE
CONCRETO+2%A.R.	370.31	189	CUMPLE

En la Tabla 21, se observa que todas las mezclas superan ampliamente esta especificación, indicando que cumplen con los requisitos de diseño en términos de resistencia a los 14 días. El diseño patrón tiene una resistencia promedio de 248.11 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la mezcla con el 0.5% de aditivo presenta una resistencia ligeramente inferior, con 241.56 kg/cm<sup>2</sup>. A pesar de esta disminución, la mezcla aún cumple con los requisitos. A medida que aumenta la dosificación del aditivo retardante, la resistencia promedio crece sustancialmente, alcanzando 306.67 kg/cm<sup>2</sup> para la dosificación del 1% y 370.31 kg/cm<sup>2</sup> para la del 2%.

El concreto patrón, tiene una fuerza de compresión menor en comparación con las mezclas que contienen aditivo, excepto en el caso de la muestra con 0.5% de aditivo retardante, donde el primer testigo muestra una fuerza significativamente menor. Esto puede indicar una variabilidad en la mezcla o en las condiciones de curado, ya que los otros dos testigos para la misma dosificación presentan fuerzas mayores, incluso superando al patrón.

Al pasar a la dosificación del 1% de aditivo retardante, todas las fuerzas de compresión aumentan significativamente, sugiriendo que el aditivo está mejorando la hidratación del cemento o la estructura microscópica del concreto, lo cual contribuye a una mayor resistencia a compresión. Esta tendencia continúa con la dosificación al 2%, donde las fuerzas de compresión alcanzan los valores más altos registrados en esta serie de pruebas.

Este incremento en la resistencia podría explicarse por la acción del aditivo retardante, que, al ralentizar el proceso de hidratación, permite un desarrollo más uniforme y completo de la estructura cristalina de los productos de hidratación, resultando en una matriz de concreto más fuerte. Sin embargo, es importante destacar otra vez que un incremento excesivo en la dosificación del aditivo podría llegar a ser contraproducente si se extendiera demasiado el tiempo de fraguado inicial, especialmente en condiciones de servicio donde el tiempo es un factor crítico.

En conclusión, el aditivo retardante SikaTard®PE ha demostrado ser beneficioso para mejorar la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días en las dosificaciones probadas. La dosificación óptima parece ser mayor

al 0.5% pero no necesariamente tan alta como el 2%, dado que se debe considerar el balance entre tiempo de fraguado y desarrollo de resistencia, además de la economía y la factibilidad en la aplicación práctica.

### Pruebas de resistencia a los 21 días:

Tabla 30. Resistencia a la comprensión a los 21 días según especificaciones de SikaTard®PE

Diseños	Resistencias obtenidas			
	Días			
	Testigo 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo 3 (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	261.52	270.93	275.10	269.18
CONCRETO+0.5%A.R.	260.73	273.82	292.40	275.65
CONCRETO+1%A.R.	370.32	260.25	276.75	302.44
CONCRETO+2%A.R.	377.58	418.45	428.75	408.26

Tabla 31. Resistencias obtenidas comparadas a las esperadas a los 21 días

Diseños	Resistencias promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resultados	
		95% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Condición
PATRÓN	269.18	199	CUMPLE
CONCRETO+0.5%A.R.	275.65	199	CUMPLE
CONCRETO+1%A.R.	302.44	199	CUMPLE
CONCRETO+2%A.R.	408.26	199	CUMPLE

Nota. En las Tablas 23 y 24, se observa que todas las mezclas de concreto superan la resistencia mínima especificada a la comprensión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días de curado.

La mezcla patrón presenta una resistencia promedio de 269.18 kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo satisfactoriamente con los requerimientos. Al adicionar 0.5% de aditivo retardante SikaTard®PE, la resistencia promedio aumenta ligeramente a 275.65 kg/cm<sup>2</sup>, aunque se mantiene muy similar a la del concreto patrón.

Con el incremento en la dosificación de aditivo retardante a 1% y 2%, se evidencia un aumento significativo en la resistencia promedio, alcanzando valores de 302.44 kg/cm<sup>2</sup> y 408.26 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, lo que demuestra que el aditivo contribuye positivamente al desarrollo de resistencias. Estos aumentos significativos se explican por la optimización en los procesos de hidratación y menor porosidad de la matriz cementante, como

se evidencia en los valores de absorción y vacíos de las pruebas efectuadas. Si bien las dosificaciones de 1% y 2% presentan los valores de resistencia más altos, es importante considerar que dosificaciones elevadas pueden extender excesivamente los tiempos de fraguado inicial, lo cual no siempre es deseable en obra.

En conclusión, el aditivo retardante SikaTard®PE permite obtener aumentos considerables en la resistencia a compresión a los 21 días, en el rango de dosificación entre 0.5% y 2%, pero se deben evaluar cuidadosamente los efectos sobre las propiedades en estado fresco para definir la dosificación óptima según los requerimientos específicos de cada proyecto.

Por lo tanto, al seguir las indicaciones del fabricante, se observa que, la **trabajabilidad del concreto**, medida mediante las pruebas de Slump, experimenta un aumento notable con la incorporación del aditivo SikaTard® PE. El diseño patrón, sin aditivo, presenta un slump promedio de 4.7 pulgadas, mientras que la adición de 0.5%, 1% y 2% de SikaTard® PE eleva el slump a 5.6 pulgadas, 6.07 pulgadas y 7.6 pulgadas respectivamente.

Respecto a la **durabilidad del concreto**, los datos evidencian una disminución en el volumen de vacíos y en la tasa de absorción con el aumento de la concentración de SikaTard® PE. De manera que mientras que el diseño patrón muestra un volumen de vacíos del 12.63% y una tasa de absorción de  $0.0984 \text{ g/cm}^2\text{h}^{1/2}$ , la inclusión de un 2% de SikaTard® PE reduce el volumen de vacíos a 8.22% y la tasa de absorción a  $0.0585 \text{ g/cm}^2\text{h}^{1/2}$ .

En relación a la **resistencia a la compresión** del concreto, se ven variaciones interesantes con la incorporación de SikaTard® PE. A los 7 días, la resistencia más alta se observa en la mezcla con un 1% de aditivo, alcanzando un promedio de  $273.51 \text{ kg/cm}^2$ , comparado con  $218.24 \text{ kg/cm}^2$  del diseño patrón. A los 14 y 21 días, las mezclas con porcentajes más altos de aditivo (especialmente el 2%) registran las mayores resistencias, con promedios de  $370.31 \text{ kg/cm}^2$  y  $408.26 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

En conclusión, la incorporación del aditivo retardante SikaTard® PE en el concreto parece ofrecer mejoras significativas en términos de trabajabilidad, durabilidad y resistencia cuando se siguen las dosificaciones recomendadas

por el fabricante. Sin embargo, es imperativo realizar más pruebas que permitan una evaluación más rigurosa y detallada de estos efectos. La variabilidad intrínseca en las mezclas de concreto como la relación agua cemento y las condiciones ambientales en las obras de construcción demandan un análisis más exhaustivo para comprender completamente las implicaciones de la adición de este aditivo en diferentes contextos.

**Respecto al objetivo específico 2:** Analizar cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de diferentes concentraciones a las comerciales de aditivo retardante Sullana 2023.

### **Diseños con porcentajes por encima de las especificaciones técnicas de SikaTard® PE**

#### **Diseño al 2.5%**

*Tabla 32. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 2.5% aditivo SikaTard®*

<b>PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS - DISEÑO 2.5 % Aditivo Retardante</b>				
<b>Materiales</b>		<b>%</b>	<b>% de</b>	<b>Procedencia</b>
Material	Cemento	100		Pacasmayo
Árido	Arena	100	50	Cantera Puente los
Árido	Grava	100	50	Cantera Sojo Armando
Agua		100	100	Potable Sullana
Aditivo Retardante		2,5	2,5	Laboratorio de química

Nota. Fuente: diseño al 2.5% Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 33. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 2.5% Aditivo Retardante

MATERIAL ES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg. )	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento		Kg.	370	9.250	3150					9.250	378
Arena zarandeada	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	879
Agua		Kg.	210	5.250	1000					5.551	214
Aditivo Retardante		Kg	8.186	0.205	1.13					0.205	8.353

Nota. Fuente: diseño al 2.5% Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 34. Especificaciones del al 2.5%

Diseño al 2,5%	
Cantidad de cemento en pasta:	370 Kg
Cantidad de agua en pasta:	184 Lts
Aire Incluido:	2.0 %
Arena:	50.0 %
Gravas:	50.0 %
Volumen de pasta:	0.321 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados:	0.679 m <sup>3</sup>
Relación a/(c+adc) (SSS):	0.497
Relación a/(c+adc) (Corregida):	0.497

Nota. El siguiente diseño de concreto llevado a cabo en el Laboratorio de Ensayo de Materiales bajo el código TRITURADO REG-002-006 comparte características similares con los diseños previos en cuanto a sus propiedades básicas. Con una dosificación de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, este diseño fue implementado el 04 de setiembre de 2023, utilizando cilindros marcados con el identificador DP-002.

Sin embargo, un aspecto que distingue a este diseño de los anteriores es la adición del retardante SikaTard® PE. A diferencia de las mezclas anteriores, este compuesto se añade en una proporción del 2.5%, la cual está por encima de las especificaciones técnicas recomendadas. Esta particularidad podría

alterar propiedades fundamentales del concreto, como su tiempo de fraguado y la facilidad con la que se trabaja la mezcla.

La decisión de experimentar con una proporción del 2.5% no es arbitraria, sino que busca comprender cómo el concreto reacciona a dosis superiores a las técnicamente sugeridas, especialmente en un entorno con características climáticas específicas como Sullana. La variabilidad en porcentajes menores, como 0,5% y 1%, se analiza también para determinar cuál de estas proporciones es la más adecuada para dicho clima. Es esencial tener en cuenta cómo cada uno de estos porcentajes interactúa con las condiciones de Sullana para lograr un concreto de calidad y duradero.

Es necesario indicar que en el diseño se observó un valor de Slump de 10.5 pulgadas. De manera análoga, diseños que incorporaron proporciones de aditivo del 3.0% y 3.5% manifestaron valores de Slump de 11 pulgadas y 11.5 pulgadas, respectivamente. Estos resultados evidencian una correlación directa en términos de trabajabilidad del concreto conforme se eleva la concentración del aditivo.

No obstante, es esencial subrayar que, pese a la similitud de estos registros, dichos valores se sitúan fuera del margen establecido por la normativa ACI 318-19 del Manual de Diseño de Concreto de la American Concrete Institute. Concretamente, en el apartado 1.4.1.1, se especifica que el rango óptimo de Slump para concreto estructural debería situarse entre 4 y 6 pulgadas. Así, valores de Slump que excedan las 6 pulgadas podrían ser indicativos de una adición excesiva de agua, circunstancia que tiene el potencial de comprometer la resistencia inherente del concreto. Debido a estas consideraciones y tomando en cuenta la rigurosidad y las buenas prácticas en la ingeniería civil, se decidió descartar la continuación de pruebas con los diseños de 3% y 3.5%. La prioridad radica en garantizar una mezcla de concreto que no solo cumpla con los estándares de calidad, sino también evitar hacer un uso irracional e innecesario de recursos.

## Diseño al 2.5% de aditivo SikaTard® PE y reducción de agua (12.38%)

Tabla 35. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 2.5% aditivo SikaTard® con reducción de agua

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS - DISEÑO 2.5 % Aditivo Retardante				
Materiales		%	% de	Procedencia
Material	Cemento	100		Pacasmayo
Árido	Arena	100	50	Cantera Puento los
Árido	Grava	100	50	Cantera Sojo Armando
Agua		87,62	87,62	Potable Sullana
Aditivo Retardante		2,5	2,5	Laboratorio de química

Nota. Fuente: diseño al 2.5 % Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 36. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 2.5% Aditivo Retardante SikaTard® PE

MATERIAS	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación
Cemento		Kg.	370	9.250	3150					9.250	378
Arena zarandeada	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	879
Agua		Kg.	184	4.600	1000					4,913	188
Aditivo Retardante		Kg	8.186	0.205	1.13					0.205	8.353

Nota. Fuente: diseño al 2.5% Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 37. Especificaciones del diseño con reducción de agua

Diseño al 2,5%	
Cantidad de cemento en pasta:	370 Kg
Cantidad de agua en pasta:	184 Lts
Aire Incluido:	2.0 %
Arena:	50.0 %
Gravas:	50.0 %
Volumen de pasta:	0.321 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados:	0.679 m <sup>3</sup>
Relación a/(c+adc) (SSS):	0.497
Relación a/(c+adc) (Corregida):	0.497

Nota. La dosificación de concreto se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayo de Materiales bajo el código REG-002-006. Fue formulada para una resistencia característica de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  el 04 de setiembre de 2023, empleando probetas cilíndricas identificadas con la etiqueta DP-002.

Respecto a los materiales empleados, el cemento Portland Tipo I representó el 100% del material cementante, con una cantidad específica de 370 kg por  $\text{m}^3$  de mezcla. La arena fina, proveniente de la cantera Santa Cruz y con granulometría  $\emptyset 4,76 - 0 \text{ mm}$ , representó el 50% del volumen total de agregados, siendo equivalente al 100% del agregado fino. Por otro lado, el agregado grueso, grava triturada con dimensiones  $\emptyset 4,75 - 19.5 \text{ mm}$ , fue extraída de la cantera Armando Zapata y constituyó el restante 50% del volumen total de agregados.

Se realizó este diseño que excede las especificaciones técnicas del fabricante del aditivo, donde una de las principales modificaciones fue la reducción del contenido de agua en la mezcla, limitándolo a 184 Lts por  $\text{m}^3$  de concreto, en lugar de la que se había utilizado de 210 Lts (12.38%). Esta decisión tuvo como finalidad mejorar la densidad, resistencia y durabilidad del concreto. El contenido estimado de aire incorporado fue del 2.0%. La relación agua/cemento (a/c) resultante, un indicador crucial para la trabajabilidad y resistencia del concreto, se determinó en 0.497, inferior al estándar general, lo que sugiere un concreto de mayor resistencia y menor permeabilidad. También es importante destacar la inclusión del aditivo retardante, SikaTard® PE. Esta adición, que representa el 2.5% respecto al peso del cemento, se utiliza para controlar el tiempo de fraguado del concreto, especialmente crucial en climas cálidos como el de Sullana, y sus efectos son esenciales para mantener la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en estas condiciones.

## Diseño al 2.5% de aditivo SikaTard® PE y reducción de agua (21.90%)

Tabla 38. Porcentaje y cantidades de agregados diseño 2.5% aditivo retardante SikaTard® PE con reducción de agua

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS - DISEÑO 2.5 % Aditivo Retardante				
Materiales		%	% de	Procedencia
Material	Cemento	100		Pacasmayo
Árido	Arena	100	50	Cantera Puente los
Árido	Grava	100	50	Cantera Sojo Armando
Agua		78.10	78,10	Potable Sullana
Aditivo Retardante		2,5	2,5	Laboratorio de química

Nota. Fuente: diseño al 2.5 % Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 39. Masa de los agregados según porcentaje establecido para una tanda de 25 litros - diseño 2.5% Aditivo Retardante SikaTard® PE

MATERIAS	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida
Cemento		Kg.	370	9.250	3150					9.250	378
Arena zarandeada	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225	870
Grava Triturada	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	879
Agua		Kg.	164	4.100	1000					4,422	167
Aditivo Retardante		Kg	8.186	0.205	1.13					0.205	8.353

Nota. Fuente: diseño al 2.5% Aditivo Retardante. Elaborado por CONSULTGEOPAV S.A.C.

Tabla 40. Especificaciones del diseño 2,5% con reducción de agua

Diseño 2,5% con reducción de agua	
Cantidad de cemento en pasta:	370 kg
Cantidad de agua en pasta:	164 Lts
Aire Incluido :	2.0 %
Arena:	50.0 %
Gravas:	50.0 %
Volumen de pasta:	0.301 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados:	0.699 m <sup>3</sup>
Relación a/(c+adc) (SSS):	0.443
Relación a/(c+adc) (Corregida):	0.443

Nota. La dosificación del hormigón se estableció bajo el código "TRITURADO REG-002-006", orientado a una resistencia de 210 KG/CM<sup>2</sup>. Esta prueba se llevó a cabo el 04 de septiembre de 2023, utilizando cilindros identificados con la marca DP-002.

En cuanto a los materiales, se utilizó Cemento Tipo I como material cementante, abarcando el 100% del diseño, con una cantidad específica de 370 kg por m<sup>3</sup> de mezcla. La arena proveniente de la cantera Santa Cruz, con una granulometría Ø 4,76 - 0 mm, tuvo una participación del 100%, equivalente al 50% del diseño. Esta arena fina contribuyó al 50% del volumen total de los agregados. En contraparte, el agregado grueso, compuesto por grava triturada de dimensiones Ø 4,75 -19.5 mm, provenía de Armando Zapata, ocupando también el 50% del volumen total de agregados.

El diseño se formuló con una cantidad específica de agua de 164 Lts por m<sup>3</sup> de hormigón y un contenido de aire incluido del 2.0%. La relación de agua con respecto al cemento y aditivos ( $a/(c+adc)$ ) se estableció en 0.443, tanto en su estado inicial como en su estado corregido.

Es importante señalar la incorporación del aditivo fue de 2.50%, equivalente al 2.5% del diseño. Esto con la finalidad de evaluar el fraguado del hormigón, la trabajabilidad, durabilidad y resistencia, especialmente bajo condiciones climáticas específicas.

### **Trabajabilidad con incorporación de aditivo por encima de los valores recomendados por SikaTard® PE (2,5; 3,0 y 3,5%)**

Las instrucciones proporcionadas por el fabricante en la ficha técnica de SikaTard® PE son precisas en cuanto a la dosificación máxima recomendada del aditivo, que busca optimizar la resistencia del concreto y moderar la velocidad de fraguado. A pesar de la claridad de estas recomendaciones, era necesario validar su veracidad mediante un enfoque empírico. En consecuencia, se diseñó un protocolo de investigación que incluía pruebas por encima de la dosificación recomendada. Estas pruebas tenían el propósito de determinar hasta qué punto las afirmaciones del fabricante se correspondían con el desempeño real del aditivo en condiciones variables de

trabajo. Se analizaron diversos factores, tales como la consistencia del concreto, tiempos de fraguado en diferentes temperaturas y la influencia del aditivo en la resistencia compresiva final del material. Los resultados obtenidos ofrecerían una base científica sólida para confirmar o ajustar las prácticas recomendadas, garantizando así el uso más eficiente de SikaTard® PE en proyectos de construcción concretos.

*Tabla 41. Slump de las muestras con incorporación de aditivo por encima de los valores recomendados por SikaTard® PE*

DISEÑO (%SikaTard® PE)	Pulgadas (")				Observaciones
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Slump promedio	
Patrón (0)	4.5	4.8	4.8	4.7	Se midió cada 15 min el asentamiento
2.5%	10.5	10	10	10.16	Se midió cada 15 min el asentamiento
3%	-	-	-	-	
3.5%	-	-	-	-	
2.5% (Reducción de agua 26 lts)	5.2	5.5	5.4	5.37	Se midió cada 15 min el asentamiento
2.5% (Reducción de agua 46 lts)	4.2	4	4	4.13	Se midió cada 15 min el asentamiento

Nota. En la tabla se observa que el diseño patrón, sin aditivo retardante, presenta un asentamiento o slump de 4.7", lo cual se considera una consistencia fluida y trabajable para diferentes elementos estructurales. Al incrementar la dosis de SikaTard®PE al 2.5%, muy por encima del máximo recomendado de 2%, se produce un aumento excesivo en la trabajabilidad, alcanzando un slump promedio de 10.16". Esto se debe a la acción fluidificante del aditivo.

Para dosificaciones de 3% y 3.5% de aditivo retardante no se realizaron pruebas de asentamiento, debido a la experiencia previa con la adición al 2.5% donde la mezcla perdió completamente su capacidad de fluir y compactarse adecuadamente. Esto se debe a un retraso extremo en el fraguado inicial provocado por la sobredosificación.

Esto no llevo a considerar la reducción del agua, de manera que al reducir el agua de mezclado en 26 lts en la muestra con 2.5% de aditivo, el slump disminuye a 5.37", aún por encima del patrón, pero más manejable. Con una

reducción de 46 lts, el slump llega a 4.13”, equivalente al diseño original. Por lo tanto, el exceso de aditivo retardante genera consistencias excesivamente fluidas que impiden un adecuado fraguado, compactación y resistencia. Por lo tanto, fue necesario compensar reduciendo la relación agua/cemento con una menor cantidad de agua de mezclado.

En conclusión, es esencial respetar las dosificaciones recomendadas por el fabricante Sika para obtener las propiedades en estado fresco y endurecido deseadas. Sobredosificaciones severas afectan negativamente el comportamiento reológico y resistente de la mezcla.

### **Trabajabilidad y consistencia del concreto con aditivo al 2.5% con agua reducida:**

*Tabla 42. Trabajabilidad y consistencia de las mezclas del diseño con agua reducida (norma ASTM C143-19)*

DISEÑO (%SikaTard® PE)	Pulgadas (")				Consisten cia	Trabajabili dad	Posibl es usos
	M 1	M 2	M 3	Slump promedio			
<b>Patrón (0)</b>	4.5	4.8	4.8	4.7"	Fluida	Media	Zapata s, Muros
<b>2.5% (a/c = 0.497)</b>	5.2	5.5	5.4	5.37	Fluida	Media	Zapat as, Muros
<b>2.5% (a/c = 0.443)</b>	4.2	4	4	4.13	Fluida	Media	Zapat as, Muros

Nota. En la tabla se observa que la muestra patrón sin aditivo muestra una consistencia "Fluida" con un slump promedio de 4.7 pulgadas, lo que sugiere una trabajabilidad media, adecuada para zapatas y muros donde se requiere una fluidez media. La capacidad de trabajar el concreto es limitada, adecuada para aplicaciones en las que el concreto puede ser compactado y nivelado con relativa facilidad sin la necesidad de una fluidez excesiva.

En contraste, la primera mezcla de diseño con 2.5% de SikaTard® PE y una relación agua/cemento de 0.497, ofrece una consistencia "Fluida" y una trabajabilidad media con un slump promedio de 5.37 pulgadas. Este incremento en la fluidez y la trabajabilidad indica que el aditivo SikaTard® PE, a esta dosificación y relación a/c, mejora significativamente la capacidad del concreto para fluir, haciéndolo más adecuado para aplicaciones que requieren

un mayor asentamiento, como es el caso de zapatas y muros, donde una distribución uniforme del concreto es esencial.

Cabe destacar que, la segunda mezcla con 2.5% de SikaTard® PE pero una relación a/c más baja de 0.443 ofrece una consistencia "Fluida" y una trabajabilidad media, con un slump promedio similar al de la muestra patrón de 4.13 pulgadas. Esto podría indicar que, a pesar de la presencia del aditivo, la menor cantidad de agua limita la fluidez del concreto, resultando en una consistencia más adecuada para losas y pavimentos, similar al patrón sin aditivo.

Estos resultados permiten inferir que la influencia del aditivo SikaTard® PE sobre la trabajabilidad del concreto no es un efecto lineal, sino que está también condicionado por la proporción de agua en la mezcla. Mientras que un aumento en la relación agua/cemento amplifica la efectividad del aditivo en términos de fluidez y trabajabilidad, una disminución de esta relación parece contrarrestar el efecto del aditivo, acercando las propiedades del concreto a las de una mezcla sin aditivo.

Por tanto, se puede concluir que la optimización del uso del aditivo SikaTard® PE para mejorar la trabajabilidad del concreto debe considerar cuidadosamente la relación agua/cemento, asegurando que se cumplan los requerimientos de fluidez específicos para cada tipo de aplicación de construcción.

## Durabilidad de los testigos al 2.5% de aditivo con reducción de agua

Tabla 43. Tasa de absorción y volumen de vacíos de los testigos al 2.5% de aditivo con reducción de agua.

Briqueta	% de aditivo	Relación a/c	Masa posterior a la inmersión (72h)	Masa después del secado, previa absorción	Absorción después de inmersión (%)	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	Densidad global seca (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad después de inmersión (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad después de inmersión y ebullición (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen de vacíos (%)	Tasa de absorción [g/cm <sup>2</sup> *h <sup>1/2</sup> ] (S)
Patrón	0%	0.568	952.24	885.36	7.55	7.70	1.64	1.76	1.77	1.88	12.63	0.098377634
			951.18	884.24	7.57	7.70	1.64	1.76	1.77	1.88	12.63	0.099053453
Patrón	0%	0.568										
Testigo 1	2.5%	0.497	925.76	886.34	4.45	4.63	1.74	1.82	1.82	1.89	8.04	0.057985142
Testigo 1	2.5%	0.497	924.23	885.97	4.32	4.67	1.74	1.81	1.82	1.89	8.11	0.056278832
Testigo 2	2.5%	0.443	923.96	884.41	4.47	4.64	1.74	1.82	1.82	1.89	8.07	0.058407454
Testigo 2	2.5%	0.443	923.67	885.10	4.36	4.56	1.74	1.81	1.82	1.89	7.94	0.056734828

Nota. La Tabla se observa que los testigos modificados con el aditivo SikaTard® PE al 2.5% demuestran una mejora significativa en la resistencia a la absorción de agua en comparación con los patrones sin aditivo.

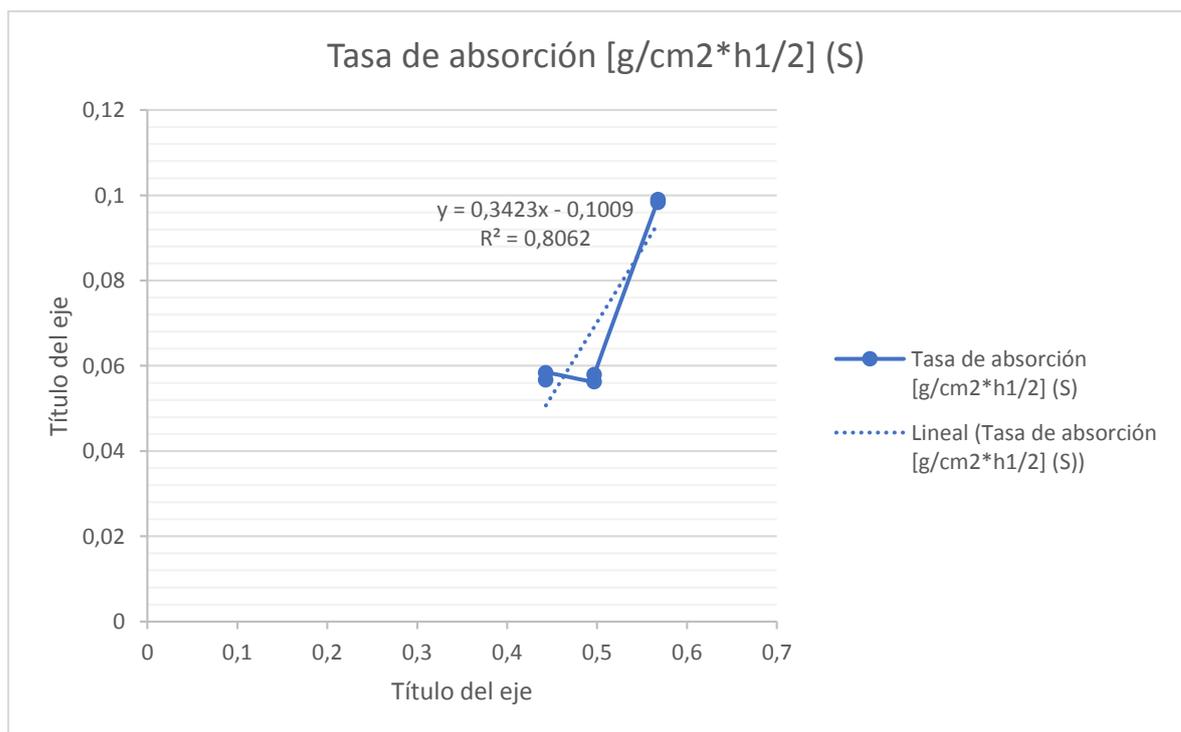
Los resultados reflejan que el concreto patrón, sin aditivo, exhibe una absorción promedio del 7.56% después de la inmersión y del 7.70% después de la inmersión seguida de ebullición. Por otro lado, los testigos a los que se añadió un 2.5% de SikaTard® PE muestran una disminución notable en la absorción de agua, ambos con la misma concentración de aditivo, pero con diferentes relaciones agua/cemento (0.497 y 0.443 respectivamente), presentan valores de absorción que oscilan entre 4.32% y 4.47% tras la inmersión, y entre 4.56% y 4.67% después de la inmersión y ebullición. Estos valores inferiores manifiestan un aumento en la densidad y una reducción en la permeabilidad del concreto, aspectos fundamentales para la durabilidad del material.

En cuanto a la densidad, se observa un incremento en la densidad global seca para los testigos con aditivo, pasando a 1.74 g/cm<sup>3</sup>, en comparación con 1.64 g/cm<sup>3</sup> del concreto patrón. Esta mejora en la densidad implica una menor presencia de vacíos dentro de la matriz del concreto, lo que es corroborado por la reducción del volumen de vacíos en los testigos con aditivo, con valores entre 7.94% y 8.11%, frente al 12.63% del concreto patrón.

Respecto a la tasa de absorción, el concreto patrón presenta un valor de 0.93, que disminuye significativamente en los testigos con aditivo hasta alcanzar valores de 0.53 y 0.55.  $\text{g/cm}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ . Esta disminución es un indicativo de una mayor resistencia a la penetración de agua y, por ende, a los procesos de deterioro asociados.

En conclusión, la adición de un 2.5% de SikaTard® PE en combinación con la optimización de la relación agua/cemento confiere al concreto una mejor densidad, una reducción en la porosidad y una menor tasa de absorción, factores todos que contribuyen a una mayor durabilidad del concreto. Dichas mejoras son cruciales para estructuras que estarán expuestas a condiciones ambientales adversas, implicando que la adición de aditivos retardante puede ser una estrategia efectiva para extender la vida útil de estructuras de concreto en condiciones climáticas como las de Sullana.

Figura 5. Porcentaje de volumen de vacíos de acuerdo a la relación aguas cemento



Nota. En la tabla se observa que el valor del coeficiente de determinación  $R^2$  es 0.8062. Esto indica que el modelo explica un 80.62% de la variabilidad en la variable dependiente y (porcentaje de volumen de vacíos). Al ser un valor

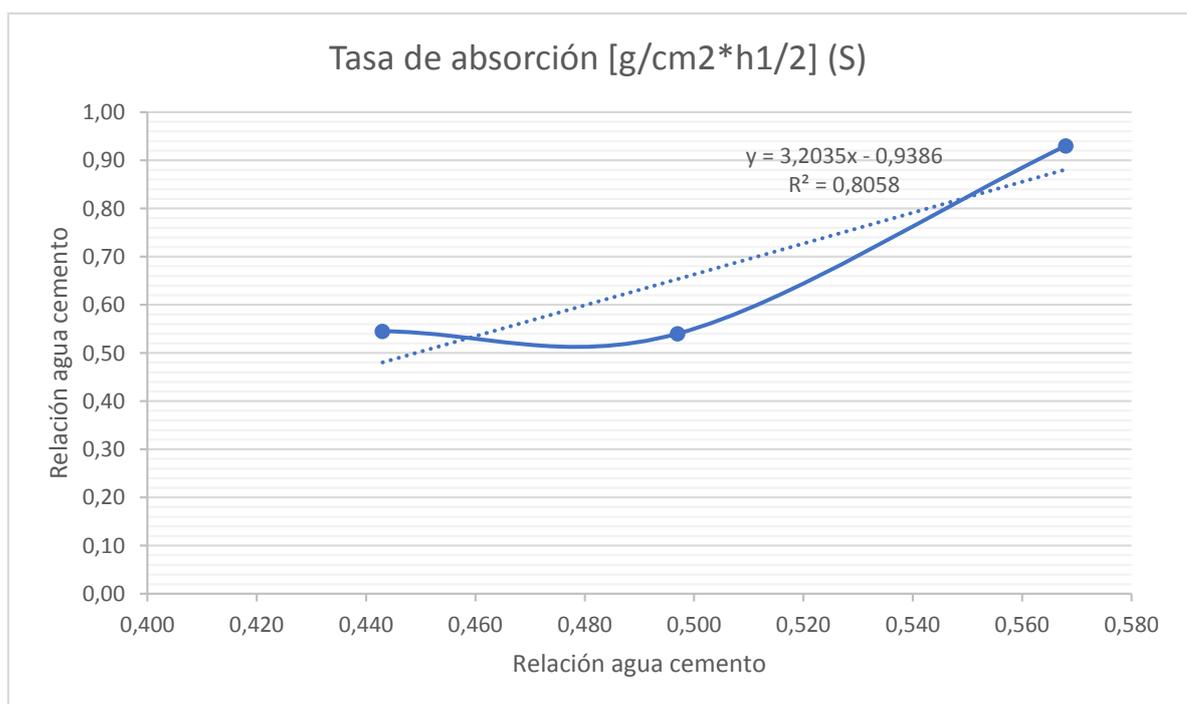
relativamente alto de  $R^2$ , se concluye que el modelo se ajusta bien a los datos observados, lo que sugiere una fuerte correlación directa entre las variables.

Es decir, la reducción en la relación agua-cemento se relaciona con la disminución del porcentaje de volumen de vacíos. Por lo tanto, se confirma que al disminuir la cantidad de agua manteniendo constante la cantidad de cemento, se reduce el porcentaje de vacíos en la mezcla de concreto.

Esto se explica considerando que al añadir más aditivo reduciendo el agua, se modifican las propiedades y la estructura del concreto, reduciendo su capacidad de absorción. Las pruebas demuestran que el aditivo genera una mezcla más densa y menos porosa. Sin embargo, el efecto del aditivo alcanza un límite máximo, ya que a partir de 2.0% su efecto se estabiliza, siendo la reducción del agua la que permite continuar mejorando la densidad y reduciendo la porosidad del concreto.

En conclusión, la relación observada indica que la reducción del agua causa una disminución predecible y directamente proporcional del porcentaje de volumen de vacíos en la mezcla de concreto, mejorando así su densidad y capacidad de absorción. El aditivo refuerza este efecto hasta cierto punto.

Figura 6. Tasa de sorptividad de acuerdo a la relación agua cemento



Nota. En la tabla, se observa que el valor del coeficiente de determinación  $R^2$  es 0.8058. Esto indica que el modelo explica un 80.58% de la variabilidad en la tasa de absorción del concreto. Al ser un valor relativamente alto, se concluye que el modelo se ajusta bien a los datos observados, lo que indica una correlación directa entre las variables.

Es decir, la reducción en la relación agua-cemento se relaciona con la disminución de la tasa de absorción del concreto. Por lo tanto, se confirma que al disminuir la cantidad de agua manteniendo constante el cemento, se reduce la tasa de absorción de la mezcla. Esto se explica porque al agregar más aditivo y reducir el agua, se modifican las propiedades del concreto, haciéndolo menos poroso y permeable. El aditivo genera una matriz más densa y menos propensa a absorber agua. No obstante, la efectividad del aditivo alcanza un máximo hasta el 2.0%, requiriendo reducir el agua para seguir mejorando la impermeabilidad.

En conclusión, disminuir el agua en la mezcla provoca una reducción predecible y proporcional de la tasa de absorción del concreto. El aditivo refuerza este efecto hasta un punto.

### Resistencia a la compresión

Tabla 44. Resistencias obtenidas de las roturas a los 7 días

DISEÑOS	RESISTENCIAS OBTENIDAS 7 DÍAS			
	TESTIGO 1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN (a/c= 0.568)	215.51	221.59	217.53	218.24
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.497)	257.36	258.42	257.67	257.82
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.443)	263.79	258.42	261.87	261.36

Tabla 45. Resistencias obtenidas comparadas a las esperadas

Diseños	Resistencias promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	70% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Condición
PATRÓN (a/c= 0.568)	218.24	147	CUMPLE
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.497)	257.82	147	CUMPLE
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.443)	261.36	147	CUMPLE

Nota. En las Tablas se observa que todas las mezclas superan la resistencia de diseño esperada del 70% f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>. La mezcla patrón, con una relación agua/cemento (a/c) de 0.568, muestra una resistencia promedio de 218.24 kg/cm<sup>2</sup>; las mezclas que incluyen un 2.5% de AR con relaciones a/c de 0.497 y 0.443 alcanzan resistencias promedio de 257.82 kg/cm<sup>2</sup> y 261.36 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados indican que la inclusión del AR mejora en resistencia a medida que la relación a/c disminuye, esto se evidencia en la mezcla con una relación a/c de 0.443. Esto podríamos atribuirlo a la densificación de la matriz del concreto debido a una menor cantidad de agua por unidad de cemento, lo que a menudo se traduce en una mayor resistencia a la compresión.

Así mismo al reducir aún más la relación a/c a 0.443, en combinación con el 2.5% de AR, no solo se mantiene la tendencia de aumento en la resistencia, sino que se incrementa ligeramente en comparación con la relación a/c de 0.497. Esto sugiere que existe un equilibrio óptimo donde la cantidad de agua y aditivo maximiza las propiedades del concreto fresco y endurecido, optimizando la hidratación del cemento y mejorando la estructura y compactación del concreto.

Además, la mezcla con un 2.5% de AR y una relación a/c de 0.497 ya muestra una mejora significativa en comparación con la mezcla patrón. La mejora adicional en la resistencia observada en la mezcla con una relación a/c de 0.443 reafirma la importancia de ajustar la proporción de agua para alcanzar una calidad superior del concreto. Esto indica que el uso de 2.5% de AR es beneficioso para alcanzar y exceder los requerimientos de resistencia a temprana edad, manteniendo la integridad estructural del concreto.

En conclusión, la inclusión de 2.5% de AR en las mezclas de concreto ha demostrado ser eficaz no solo para cumplir con los criterios de resistencia a la compresión a los 7 días, sino también para superarlos, especialmente cuando se utiliza en conjunto con una relación a/c reducida. Por lo cual es fundamental una dosificación cuidadosa de aditivos y el control estricto de la relación agua/cemento, lo cual es crucial para lograr una mezcla de concreto con propiedades óptimas, que resulta en una estructura más durable y con mejores características mecánicas a largo plazo.

### Resistencia a los 14 días

Tabla 46. Resistencias obtenidas de las roturas a los 14 días

DISEÑOS	RESISTENCIAS OBTENIDAS 14 DÍAS			
	TESTIGO 1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN (a/c= 0.568)	254.04	247.03	243.26	248.11
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.497)	329.82	330.27	329.47	329.85
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.443)	337.29	336.15	338.16	337.2

Tabla 47. Resistencias obtenidas comparadas a las esperadas

Diseños	Resistencias promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	90% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Condición
PATRÓN (a/c= 0.568)	248.11	189	CUMPLE
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.497)	329.85	189	CUMPLE
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.443)	337.2	189	CUMPLE

Nota. En las tablas se observa que todas las mezclas han excedido la resistencia de diseño proyectada del 90% de f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días de curado. La mezcla patrón, que tiene una relación agua/cemento (a/c) de 0.568, muestra un incremento en la resistencia promedio a 248.11 kg/cm<sup>2</sup> comparado con su desempeño a los 7 días, evidenciando el proceso continuo de hidratación y ganancia de fuerza del concreto con el tiempo.

Las mezclas con un 2.5% de aditivo reductor de agua (AR) y relaciones a/c de 0.497 y 0.443, alcanzan resistencias promedio aún más altas de 329.85 kg/cm<sup>2</sup> y 337.2 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, a los 14 días. Esto no sólo confirma el beneficio del aditivo AR en el desarrollo de la resistencia inicial, sino que también sugiere un mejoramiento sostenido a medida que el concreto madura.

Específicamente, la mezcla con un 2.5% de AR y una relación a/c de 0.497 muestra un aumento notable en la resistencia en comparación con la mezcla patrón, lo que implica que el aditivo mejora la eficiencia del cemento y potencialmente la compactación y la homogeneidad del concreto. Al disminuir la relación a/c a 0.443 y mantener el 2.5% de AR, la resistencia a los 14 días incluso supera a la de la relación a/c de 0.497, lo que podría indicar que una menor proporción de agua favorece aún más la formación de una matriz de concreto densa y resistente.

Este desempeño superior de las mezclas con aditivo AR resalta la importancia de optimizar la relación agua/cemento para alcanzar una calidad de concreto elevada. Además, la consistente superación de los valores esperados de resistencia refuerza la idea de que la incorporación de 2.5% de AR, cuando se maneja correctamente en términos de proporciones de mezcla, es altamente beneficiosa no solo para cumplir sino para sobrepasar los requisitos de resistencia, contribuyendo así a la integridad y durabilidad a largo plazo del concreto.

### Resistencia a los 21 días

Tabla 48. Resistencias obtenidas de las roturas a los 21 días

DISEÑOS	RESISTENCIAS OBTENIDAS 21 DÍAS			PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
	TESTIGO 1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	
PATRÓN (a/c= 0.568)	261.52	270.93	275.10	269.18
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.497)	348.14	348.62	347.70	348.15
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.443)	356.03	354.83	356.95	355.94

Tabla 49. Resistencias obtenidas comparadas a las esperadas

Diseños	Resistencias promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	95% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Condición
PATRÓN (a/c= 0.568)	269.18	199.5	CUMPLE
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.497)	348.15	199.5	CUMPLE
CONCRETO+2.5% AR (a/c= 0.443)	355.94	199.5	CUMPLE

Nota. En las tablas se observa que todas las mezclas de concreto continúan superando resistencia a la compresión a los 21 días. La mezcla patrón, con una relación agua/cemento de 0.568, alcanzó una resistencia promedio de 269.18 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica un progreso significativo en comparación con los resultados a los 7 y 14 días. Este aumento sostenido de resistencia refuerza la noción de que el proceso de hidratación del cemento y, por ende, el desarrollo de la resistencia del concreto, prosigue más allá de las etapas iniciales de curado.

Así mismo las mezclas con 2.5% de AR y relaciones agua/cemento de 0.497 y 0.443 mostraron resistencias promedio de 348.15 kg/cm<sup>2</sup> y 355.94 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, demostrando la eficacia del aditivo AR para mejorar la resistencia inicial sino también su contribución positiva en el desarrollo de la resistencia a mediano plazo.

Por otro lado, la mezcla con una relación a/c de 0.497 y 2.5% de AR demuestra una mejora considerable en la resistencia con respecto a la mezcla patrón. Al disminuir la relación a/c a 0.443, se observa un incremento adicional en la resistencia, reafirmando lo que se ha repetido en varias oportunidades en la investigación la importancia de la dosificación precisa del agua y el AR en la formulación de concreto, corroborando lo señalado en la teoría de que una menor proporción de agua contribuye a una matriz de concreto más densa y robusta.

Además, el consistente incremento de resistencia a los 21 días corrobora la ventaja de incorporar 2.5% de AR y optimizar la relación agua/cemento, de manera que no solo satisface los requisitos de diseño, sino que los excede, lo

cual es prometedor para la durabilidad y la integridad estructural del concreto a largo plazo.

En conclusión, la inclusión del 2.5% de AR en las mezclas de concreto ha probado ser eficaz en el cumplimiento y superación de los estándares de resistencia a la compresión esperados a los 21 días, cuando se reduce la cantidad de agua, lo que subraya la importancia de una dosificación cuidadosa y el manejo adecuado de la relación agua/cemento para la obtención de mezclas de concreto de alto rendimiento, lo cual es fundamental para conseguir estructuras de concreto con óptimas propiedades mecánicas y una mayor vida útil.

Por lo tanto, al incorporar un 2.5% de aditivo SikaTard® PE, se observa que la **trabajabilidad del concreto**, medida mediante las pruebas de Slump, experimenta cambios notables. Con la reducción del agua (relación a/c = 0.497), el slump alcanza 5.37 pulgadas, indicando una trabajabilidad media adecuada para aplicaciones que requieren un mayor asentamiento. Al reducir aún más el agua (relación a/c = 0.443), el slump disminuye a 4.13 pulgadas, acercándose a la trabajabilidad del diseño patrón.

En cuanto a la **durabilidad del concreto**, los ajustes en la formulación resultan en una mejora notable. Los testigos con 2.5% de aditivo y una menor relación agua/cemento muestran una disminución en el volumen de vacíos y en la tasa de absorción de agua. Así, con una relación a/c de 0.497, el volumen de vacíos se reduce a 8.04%-8.11%, y la tasa de absorción disminuye a valores entre 0.0562 y 0.0579 g/cm<sup>2</sup>h<sup>1/2</sup>. Esto evidencia una matriz de concreto más densa y menos porosa, lo cual es favorable para la durabilidad y la resistencia a la penetración de agentes deteriorantes.

Respecto a la **resistencia a la compresión**, se observan mejoras significativas con la inclusión de 2.5% de aditivo y la reducción de agua. A los 7 días, las mezclas con 2.5% de aditivo alcanzan resistencias promedio de 257.82 kg/cm<sup>2</sup> y 261.36 kg/cm<sup>2</sup> para relaciones a/c de 0.497 y 0.443, respectivamente. A los 14 días, estas resistencias aumentan a 329.85 kg/cm<sup>2</sup> y 337.2 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 21 días, se elevan aún más a 348.15 kg/cm<sup>2</sup> y 355.94

kg/cm<sup>2</sup>. Estos valores superan significativamente la resistencia del diseño patrón, lo que indica que la dosificación cuidadosa del aditivo y la gestión de la relación agua/cemento son cruciales para optimizar la resistencia del concreto.

**Respecto al objetivo específico 3:** Analizar si las condiciones climáticas específicas de Sullana (temperatura, humedad, precipitaciones) influyen en el comportamiento del aditivo retardante y en las propiedades del concreto.

*Tabla 50. Relación entre el porcentaje de aditivo SikaTard® PE añadido y la temperatura, la absorción, la permeabilidad y la resistencia*

DISEÑO (%)	Temperatura (ambiente)	Temperatura (mezcla)	Volumen de vacíos (%)	Tasa de absorción $I_{a/cm^2 \cdot h/21}$	Resistencia 7 días	Resistencia 14 días	Resistencia 21 días
Patrón (a/c= 0.568)	30	28,7	12.63	0.93	218.24	248.11	269.18
0.5% (a/c= 0.568)	30,8	29,2	11.175	0.805	210.36	241.56	275.65
1% (a/c= 0.568)	31,3	29,6	9.45	0.695	273.51	306.67	302.44
2% (a/c= 0.568)	33,2	30,1	8.335	0.56	213.61	370.31	408.26
2.5% (a/c= 0.568)	30,2	26,1	-	-	-	-	-
3% (a/c= 0.568)	-	-	-	-	-	-	-
3.5% (a/c= 0.568)	-	-	-	-	-	-	-
2.5% Reducción de agua (a/c= (a/c= 0.497)	30	27,6	8.075	0.540	257.82	329.85	348.15
2.5% Reducción de agua (a/c= (a/c= 0.443)	31	27,7	8.005	0.545	261.36	337.2	355.94

Nota. En la Tabla, se observa que, en cuanto a temperatura, las muestras con 2.5% de aditivo SikaTard® PE presentan valores similares o menores que la muestra patrón, lo cual es positivo para evitar un exceso de temperatura.

Esto se explica debido a que el aditivo SikaTard® PE es un retardante de fraguado, lo que parece contraintuitivo considerando el aumento de temperatura que provoca inicialmente, sin embargo, cabe recordar que los aditivos retardantes funcionan interfiriendo en el proceso de hidratación del cemento, lo que retrasa el fraguado y endurecimiento del concreto, lo que genera un moderado incremento en la temperatura de la mezcla, como efecto colateral no deseado, lo cual se debe a que la hidratación es una reacción exotérmica es decir que libera calor, de manera que al retrasar la hidratación, el aditivo prolonga la liberación de calor, resultando en un calentamiento transitorio. No obstante, el retraso del fraguado se mantiene ya que el aditivo

sigue actuando sobre la cinética de la reacción. Entonces, aunque la temperatura aumente levemente al inicio, el concreto tardará más en fraguar y endurecer.

Respecto al volumen de vacíos, los testigos con 2.5% de AR a los que se les redujo el agua obteniendo relaciones a/c de 0.497 y 0.443 muestran los valores más bajos de 8.075% y 8.005%, comparado al 12.63% del patrón, lo que indica mayor densidad y menor porosidad. En relación a la tasa de absorción, estas mismas muestras con 2.5% de AR muestran valores mínimos de 0.540 y 0.545 g/cm<sup>2</sup>h<sup>1/2</sup>, en contraste al 0.93 g/cm<sup>2</sup>h<sup>1/2</sup> de la muestra patrón, lo cual representa una reducción de la permeabilidad. Sin embargo, en cuanto a resistencia, la muestra con 2% de aditivo y relación a/c de 0.568 alcanza los valores más elevados, de 370 kg/cm<sup>2</sup> a 14 días y 408 kg/cm<sup>2</sup> a 21 días.

Considerando estos cuatro factores, la muestra óptima es aquella con 2% de aditivo SikaTard® PE y relación a/c de 0.568, ya que maximiza la resistencia temprana, manteniendo bajos el volumen de vacíos y la absorción.

En conclusión, la adición de 2% de SikaTard® PE con una relación a/c de 0.568 representa la mejor formulación, al combinar alta resistencia, buena densidad y baja permeabilidad, propiedades esenciales para la durabilidad del concreto en las condiciones climáticas de Sullana.

### **Revisión bibliográfica:**

Para profundizar en la comprensión de cómo los factores climáticos afectan los aditivos retardantes y sus interacciones con el concreto, se llevó a cabo una revisión bibliográfica. Esta investigación sistemática examinó la literatura existente, enfocándose en cómo variables ambientales específicas, tales como temperatura, humedad y patrones de precipitación, pueden alterar tanto la eficacia de los aditivos retardantes como las propiedades intrínsecas del concreto.

Se establecieron criterios de selección y evaluación rigurosos para identificar estudios relevantes y pertinentes. Con base en estos criterios, se analizaron seis estudios publicados entre 2020 y 2023, después de una búsqueda en

bases de datos como ProQuest, EBSCO, SciElo, y Redalyc. Las palabras clave que guiaron esta búsqueda fueron "trabajabilidad", "durabilidad", "resistencia" y "temperatura del concreto". Estos términos fueron fundamentales para filtrar y seleccionar investigaciones que abordan directamente las interacciones entre los aditivos retardantes y el concreto bajo diversas condiciones climáticas.

Cada estudio fue evaluado en función de su contribución al conocimiento de cómo los aditivos retardantes pueden ser optimizados para mejorar la trabajabilidad del concreto, su durabilidad frente a las condiciones ambientales, su resistencia a largo plazo y la influencia en la temperatura del proceso de fraguado.

**Respecto a la trabajabilidad** se encontró que los aditivos retardantes mejoran la trabajabilidad del concreto permitiendo un mayor tiempo de manipulación antes de que comience a fraguar. Esto es especialmente útil en climas cálidos o en obras que requieren tiempos largos de colocación (Barrios & Carmona, 2022; Jucos & Gómez, 2021).

**En relación a la durabilidad** del concreto puede verse mejorada con el uso de aditivos retardantes en climas tropicales debido a que permiten un curado más lento y controlado, lo que evita fisuras y otros problemas de durabilidad (Arularasi et al., 2022).

**Sobre la resistencia a la compresión** los estudios concluyen que disminuye en las primeras etapas del curado del concreto cuando se usan aditivos retardantes, pero tiende a mejorar a los 21 días. Esto implica que la resistencia inicial es menor, pero la resistencia a largo plazo puede ser mayor debido a una hidratación más completa del cemento (Barrios & Carmona, 2022; Bamshad et al., 2023).

Respecto a la temperatura los aditivos retardantes pueden influir en la temperatura del concreto durante el fraguado. La reducción de la temperatura ayuda a controlar la contracción térmica y puede mejorar la durabilidad, especialmente en condiciones climáticas cálidas que de otro modo acelerarían

el proceso de fraguado y podrían afectar la trabajabilidad y la resistencia del concreto (Arularasi et al., 2022; Jucos & Gómez, 2021).

Por lo tanto, de acuerdo a la prueba efectuada y respaldado por los estudios revisados, las condiciones climáticas específicas de Sullana (temperatura, humedad, precipitaciones) influyen en el comportamiento del aditivo retardante y en las propiedades del concreto, dado que la reacción de hidratación del cemento es exotérmica, es decir, libera calor. En condiciones de temperatura ambiente elevada, como en Sullana, el aditivo retardante ayuda a moderar esta reacción, evitando un fraguado y endurecimiento demasiado rápido del concreto.

Por ende, la trabajabilidad del concreto, medida a través del ensayo de Slump, muestra un incremento con el aumento de la concentración del aditivo, de manera que, la mezcla patrón (sin aditivo) tiene un slump de 4.7 pulgadas, mientras que la adición de 2.5% de SikaTard® PE lleva el slump a valores superiores. Esto indica que, en climas cálidos, donde la evaporación del agua es más rápida, el uso de aditivos retardantes es beneficioso para mantener la trabajabilidad del concreto durante un tiempo más prolongado.

En cuanto a la durabilidad, reflejada en el volumen de vacíos y la tasa de absorción, se observa una tendencia positiva con el uso de aditivos. En climas cálidos, la evaporación del agua puede llevar a una mayor porosidad y, por ende, a una menor durabilidad. Sin embargo, los datos muestran que las mezclas con 2.5% de aditivo presentan menores volúmenes de vacíos y tasas de absorción comparados con el diseño patrón, lo cual indica una mejor densidad y una menor permeabilidad, aspectos clave para una mayor durabilidad en condiciones climáticas adversas.

En relación a la resistencia a la compresión del concreto esta muestra un aumento notable con la incorporación del aditivo, especialmente en mezclas con 2% y 2.5% de SikaTard® PE. En ambientes calurosos, donde la rápida pérdida de humedad puede afectar negativamente el proceso de hidratación y, por tanto, la resistencia del concreto, el uso de un aditivo retardante puede

resultar en una hidratación más completa y uniforme del cemento, lo cual se traduce en un aumento de la resistencia a largo plazo.

**Respecto al objetivo general:** Analizar si existe influencia positiva y significativa de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023.

*Tabla 51. Diseño de concretos de acuerdo al porcentaje de sustitución en relación con la temperatura, trabajabilidad consistencia, % de volumen de vacíos, absorción y resistencia.*

Aditivo	Agua cemento	Temperatura (ambiente)	Temperatura (mezcla)	Slump (Pulg)	Volumen de vacíos (%)	Tasa de absorción [g/cm <sup>2</sup> *h/2] (S)	Resistencia a 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a 21 días (kg/cm <sup>2</sup> )
0 %	0.568	30	28.7	4.7	12.63	0.0987	218.24	248.11	269.18
0.5%	0.568	30.8	29.2	5.60	11.175	0.0858	210.36	241.56	275.65
1.0%	0.568	31.3	29.6	6.07	9.45	0.0742	273.51	306.67	302.44
2.0%	0.568	33.2	30.1	7.60	8.335	0.0595	213.61	370.31	408.26
2.5%	0.497	30	27.6	5.37	8.075	0.0571	257.82	329.85	348.15
2,5%	0.443	31	27.7	4.13	8.005	0.0575	261.36	337.2	355.94

### Prueba de normalidad

Para la prueba de normalidad Shapiro-Wilk debido a que está diseñado para muestras pequeñas y es más apropiado cuando el tamaño de la muestra es menor a 50. Puesto que tiene un poder estadístico más alto que la prueba de Kolmogorov-Smirnov para detectar desviaciones de la normalidad cuando las muestras son pequeñas.

## Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** Los datos tienen distribución normal

**H<sub>1</sub>:** Los datos no presentan distribución normal

*Tabla 52. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk*

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Estadístico de prueba	Valor-p
Temperatura ambiente	0.856	0.176
Temperatura mezcla	0.927	0.559
Volumen de vacíos (%)	0.856	0.176
Tasa de absorción [g/cm <sup>2</sup> *h <sup>0.5</sup> ] (S)	0.863	0.199
Resistencia 7 días	0.839	0.128
Resistencia 14 días	0.915	0.472
Resistencia 21 días	0.93	0.579

En la tabla se observa que ningún valor-p es menor que 0.05, lo que indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, no se puede afirmar que los datos no tienen una distribución normal basándose en esta prueba. Por esta razón la prueba a realizar para corroborar si existe o no existe influencia positiva y significativa de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023, serán las pruebas paramétricas, regresión lineal múltiple y ANOVA.

Tabla 53. Prueba de regresión múltiple

Propiedad	R <sup>2</sup>	P-valor Aditivo	P-valor Agua cemento	P-valor Temperatura ambiente	Coefficientes	Intercepto
Temperatura Mezcla	0.982	0.379	0.131	0.042	[-0.21, 9.48, 0.56]	6.6
Slump	0.997	0.008	0.004	0.048	[1.02, 27.46, 0.25]	-18.39
Volumen Vacíos	0.956	0.082	0.717	0.673	[-1.84, -4.66, -0.11]	20.05
Tasa Absorción	0.986	0.026	0.513	0.532	[-0.02, -0.04, -0.00]	0.16
Resistencia 7 días	0.362	0.72	0.945	0.724	[12.97, -49.15, -8.00]	495.48
Resistencia 14 días	0.926	0.155	0.703	0.357	[43.81, 172.09, 14.59]	301.46
Resistencia 21 días	0.941	0.147	0.715	0.231	[42.20, 153.67, 19.46]	419.73

Nota. En la tabla se observa que el modelo ajustado para la temperatura de la mezcla alcanzó un elevado coeficiente de determinación R<sup>2</sup> de 0.982, indicando una excelente capacidad para explicar la variabilidad de la temperatura de la mezcla a partir de las variables independientes consideradas. De estas, la temperatura ambiente resultó ser un predictor estadísticamente significativo ( $p = 0.042$ ), sugiriendo una correlación directa y notable entre la temperatura ambiente y la temperatura de la mezcla.

Respecto al Slump el análisis indica evidencia un valor R<sup>2</sup>, 0.997 y p valor de 0.048, por lo tanto, tiene una relación significativa con las variables independientes, especialmente con el aditivo y la relación agua-cemento.

En el caso del volumen de vacíos y la tasa de absorción, los modelos también exhibieron altos valores de R<sup>2</sup>, 0.956 y 0.986 respectivamente, lo cual sugiere un buen ajuste del modelo a los datos. Sin embargo, a pesar de estos altos valores de R<sup>2</sup>, la significancia estadística de las variables independientes no fue tan evidente. Para el volumen de vacíos, ninguna de las variables resultó ser un predictor significativo.

Por otro lado, en la tasa de absorción, el porcentaje de aditivo fue significativo ( $p = 0.026$ ), indicando que el aditivo tiene un efecto notable en esta propiedad del concreto.

En cuanto a la resistencia del concreto a los 7, 14 y 21 días, los resultados fueron mixtos. Aunque los modelos para la resistencia a los 14 y 21 días mostraron buenos ajustes con  $R^2$  de 0.926 y 0.941 respectivamente, los p-valores para las variables independientes en estos modelos no indicaron una significancia estadística clara. Específicamente, el porcentaje de aditivo mostró cierta relevancia en el modelo de resistencia a los 21 días ( $p = 0.147$ ), aunque no alcanzó el umbral convencional de significancia estadística. Para la resistencia a los 7 días, el modelo mostró un ajuste relativamente pobre ( $R^2 = 0.362$ ), con ninguna de las variables independientes mostrando significancia estadística.

Considerando los resultados, el porcentaje de AR que ofrece un equilibrio entre trabajabilidad, durabilidad y resistencia, considerando especialmente su efecto significativo en la tasa de absorción y su tendencia a mejorar la resistencia (aunque no de manera significativa), es el 1.0%. Este porcentaje presenta un punto medio razonable donde el aditivo podría tener un impacto positivo en la tasa de absorción y potencialmente en la resistencia, sin afectar negativamente otras propiedades como la temperatura de la mezcla o el volumen de vacíos.

En conclusión, el análisis indica que mientras algunas propiedades del concreto, como la temperatura de la mezcla, el slump y la tasa de absorción, están influenciadas de manera significativa por factores como la temperatura del ambiente y el porcentaje de aditivo, otras propiedades, como el volumen de vacíos y la resistencia, no mostraron una relación clara y significativa con estas variables. Estos Resultados subrayan la complejidad y la naturaleza multifactorial de las propiedades del concreto, y la necesidad de considerar una variedad de factores en su estudio y aplicación.

### Prueba ANOVA:

H<sub>0</sub>: No existe influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023.

H<sub>i</sub>: Existe influencia positiva y significativa de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023.

Tabla 54. Análisis ANOVA sobre el % de aditivo añadido y cada una de las variables dependientes:

Variable Dependiente	Suma de cuadrados (Aditivo)	DF (Aditivo)	F-Valor	P-Valor
Temperatura (mezcla)	5.1433	4	257.17	0.046731
Volumen de vacíos (%)	18.1506	4	1852.11	0.017425
Slump	6.4731,	4	2.1049.	0.471439
Tasa de absorción [g/cm <sup>2</sup> *h <sup>1/2</sup> ] (S)	0.0015	4	4676.54	0.010967
Resistencia 7 días	3934.58	4	156.99	0.05978
Resistencia 14 días	13154.36	4	121.75	0.067856
Resistencia 21 días	14439.92	4	118.98	0.068639

Nota en la tabla en lo que respecta a la **temperatura de la mezcla**, se registra un valor F de 257.17 y un valor p de 0.046731. Estos resultados indican que existe una variabilidad estadísticamente significativa entre los grupos definidos por los distintos porcentajes de AR. Lo que significa que hay evidencia suficiente para afirmar que los AR influyen en la temperatura de la mezcla de concreto; esto es importante debido a que la temperatura de mezcla es un parámetro crítico en la calidad del concreto, dado que afecta tanto la trabajabilidad como el inicio del proceso de fraguado. Por lo tanto, estos resultados son relevantes en el contexto de las condiciones climáticas y de fabricación.

En **relación al slump**, con un valor F de 2.1049 y un valor p de 0.47143, indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la trabajabilidad del concreto (medida a través del slump) debido a los AR bajo el nivel de significancia del 5%. Esto sugiere que, mientras los AR afectan otras propiedades como la temperatura de mezcla y el volumen de vacíos, su influencia directa en la consistencia medida por el slump no es significativa en el estudio realizado. Esto podría deberse a que el slump es más sensible a otros factores como la cantidad de agua y la proporción de agregados en la mezcla.

En cuanto **al volumen de vacíos (%)**, se encuentra un valor F de 1852.11 y un valor p de 0.017425. Estos datos respaldan la conclusión de que el porcentaje de AR añadido tiene un impacto significativo en esta propiedad del concreto. El volumen de vacíos en el concreto es un indicador clave de su porosidad, lo cual tiene implicaciones directas en la durabilidad y resistencia del material. Un menor volumen de vacíos generalmente implica un concreto más denso y potencialmente más resistente.

Respecto a **la tasa de absorción** [ $\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ ] (S), el análisis revela un valor F considerable de 4676.54 acompañado de un valor p de 0.010967. Esto implica que, bajo un nivel de significancia del 5%, hay pruebas suficientes para rechazar la hipótesis nula y aceptar que el porcentaje de AR añadido influye significativamente en la tasa de absorción del concreto. Esto es importante ya que una mayor tasa de absorción afecta negativamente la durabilidad del concreto, especialmente en entornos expuestos a la penetración de sustancias químicas dañinas.

En relación con la resistencia a los 7 días, los valores F y p son 156.99 y 0.059780, respectivamente, lo que indica que no hay diferencias significativas en la resistencia del concreto a los 7 días atribuibles al porcentaje de AR añadido. Esto puede ser indicativo de que los efectos de los aditivos en la resistencia inicial del concreto son limitados o requieren de un período más prolongado para manifestarse.

De manera similar, para las resistencias a los 14 y 21 días, con valores F de 121.75 y 118.98, y valores p de 0.067856 y 0.068639, respectivamente, no

se alcanza el umbral convencional de 0.05 para descartar la hipótesis nula. En ese sentido, aunque los valores F sugieren una tendencia, no proporcionan evidencia suficiente para afirmar una influencia significativa de los aditivos en estas propiedades del concreto a medio plazo.

Por lo tanto, los aditivos retardantes, como el SikaTard® PE, influyen positiva y significativamente en la trabajabilidad y durabilidad del concreto en las condiciones climáticas de Sullana. Si bien su impacto en la resistencia inicial no es significativo, existe una tendencia hacia una mejor resistencia a largo plazo.

En conclusión, nuestros resultados enfatizan la necesidad de un enfoque holístico al evaluar los aditivos en un concreto, dado que algunos efectos son directos y otros indirectos, es esencial considerar las interacciones complejas entre los componentes de la mezcla y cómo estos interactúan con las condiciones ambientales. Los aditivos pueden ofrecer beneficios en términos de trabajabilidad y durabilidad, pero su influencia en la resistencia a largo plazo de acuerdo a lo encontrado requiere una investigación más profunda. En ese sentido es fundamental realizar estudios adicionales con muestras más grandes para obtener resultados más concluyentes y comprender completamente el rol de los aditivos retardantes en el desempeño del concreto bajo las condiciones específicas de Sullana y en cualquier otra ubicación con condiciones similares. Estos resultados también subrayan la importancia de los ensayos empíricos y la experiencia en la obra, junto con el análisis estadístico, para la toma de decisiones en la práctica de la ingeniería civil.

Es relevante destacar que el presupuesto destinado a la elaboración de los testigos utilizados en las pruebas de resistencia y durabilidad, así como para las muestras de slump, sin contar los costos de las pruebas ascendió a un total de S/ 84.60 soles. Este monto se determinó en consideración de la disponibilidad y eficiencia de la empresa contratada para llevar a cabo dichas pruebas.

## V. Discusión

Respecto al **objetivo específico 1**: Analizar cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de aditivo retardante de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto Sullana 2023.

Los resultados del presente estudio muestran que la incorporación del aditivo retardante SikaTard® PE en el concreto de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto Sullana 2023, modifica **la trabajabilidad**, medida a través del ensayo de Slump. Específicamente, la adición de SikaTard® PE en proporciones de 0.5%, 1% y 2% condujo a incrementos en el Slump de 5.6, 6.07 y 7.6 pulgadas, respectivamente, en comparación a los 4.7 pulgadas de la mezcla patrón sin aditivos.

Estos hallazgos concuerdan con los resultados descritos por el Instituto Americano del Concreto (ACI) en 2018, donde las mezclas con aditivos retardantes mostraron un aumento del asentamiento de hasta un 200% en comparación a mezclas patrón. Asimismo, Ghafoori et al. en 2014 reportaron una mejora significativa en la trabajabilidad del concreto al añadir aditivos retardantes.

Desde la perspectiva teórica, estos resultados se explican por la capacidad de los aditivos retardantes de prolongar el tiempo de fraguado inicial del concreto, lo que según Neville y Brooks (2010) permite mantener por más tiempo la consistencia plástica y la capacidad de fluir del material antes de endurecer. Esto se debe a que los aditivos retardantes actúan interfiriendo en el proceso de hidratación del cemento, retrasando la formación de productos cementantes que rigidizan la mezcla.

Por lo tanto, el aumento del Slump observado en este estudio al incorporar SikaTard® PE es indicativo de los efectos plastificantes del aditivo, los cuales mejoran la trabajabilidad del concreto en términos de mayor fluidez, consistencia y facilidad de colocación. Estas mejoras en la etapa plástica del concreto son particularmente valiosas en climas cálidos como el de Sullana, donde la acelerada evaporación del agua puede comprometer la manejabilidad del material.

Respecto a la durabilidad del concreto, se analizó a través de la porosidad, evaluada mediante el porcentaje de volumen de vacíos, y la permeabilidad, medida por la tasa de absorción. Los resultados mostraron una disminución del volumen de vacíos de 12.63% en la mezcla patrón a 8.335% en la mezcla con 2% de SikaTard® PE. De igual manera, la tasa de absorción se redujo de 0.0987 g/cm<sup>2</sup>h<sup>1/2</sup> en la mezcla patrón a 0.056 g/cm<sup>2</sup>h<sup>1/2</sup> en la mezcla con 2% de aditivo.

Estas mejoras en los indicadores de porosidad y permeabilidad al incrementar la dosis de SikaTard® PE concuerdan con los hallazgos de Coppola et al. (2022), quienes encontraron que los aditivos retardantes aumentan la durabilidad del concreto al producir una matriz más densa y menos porosa. Desde el sustento teórico, la mayor durabilidad se explica por la capacidad del aditivo de prolongar la etapa plástica del concreto, permitiendo una mejor hidratación del cemento y distribución de partículas, reduciendo espacios vacíos (Sanjayan y Nazari, 2013).

En cuanto a la resistencia, los resultados de este estudio no mostraron un efecto consistente del aditivo retardante SikaTard® PE. Si bien a los 7 días la mezcla con 1% de aditivo superó al patrón en resistencia (273.51 vs 218.24 kg/cm<sup>2</sup>), a los 14 y 21 días fueron las mezclas con 2% de aditivo las que alcanzaron las mayores resistencias (370.31 y 408.26 kg/cm<sup>2</sup>). Estos hallazgos divergen parcialmente de lo reportado por Mohammed et al. (2022), quienes encontraron que los aditivos retardantes mejoraban significativamente la resistencia del concreto en todos los periodos evaluados.

Según la teoría, el efecto del retardante en la resistencia depende de múltiples factores como la dosificación, el curado, y las propiedades de los materiales empleados (Rodríguez y Reyes, 2020), por lo que no siempre produce mejoras. En el presente estudio, el beneficio del aditivo no fue consistente posiblemente por la compleja interacción entre sus efectos en la cinética de hidratación, la porosidad y la microestructura del concreto endurecido. Se requiere más investigación para entender integralmente su influencia en la resistencia bajo las condiciones de Sullana.

En conclusión, en base a este estudio, los aditivos retardantes como SikaTard® PE tienen un efecto positivo y significativo en la trabajabilidad y la durabilidad del concreto, mas no un impacto consistente en la resistencia a la compresión, por lo que es necesario más investigación para determinar la dosificación óptima que maximice sus beneficios en las propiedades del concreto en las condiciones climáticas de Sullana.

Respecto al **objetivo específico 2**: Analizar cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de diferentes concentraciones a las comerciales de aditivo retardante Sullana 2023.

En **relación a la trabajabilidad**, el presente estudio evidenció que al sobrepasar la dosis máxima recomendada de SikaTard® PE al 2.5%, el Slump aumentó excesivamente a 10.16 pulgadas, muy por encima del rango deseable de 4 a 6 pulgadas según la norma ACI 318-19. Esto concuerda con los hallazgos de Reymundo y Caller (2020), quienes encontraron que el incremento desmedido en la cantidad de aditivo conducía a una trabajabilidad excesiva, con problemas de segregación en el concreto.

Desde la perspectiva teórica, la sobredosificación del aditivo retardante extiende exageradamente la etapa plástica del concreto, debilitando en exceso las fuerzas interparticulares y comprometiendo la estabilidad de la mezcla (Neville y Brooks, 2010). Por ello, es imperativo ceñirse a las recomendaciones del fabricante para no perjudicar la consistencia y cohesión del material.

Cuando se excedió la dosis máxima recomendada de SikaTard® PE al 2.5%, la trabajabilidad medida por el Slump aumentó exageradamente a 10.16 pulgadas. Para contrarrestar esto, se realizaron nuevos diseños reduciendo el agua en 26 y 46 litros en la mezcla con 2.5% de aditivo. Al disminuir el agua en 26 litros, el Slump se redujo a 5.37 pulgadas, mientras que con 46 litros menos de agua, el Slump llegó a 4.13 pulgadas, muy cercano al obtenido en la mezcla patrón.

Estos resultados demuestran que es posible compensar el efecto fluidificante excesivo del aditivo retardante sobre la trabajabilidad reduciendo la relación agua/cemento, tal como lo señalan Neville y Brooks (2010). No obstante, la reducción de agua no debe ser extrema, ya que también perjudicaría la trabajabilidad al volver la mezcla excesivamente seca y difícil de colocar.

En términos de **durabilidad**, la disminución de agua en la mezcla con sobredosis de aditivo redujo aún más el volumen de vacíos y la tasa de absorción, mejorando la densidad y resistencia a la penetración de sustancias dañinas, congruente con lo reportado por Coppola et al. (2022).

Respecto a **la resistencia**, la reducción de agua en la mezcla con exceso de aditivo resultó en los valores más altos (355.94 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días), alcanzando incluso los obtenidos con la dosificación recomendada de 2% de aditivo. No obstante, estos aumentos en la resistencia tienen una aplicabilidad limitada, dado que la trabajabilidad resultante fue por debajo de los estándares aceptables.

En conclusión, la reducción controlada de la relación agua/cemento permite compensar parcialmente los efectos adversos de la sobredosificación del aditivo retardante sobre la trabajabilidad. No obstante, es indispensable ceñirse a las recomendaciones técnicas del fabricante para lograr un equilibrio integral entre todas las propiedades del concreto. Se requiere más investigación para entender a cabalidad las interacciones entre el aditivo retardante, el agua y el cemento bajo las particulares condiciones ambientales de Sullana.

Respecto al **objetivo específico 3**: Analizar si las condiciones climáticas específicas de Sullana (temperatura, humedad, precipitaciones) influyen en el comportamiento del aditivo retardante y en las propiedades del concreto.

Los resultados evidencian que la temperatura ambiente tiene un efecto significativo en la temperatura de la mezcla de concreto, incrementando la temperatura de la mezcla a medida que aumenta la temperatura del entorno. Esta correlación directa concuerda con lo reportado por Ramadan et al. (2022), quienes encontraron que las altas temperaturas ambientales en climas cálidos afectan la cinética de las reacciones químicas que ocurren durante el fraguado y endurecimiento del concreto.

Desde la perspectiva teórica, las temperaturas elevadas características de Sullana aceleran la evaporación del agua y la velocidad de hidratación del cemento, acortando el tiempo de fraguado y reduciendo la trabajabilidad del concreto fresco (Neville y Brooks, 2010), lo cual dificulta su adecuada colocación y compactación.

En cuanto a la durabilidad, la disminución de la relación agua/cemento mediante la incorporación de aditivos retardantes mostró una reducción del volumen de vacíos y la tasa de absorción, mejorando la densidad y resistencia a la penetración de sustancias dañinas, lo que concuerda con Arularasi et al. (2022) en relación al efecto de los aditivos para mejorar la durabilidad del concreto en climas cálidos.

Respecto a la resistencia, no se encontró un efecto claro de las variables climáticas en el comportamiento del aditivo retardante. Por lo que se requieren más estudios para entender integralmente dicha interacción, dado que la resistencia depende de múltiples factores como la dosificación, el curado, las propiedades de los materiales, etc. (Rodríguez y Reyes, 2020).

En conclusión, la evidencia de este estudio, así como la revisión bibliográfica sugieren que las altas temperaturas en Sullana afectan la trabajabilidad y que la incorporación de aditivos retardantes mejora la durabilidad del concreto. Sin embargo, se necesita más investigación para determinar la combinación óptima de parámetros (porcentaje de aditivo retardante, relación agua/cemento, materiales, curado, etc.) capaz de contrarrestar los efectos adversos del clima y maximizar las propiedades del concreto, tanto en estado fresco como endurecido.

Respecto al **objetivo general**: Analizar si existe influencia positiva y significativa de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023.

La influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad del concreto, evidenciada en el estudio a través del análisis ANOVA, muestra que el Slump, un indicador clave de trabajabilidad, se ve significativamente impactado por estos aditivos. Esta influencia se traduce en una mejora de la fluidez y la capacidad de manejo del concreto, lo cual es de vital importancia en el contexto de construcciones bajo condiciones climáticas cálidas, como las de Sullana.

Los resultados del estudio son coherentes con investigaciones anteriores de ACI (2018) y Ghafoori et al. (2014), donde se observó una influencia similar de los aditivos retardantes en la trabajabilidad. Además, la teoría propuesta por Neville y Brooks (2010) apoya esta observación, sugiriendo que la influencia de estos

aditivos en extender el tiempo de fraguado del concreto permite mantener su consistencia plástica y fluidez por más tiempo.

En relación a **la durabilidad**, evaluada a través del volumen de vacíos y la tasa de absorción, los resultados ANOVA indicaron que la influencia de los aditivos es significativa en la tasa de absorción y en el volumen de vacíos. Esto implica que los aditivos pueden mejorar la densidad y la calidad del concreto, reduciendo su susceptibilidad a la penetración de sustancias perjudiciales y aumentando su vida útil. Esto difiere parcialmente de los resultados de Coppola et al. (2022), quienes observaron una mejora general en la durabilidad del concreto con aditivos retardantes. La diferencia podría deberse a las variaciones en las condiciones climáticas, las formulaciones de los aditivos y las proporciones específicas de la mezcla utilizadas en los diferentes estudios.

En ese sentido, Sanjayan y Nazari (2013) respalda la idea de que los aditivos retardantes, al prolongar la etapa plástica del concreto, pueden permitir una mejor hidratación del cemento y una distribución más eficiente de las partículas, aunque la relación con la porosidad puede ser más compleja

Por lo tanto, la mejora en la tasa de absorción es un indicador positivo de una mayor durabilidad. Esta diferencia parcial con los resultados de Coppola et al. (2022) podría atribuirse a una multitud de factores, incluyendo variaciones en las condiciones ambientales y en las formulaciones de los aditivos. Esto significa que, aunque los aditivos mejoran ciertos aspectos de la durabilidad, su interacción con la porosidad del concreto podría ser más sutil y depender de factores específicos de la mezcla y las condiciones de curado.

Esto subraya la importancia de una investigación continua y detallada en el campo de la tecnología del concreto, para optimizar la durabilidad y la funcionalidad de las estructuras de concreto, especialmente en entornos desafiantes.

Sobre la **resistencia a la Compresión** esta no mostró cambios significativos atribuibles a los aditivos en los tiempos evaluados (7, 14 y 21 días), lo que indica que, aunque los aditivos mejoran la trabajabilidad y ciertos aspectos de la durabilidad, su influencia en la resistencia inicial y a medio plazo del concreto no es significativa, lo que contrasta con los hallazgos de Mohammed et al. (2022),

quienes reportaron mejoras en la resistencia del concreto con aditivos retardantes en todos los períodos evaluados.

En ese sentido Rodríguez y Reyes (2020) sugieren que la influencia de los aditivos en la resistencia del concreto es multifactorial, dependiendo de la dosificación, el curado y las propiedades de los materiales, lo que puede explicar las diferencias observadas.

De manera que la discrepancia entre los resultados de este estudio y los hallazgos de Mohammed et al. (2022) resalta un aspecto crucial de la tecnología del concreto: la respuesta del material a los aditivos puede ser profundamente influenciada por factores contextuales y específicos de la mezcla.

Por ende, la afirmación de Rodríguez y Reyes (2020) sobre la naturaleza multifactorial de la influencia de los aditivos en la resistencia del concreto es particularmente relevante aquí. Indica que, además de la presencia de aditivos, la dosificación, el proceso de curado y las propiedades intrínsecas de los materiales empleados juegan roles fundamentales en determinar la resistencia final del concreto. Esta complejidad subraya la importancia de no depender exclusivamente de los aditivos para mejorar la resistencia, sino de considerar un enfoque integral que incluya una cuidadosa selección de materiales, una dosificación adecuada y prácticas óptimas de curado.

## V. CONCLUSIONES

La investigación demuestra que los aditivos retardantes, como el SikaTard® PE, influyen significativamente en la trabajabilidad y la durabilidad del concreto, mejorando estas propiedades en las condiciones climáticas de Sullana. Mientras que su influencia en la resistencia a corto plazo es limitada, los resultados sugieren una tendencia hacia una mejor resistencia a largo plazo; lo que resalta la importancia de un enfoque integral en el uso de aditivos, teniendo en cuenta no solo su impacto directo, sino también las interacciones complejas con otros componentes de la mezcla y las condiciones ambientales.

La incorporación de SikaTard® PE según especificaciones técnicas de Sullana 2023 mejora significativamente la trabajabilidad del concreto, lo cual es coherente con estudios previos. Aumenta la densidad del concreto, disminuyendo el volumen de vacíos y la tasa de absorción, contribuyendo a una mayor durabilidad. La resistencia a la compresión no mostró un patrón consistente, lo que indica la necesidad de más investigaciones para optimizar la dosificación y maximizar los beneficios de los aditivos en todas las propiedades del concreto bajo las condiciones climáticas de Sullana.

Los resultados evidencian que exceder la dosificación recomendada de SikaTard® PE afecta negativamente la trabajabilidad, llevando a consistencias excesivamente fluidas. La optimización de la relación agua/cemento compensa parcialmente estos efectos. Esto destaca la importancia de seguir las recomendaciones del fabricante para un equilibrio entre trabajabilidad, durabilidad y resistencia.

Las condiciones climáticas de Sullana, especialmente la temperatura elevada, afectan notablemente la efectividad de los aditivos retardantes. Los aditivos mejoran la trabajabilidad y durabilidad del concreto en estas condiciones, aunque la influencia en la resistencia es más compleja y dependiente de múltiples factores. Esta variabilidad enfatiza la necesidad de una investigación adicional para comprender completamente el rol de los aditivos en el rendimiento del concreto bajo condiciones específicas como las de Sullana.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda combinar los resultados empíricos con los conocimientos teóricos existentes para tomar decisiones informadas en la práctica de la ingeniería civil, especialmente en entornos desafiantes, así como capacitar y concienciar a los profesionales de la construcción en el uso adecuado de aditivos retardantes y en la interpretación de los resultados de los ensayos para asegurar la calidad y durabilidad del concreto.

Se recomienda llevar a cabo más investigaciones para profundizar en cómo los aditivos retardantes, en las proporciones recomendadas, afectan la microestructura del concreto, particularmente en climas cálidos como el de Sullana. Así mismo para confirmar la investigación, sería beneficioso comparar SikaTard® PE con otros aditivos retardantes disponibles en el mercado, observando posibles variaciones en su influencia en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia.

Se recomienda seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante y evitar exceder las dosis máximas recomendadas. Así como explorar cómo diferentes relaciones agua/cemento afectan las propiedades del concreto con sobredosis de aditivos, para encontrar equilibrios que mejoren la trabajabilidad sin comprometer la resistencia y durabilidad.

Se recomienda realizar investigaciones adicionales sobre cómo las condiciones climáticas específicas de Sullana, como altas temperaturas y humedad, influyen en el comportamiento de los aditivos retardantes, así como fomentar la creación de mezclas de concreto adaptadas específicamente a las condiciones climáticas de Sullana, considerando la interacción entre los aditivos retardantes, la composición del concreto y el clima.

## REFERENCIAS

- Abdalla, J. A., Thomas, B. S., Hawileh, R. A., & Kabeer, K. I. S. (2022). Influence of nanomaterials on the workability and compressive strength of cement-based concrete. *Materials Today: Proceedings*, 65, 2073-2076. [Citado el 04 de noviembre de 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.06.429>
- Al-Gburi, M., Yusuf, S.A. Investigation of the effect of mineral additives on concrete strength using ANN. *Asian J Civ Eng* 23, 405–414 (2022). [Citado el 04 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42107-022-00431-1>
- Arularasi, V., Pachiappan, T., Avudaiappan, S., Raman, S., Guindos, P., Amran, M., Fediuk, R. & Vatin, N.. Effects of Admixtures on Energy Consumption in the Process of Ready-Mixed Concrete Mixing. *Materials* [en ligne]. 10 juin 2022. Vol. 15, n° 12, pp. 4143. DOI 10.3390/ma15124143. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ma15124143>.
- Ayala, J. E.; Gil, E.; Cornejo, R.D. & Munoz, S. P. Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria. *TecnoL*. [online]. 2022, vol.25, n.53 [Consulta 20 mayo 2023], e300. Available from: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-77992022000100300&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992022000100300&lng=en&nrm=iso)>. Epub Aug 13, 2022. ISSN 0123-7799. <https://doi.org/10.22430/22565337.2080>.
- Bamshad, O., Mahdikhani, M., Ramezani pour, A. M., Maleki, Z., Majlesi, A., Habibi, A., & Delavar, M. A. (2023). Prediction and multi-objective optimization of workability and compressive strength of recycled self-consolidating mortar using Taguchi design method. *Heliyon*, 9, e16381. [Citado el 04 de noviembre de 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16381>
- Barrios, V. & Carmona, G. Variaciones del aditivo retardante en la resistencia mecánica y manejabilidad de los concretos, según el tamaño máximo

nominal del agregado pétreo calizo. [en línea] Universidad de Cartagena, 2021 [citado el 03 de noviembre 2023] Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/12006>.

Coppola, L.; Beretta, S.; Bignozzi, M.C.; Bolzoni, F.; Brenna, A.; Cabrini, M.; Candamano, S.; Caputo, D.; Carsana, M.; Cioffi, R.; et al. The Improvement of Durability of Reinforced Concretes for Sustainable Structures: A Review on Different Approaches. *Materials* 2022, 15, 2728. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15082728>

Flores, J. J., Aguirre, V. M. & García, O. A. Evaluación de la resistencia y trabajabilidad del concreto en zonas cálidas y húmedas. *Revista de la Construcción* [en línea]. 2017, vol. 16, no. 3, p. 370-378. [Consulta: 14 abril 2023]. ISSN 0718-915X. DOI 10.7764/RDLC.16.3.370.

Gliner, J. A., Morgan, G. A., & Leech, N. L. (2009). *Research Methods in Applied Settings: An Integrated Approach to Design and Analysis*. Routledge.

González, M., Ulloa, C. y Tapia, G. Evaluación de la trabajabilidad y calidad del concreto en climas cálidos. *Ingeniería de Construcción* [en línea]. 2018, vol. 33, no. 2, p. 191-199. [Consulta: 14 abril 2023]. ISSN 0718-5073. DOI 10.22379/24224022176.

Hashim, D.T., Hejazi, F. & Lei, V.Y. Simplified Constitutive and Damage Plasticity Models for UHPFRC with Different Types of Fiber. *Int J Concr Struct Mater* 14, 45 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40069-020-00418-9>

Hassouna, F. & Abu-Zant, H. Effects of Superplasticizers on Fresh and Hardened Portland Cement Concrete Characteristics. An-Najah National University, Nablus, Palestine. 2016. Disponible en: [https://staff.najah.edu/media/published\\_research/2020/06/20/final.pdf](https://staff.najah.edu/media/published_research/2020/06/20/final.pdf)

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. 2012.

Johnson, R. B., & Christensen, L. (2017). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches*. SAGE Publications.

- Jucos, S. & Gómez. C. Análisis del comportamiento del aditivo retardante en el concreto y su influencia en la mejora de la trabajabilidad, en la ciudad de Yurimaguas – Alto Amazonas – Loreto. Tesis para optar el título de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo. 2021. <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1641/JUCOS%20HIDALGO%20SABY%20ALMENDRA%20Y%20GOMEZ%20USHI%C3%91AHUA%20CARLOS%20MERINO%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kewalramani, M.; Khartabil, A. Porosity Evaluation of Concrete Containing Supplementary Cementitious Materials for Durability Assessment through Volume of Permeable Voids and Water Immersion Conditions. *Buildings* 2021, 11, 378. Disponible en. <https://doi.org/10.3390/buildings11090378>
- Kosmatka, S.H., Kerkhoff, B., Panarese, W.C. y Tanesi, J. “Diseño y Control de Mezclas de Concreto, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, EE.UU., 2004.
- Medeiros Junior, R. A.; Munhoz, G. S. & Medeiros, M. H. F.. Correlación entre la absorción de agua, la resistividad eléctrica y la resistencia a la compresión del hormigón con diferentes contenidos de puzolana. *Rev. ALCONPAT* [online]. 2019, vol.9, n.2, pp.152-166. Epub 29-Sep-2020. ISSN 2007-6835. <https://doi.org/10.21041/ra.v9i2.335>.
- Mego. Evaluación del efecto retardante del aditivo sika retarder pe y el azúcar blanca, en elemento columna para un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en Lima 2019. Tesis para optar el título de ingeniero civil Universidad Cesar Vallejo. 2019. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjpy6-QIPrAhV6pJUCHU28BjAQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.ucv.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12692%2F37676%2FMego\\_DJC.pdf%3Fsequence%3D3%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw0uO\\_oAqNjheatKM4Nuqlac](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjpy6-QIPrAhV6pJUCHU28BjAQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.ucv.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12692%2F37676%2FMego_DJC.pdf%3Fsequence%3D3%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw0uO_oAqNjheatKM4Nuqlac)
- Mohammed, A. S., Emad, W., Sarwar Qadir, W., Kurda, R., Ghafor, K., & Kadhim Faris, R. Modeling the Impact of Liquid Polymers on Concrete Stability in

Terms of a Slump and Compressive Strength. Applied Sciences. 13(2), 1208. 2023. MDPI AG. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/app13021208>

National Ready Mixed Concrete Association. Hormigón, el concreto y la practica: ¿Qué?, ¿Por qué? y ¿cómo? Traducido por la Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado. (2020). [Consulta: 12 mayo 2023]. <https://www.nrmca.org/wp-content/uploads/2020/04/CIP5es.pdf>

Orozco, M., Ávila Y., Restrepo S., & Parody, A. Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. Rev. ing. constr., Santiago, v. 33, n. 2, p. 161-172. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000200161>.

Ortiz, J.A.; Aguado, A.; Roncero, J., & Zermeno, M.E. Influencia de la temperatura ambiental sobre las propiedades de trabajabilidad y microestructurales de morteros y pastas de cemento. Concr. cem. investig. desarro [online]. vol.1, n.1 pp.2-24. 2009. Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-30112009000100001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112009000100001&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2007-3011.

Park, J.-H.; Jeong, S.-T.; Bui, Q.-T.; Yang, I.-H. Strength and Permeability Properties of Pervious Concrete Containing Coal Bottom Ash Aggregates. Materials 2022. 15. 7847. <https://doi.org/10.3390/ma15217847>

Pinto, M. C. Carrasco y K. Caballero, “Estudio experimental del concreto poroso con la incorporación de distintas granulometrías”, Revista de I+D Tecnológico, vol. 14, no. 2, pp. (57-65), 2018.

Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Análisis del comportamiento del concreto en climas cálidos [en línea]. Lima: PUCP, 2016. [Consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/14501/An%C3%A1lisis%20del%20comportamiento%20del%20concreto%20en%20climas%20c%C3%A1lidos.Pdf>

Rahman, K. y Jamali, M. Effect of Admixture on Properties of Concrete. International Research Journal of Engineering and Techonology (2022)

(10) (9). Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V9/i10/IRJET-V9I10146.pdf>

Reymundo Gamarra, R.H. & Caller Pariona, S. K. (2020). Trabajabilidad del concreto con mezclas embolsadas y su influencia en la resistencia. *Prospectiva Universitaria, Revista de la UNCP*. 17(1), 25-30. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2020.17.1386>

Rodríguez y Reyes Predicción de la resistencia a compresión del concreto 1:2:3 a partir del tiempo de inicio fraguado. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Tegucigalpa, Honduras. *Revista de Ciencia y Tecnología INNOVARE* (9) (3) 2020.

Sánchez-Mendieta, C.; Galán, J.J.; Martínez-Lage, I. Physical and Hydraulic Properties of Porous Concrete. *Sustainability* 2021. 13, 10562. <https://doi.org/10.3390/su131910562>

Sanjayan, J.G. & Nazari, A. (2013). *Durability of Concrete in Aggressive Environments: A Guide to the Design of Durable Concrete Structures*. Editorial: CRC Pres.

Santamaría, J. L; Adame, B. & Bermeo, C. Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen. *Novasinergia* [online]. 2021, vol.4, n.1 [citado 14 de mayo 2023], pp.91-101. Disponible en: <[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2631-26542021000100091&lng=es&nrm=iso](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542021000100091&lng=es&nrm=iso)>. Epub 01-Jun-2021. ISSN 2631-2654. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.05>.

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research Methods for Business Students*. Pearson Education Limited.

Solis, R. & Alcocer, F., M. Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción. *Ing. invest. y tecnol.* [online]. 2019, vol.20, n.4 [consulta: 14 abril 2023], 00003. Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-)

77432019000400003&Ing=es&nrm=iso>. Epub 15-Nov-2019. ISSN 2594-0732. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.20n4.039>.

Wang, L., Huang, B. & Xing, F. Study on concrete workability in hot weather condition. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2019, vol. 203, p. 344-355. [Consulta: 14 abril 2023]. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.230.

Zambrano, L. D.; Alava, R. J.; Ruiz, W. E. & Menendez, E. A. Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón. *Gac. Téc.* [online]. 2022, vol.23, n.1 [Consulta: 14 abril 2023], pp.35-47. Disponible en: <[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1856-95602022000100035&Ing=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1856-95602022000100035&Ing=es&nrm=iso)>. Epub 26-Jul-2022. ISSN 1856-9560. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.4>

## ANEXOS

### Anexo 1 A. Operacionalización de la variable.

Tabla 55. Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Escala de Medición	Metodología
Variable independiente: aditivos retardantes	Nokken y Shah (2018): definen los aditivos retardantes como sustancias químicas que se añaden al concreto para retrasar el proceso de fraguado, lo que permite aumentar el tiempo de trabajo del concreto y mejorar su trabajabilidad. Estos autores destacan que los aditivos retardantes no afectan la resistencia final del concreto, pero pueden afectar la resistencia inicial si se utilizan en exceso	La variable del aditivo retardante será definida operativamente como la proporción del aditivo retardante añadido a la mezcla de concreto, expresada como un porcentaje del peso del cemento utilizado; permitiendo a los investigadores medir la variable de manera coherente y confiable, lo cual es esencial para asegurar la validez de los resultados de la investigación.	Aditivos retardantes	Especificaciones técnicas del aditivo.	Ficha técnica del aditivo retardante	(%)	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel:</b> Explicativa</p> <p><b>Diseño:</b> experimental, transversal.</p> <p><b>La población</b> estuvo constituida por 54 testigos para resistencia a la compresión del concreto, 21 muestras para trabajabilidad y 12 testigos para durabilidad en base a los diseños patrón, 0.5% 1%, 2%, 2.5%, 2.5%Red26 lts y 2.5%Red46</p>
Variable dependiente: Trabajabilidad	Neville y Brooks (2010): definen la trabajabilidad como "la facilidad con la que el concreto se puede mezclar, transportar, colocar y compactar sin segregación excesiva o exudación". Estos autores destacan que la trabajabilidad es una propiedad importante del concreto que afecta su	La definición operacional de la variable de trabajabilidad se realizará a través de distintos métodos de medición la cantidad de espacio vacío dentro de la estructura del concreto y la capacidad para permitir que los fluidos pasen a través de su estructura.	Consistencia	Deformación del concreto después de ser moldeado en un cono de Abrams	Slump test (NTP 339.035; ASTM C143-78)	(pulg)	

	resistencia, durabilidad y apariencia						Its, a todos estos porcentajes se le aplicarán diversos ensayos.
Variable dependiente: Durabilidad	ACI Committee 201.2R (2019): define la durabilidad del concreto como "la capacidad de un miembro de concreto para resistir los efectos ambientales, cargas y otros factores que degradan su apariencia o capacidad para cumplir su función sin exceder un límite permisible de deformación o deflexión". Este comité destaca que la durabilidad del concreto es una propiedad importante para garantizar la vida útil de las estructuras de concreto y evitar costosos trabajos de reparación y reemplazo.	La variable durabilidad será medida a través de las pruebas de absorción del concreto, sus dimensiones serán la porosidad y la permeabilidad.	Porosidad	Cantidad de espacio vacío dentro de la estructura del concreto	Absorción del Concreto (Norma Técnica Peruana 339.187; ASTM C642	(%).	La muestra: de tipo censal es decir la misma que la población es decir 54 testigos para resistencia a la compresión del concreto, 21 muestras para trabajabilidad y 12 testigos para mediciones de durabilidad.
			Permeabilidad	Capacidad para permitir que los fluidos pasen a través de su estructura	Absorción del Concreto (Norma Técnica Peruana 339.187; ASTM C642	$\text{g/cm}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ (S)	
Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto	Neville y Brooks (2010): definen la resistencia a la compresión del concreto como "la capacidad del concreto para resistir una carga de compresión aplicada axialmente en un cilindro estándar de concreto hasta que se produzca la falla". Estos autores también destacan la importancia de la	Capacidad del concreto para resistir una carga de compresión aplicada axialmente en un cilindro estándar de concreto hasta que se produzca la falla. Se operacionalizará en las siguientes dimensiones.	La relación agua-cemento	Cantidad de agua utilizada en la mezcla de concreto en relación con la cantidad de cemento	Peso volumétrico (NTP 339.088; ASTM 1602/C)	(kg/m <sup>3</sup> )	El instrumento: Fichas estandarizadas.  <b>Procedimiento y análisis de datos:</b> Los datos se analizarán en laboratorio mediante sus respectivos ensayos.
			la calidad de los materiales	Calidad de los materiales utilizados en la mezcla de concreto.	Pruebas granulométricas (Ntp 400 037)	mm	

resistencia a la compresión del concreto en el diseño y evaluación de estructuras de concreto.	Curado del concreto.	Mantener el concreto húmedo y a una temperatura adecuada durante el proceso de curado	Días (7, 14, 28) ASTM C31; NTP 339.033	Días	El análisis estadístico de los datos se realizará con el programa SPSS v26. El análisis inferencial para determinar la influencia se realizará mediante el análisis de varianza. Anova.
	Las condiciones ambientales durante el proceso de curado.	condiciones ambientales durante el proceso de curado	Termómetro	Celsius (°C)	
	Resistencia a la compresión.	Resistencia a la compresión	Máquina de ensayo de compresión. F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> ASTM C39 o NTP 339.034.	kg/cm <sup>2</sup>	

### Anexo 1B. Matriz de operacionalización.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Escala de Medición	Metodología
General: ¿Influyen positiva y significativamente los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y	<b>General:</b> Analizar si existe influencia positiva y significativa de los aditivos retardantes en la trabajabilidad,	<b>General:</b> Existe influencia significativa y positiva de los aditivos retardantes en la	Variable independiente: aditivos retardantes	Aditivos retardantes	Especificaciones técnicas del aditivo.	Ficha técnica del aditivo retardante	(%)	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Nivel:</b> Explicativa  <b>Diseño:</b> experimental, transversal.

<p>resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023?</p> <p><b>Específicas:</b> ¿Cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de aditivo retardante de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto Sullana 2023?</p>	<p>durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023.</p> <p><b>Específicos:</b> Analizar cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de aditivo retardante de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto Sullana 2023;</p>	<p>trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023.</p>					<p><b>La población:</b> estuvo constituida por 54 testigos para resistencia a la compresión del concreto, 21 muestras para trabajabilidad y 12 testigos para durabilidad en base a los diseños patrón, 0.5% 1%, 2%, 2.5%, 2.5%Red26 lts y 2.5%Red46 lts, a todos estos porcentajes se le aplicarán diversos ensayos. <b>La muestra:</b> de tipo censal es decir la misma que la población es decir 54 testigos para resistencia a la compresión del concreto, 21 muestras para trabajabilidad y 12 testigos para mediciones de durabilidad. <b>La técnica:</b> La observación.</p>	
			Variable dependiente: Trabajabilidad	Consistencia	Deformación del concreto después de ser moldeado en un cono de Abrams	Slump test (NTP 339.035; ASTM C143-78)		(pulg)
			Variable dependiente: Durabilidad	Porosidad	Cantidad de espacio vacío dentro de la estructura del concreto	Absorción del Concreto (Norma Técnica Peruana 339.187		(%).
				Permeabilidad	Capacidad para permitir que los fluidos pasen a través de su estructura	Absorción del Concreto (Norma Técnica Peruana 339.187		$g/cm^2 \cdot h^{1/2}$ (S)
			Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto	La relación agua-cemento	Cantidad de agua utilizada en la mezcla de concreto en relación con la cantidad de cemento	Peso volumétrico (NTP 339.088; ASTM 1602/C)		(kg/m3)
				la calidad de los materiales	Calidad de los materiales utilizados en la mezcla de concreto.	Pruebas granulométricas (Ntp 400 037)		mm
				Curado del concreto.	Mantener el concreto húmedo y a una temperatura adecuada durante	Días (7, 14, 28) ASTM C31; NTP 339.033		Días

¿Cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de diferentes concentraciones a las comerciales de aditivo retardante Sullana 2023?	Analizar cómo varían las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto con la incorporación de diferentes concentraciones a las comerciales de aditivo retardante Sullana 2023;				el proceso de curado			<b>El instrumento:</b> Fichas estandarizadas.  <b>Procedimiento y análisis de datos:</b> Los datos se analizarán en laboratorio mediante sus respectivos ensayos.  El análisis estadístico de los datos se realizará con el programa SPSS v26. El análisis inferencial para determinar la influencia se realizará mediante el análisis de varianza Anova.			
					Las condiciones ambientales durante el proceso de curado.				condiciones ambientales durante el proceso de curado	Termómetro	Celsius (°C)
					Resistencia a la compresión.				Resistencia a la compresión	Máquina de ensayo de compresión. F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> ASTM C39 o NTP 339.034.	kg/cm <sup>2</sup>
¿Las condiciones climáticas específicas de Sullana (temperatura, humedad, precipitaciones) influyen en el comportamiento del aditivo	Analizar si las condiciones climáticas específicas de Sullana (temperatura, humedad, precipitaciones) influyen en el comportamiento del aditivo										

retardante y en las propiedades del concreto?	retardante y en las propiedades del concreto.							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

## ANEXO 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS						
MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19						
TESIS	Influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023				TÉCNICO	: M.C.G
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA				ING° RESP.	: R.C.A
MUESTRA	:				LUGAR	: -
CANTERA	: KM 9 - ARMANDO ZAPATA				FECHA	: Set-23
UBICACIÓN	: SOJO				HORA	: -
SOLICITA	: Br. Castillo More Marvin Omar Br. Guarnizo Castillo Erwin Joel					
AGREGADO GRUESO						
PESO UNITARIO SUELTO						
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN				
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	21500	21477	21600		
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002		
Peso de la muestra	(gr)	14588	14475	14807		
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	0457	0457	0457		
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1543	1531	1545		
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1539				
PESO UNITARIO VARILLADO						
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN				
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	22600	22787	22704		
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002		
Peso de la muestra	(gr)	15598	15785	15702		
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	0457	0457	0457		
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1649	1669	1670		
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1663				
OBSERVACIONES	<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px;"></div>					

  
 ERWIN JOEL GUARNIZO CASTILLO  
 INGENIERO EN CIVIL  
 RUC: 20602407021

  
 MARVIN OMAR CASTILLO MORE  
 INGENIERO EN CIVIL  
 RUC: 20602407021



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
 Sistema Integral  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos  
 Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772  
 Dirección: Calle Arequipa # 308 Bellavista Sullana Piura  
 Email: geopav\_mcastro@hotmail.com junior\_castro@hotmail.com

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**

(NORMA AASHTO T-94, T-95)

OBRA :	Influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023		
MATERIAL :	PIEDRA CHANCADA	ING° RESP. :	R.C.A
CANTERA :	KM 9 - ARMANDO ZAPATA	LUGAR :	-
UBICACIÓN :	SOJO	FECHA :	Set-23
SOLICITA :	Br. Castillo More Marvin Omar Br. Guamizo Castillo Erwin Joel	HORA :	-

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN**

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire ) (gr)	1506.0	1648.0		
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua ) (gr)	927.0	1020.0		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm <sup>3</sup> )	579.0	628.0		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	1487.0	1626.0		
E	Volumen de masa = C - ( A - D ) (cm <sup>3</sup> )	560.0	606.0		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.568	2.589		2.579
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.601	2.624		2.613
	Pe aparente ( Base Seca ) = D/E	2.655	2.683		2.669
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	1.278	1.353		1.32%

OBSERVACIONES	_____
	_____
	_____
	_____



Marvin Omar Castillo More  
 TÉCNICO DE SUELOS  
 CONSULTGEOPAV SAC



Erwin Joel Castillo Guamizo  
 TÉCNICO DE SUELOS  
 CONSULTGEOPAV SAC

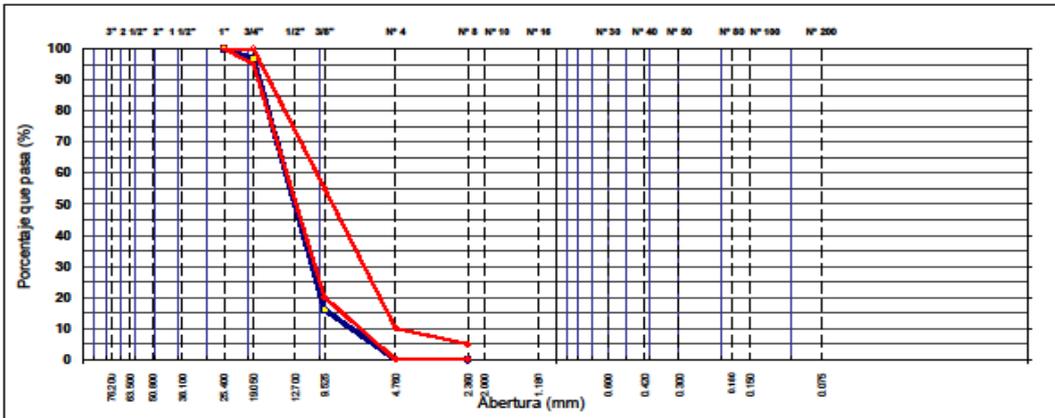
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

<b>TESIS</b> : Influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023 <b>MATERIAL</b> : PIEDRA CHANCADA <b>CANTERA</b> : KM 9 - ARMANDO ZAPATA <b>MUESTRA</b> : M-1 <b>UBICACIÓN</b> : SOJO <b>SOLICITA</b> : Br. Castillo More Marvin Omar Br. Guamizo Castillo Erwin Joel	<b>TÉCNICO</b> : M.C.G <b>ING° RESP.</b> : R.C.A <b>FECHA</b> : Set-23 <b>HECHO POR</b> : M.J.Z. <b>DEL KM</b> : - <b>AL KM</b> : - <b>CARRIL</b> : -
---	---

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
7"	177.800						PESO TOTAL = 7,439.0 gr
6"	152.400						PESO LAVADO = 7,439.0 gr
5"	127.000						PESO FINO = 1.0 gr
4"	101.600						% HUMEDAD
3"	76.200						P.S.H. P.S.S % Humedad
2 1/2"	63.500						1000.0 977.0 2.4%
2"	50.800						Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado 200%
1 1/2"	38.100				100.0		7439.0 7439.0 0.00
1"	25.400				100.0	100 - 100	% Grava = 100.0 %
3/4"	19.050	234.0	3.2	3.2	96.9	95 - 100	% Arena = 0.0 %
1/2"	12.700	4,208.0	56.6	59.7	40.3		% Fino = 0.0 %
3/8"	9.525	1,807.0	24.3	84.0	16.0	20 - 55	MÓDULO DE FINURA = 6.87 %
# 4	4.760	1,190.0	16.0	100.0	0.0	0 - 10	EQUIV. DE ARENA = %
# 8	2.360	1.0	0.0	100.0	0.0	0 - 5	GRAVEDAD ESPECÍFICA:
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Seca) = 2.579 gr/cm³
# 16	1.180						P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.613 gr/cm³
# 30	0.600						P.E. Aparente (Base Seca) = 2.669 gr/cm³
# 40	0.420						Absorción = 1.32 %
# 50	0.300						OBSERVACIONES:
# 80	0.180						
# 100	0.150						
# 200	0.075						
< # 200	FONDO						
FINO		1.0					
TOTAL		7,439.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Erwin Joel Castillo*  
Erwin Joel Castillo  
FUNDADO DE TALLADO  
CARRIL 2023/07/23

*M. J. Z.*  
M. J. Z.  
FUNDADO DE TALLADO  
CARRIL 2023/07/23

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

OBRA	: influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023	Nº REGISTRO	:
MATERIAL	:	TÉCNICO	: M.C.G.
MUESTRA	:	INGº RESP.	: R.C.A.
CANTERA	: Santa Cruz	FECHA	: Set-23
UBICACIÓN	: Br. Castillo More Marvin Omar Br. Guamizo Castillo Erwin Joel	HECHO POR	: M.J.Z.
		HORA	:

**AGREGADO FINO  
PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9405	9355	9388	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3125	3075	3108	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1478	1455	1470	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1468			

**PESO UNITARIO VARILLADO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9812	9597	9810	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3332	3317	3330	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2115	2115	2115	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1575	1568	1574	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1573			

OBSERVACIONES	



Nombre: Centro de Laboratorio de Suelo y Pavimentos



INGENIERO RESPONSABLE  
M. J. Z.



**EQUIVALENTE DE ARENA**  
MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-175

OBRA	: Influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Suliana 2023	REGISTRO No	:
MATERIAL	:	TÉCNICO	: M.C.G.
CANTERA	: Santa Cruz	ING° RESP.	: R.C.A.
UBICACIÓN	: Br. Castillo More Marvin Omar Br. Guamizo Castillo Erwin Joel	HECHO POR	: M.J.Z.
		LUGAR	: -
		FECHA	: Set-23

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN			
	1	2	3	4
Hora de entrada a saturación	10:00	10:02	10:04	
Hora de salida de saturación (más 10')	10:10	10:12	10:14	
Hora de entrada a decantación	10:12	10:14	10:16	
Hora de salida de decantación (más 20')	10:32	10:34	10:36	
Altura máxima de material fino (cm)	3.78	3.74	3.79	
Altura máxima de la arena (cm)	3.10	3.10	3.00	
Equivalente de arena (%)	83	83	80	
Equivalente de arena promedio (%)	82.0			
Resultado equivalente de arena (%)	82			

Observaciones	

 Erwin Joel Castillo More TECNICO DE MUESTREO CONSULTGEOPAV S.A.C.	 Roberto Elias Sastre Aguirre INGENIERO CIVIL CONSULTGEOPAV S.A.C.
---	---

**GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	: Influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sultana 2023	N° REGISTRO	:
MATERIAL	:	TÉCNICO	: M.C.G.
CALICATA	:	ING° RESP.	: R.C.A.
MUESTRA	:	FECHA	: Set-23
PROFUND.	: -	HECHO POR	: M.J.Z.
CANTERA	: Santa Cruz	DEL KM	: -
UBICACIÓN	: Br. Castillo More Marvin Omar Br. Guarizo Castillo Erwin Joel	AL KM	: -
		CARRIL	:

**GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO**

A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	150.0	150.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	340.1	340.5		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	490.1	490.5		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	432.8	433		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	57.3	57.5		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	148.1	148		
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	55.4	55.5		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.585	2.574		2.579
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.618	2.609		2.613
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.673	2.667		2.670
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.28	1.35		1.32

OBSERVACIONES:

  
Erwin Joel Castillo Guarizo  
Técnico en Suelos  
Código Profesional  
2000000000

  
M.C.G.  
Ingeniero en Civil  
Código Profesional  
2000000000



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

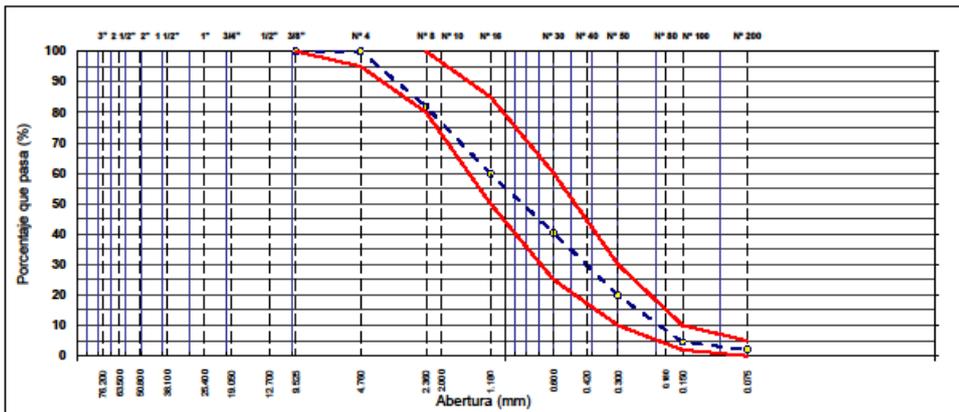
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : Influencia de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia del concreto en las condiciones climáticas de Sullana 2023

MATERIAL : Arena zarandeada M-1  
 FECHA : Set-23  
 HECHO POR : M.J.Z.  
 CANTERA : Santa Cruz  
 SOLICITA : Br. Castillo More Marvin Omar Br. Guamizo Castillo Erwin Joel  
 Muestra : 1

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
7"	177.800						PESO TOTAL	-	500.0	gr			
6"	152.400						PESO LAVADO	-	484.9	gr			
5"	127.000						PESO FINO	-	495.5	gr			
4"	101.600						% HUMEDAD	P.S.H.	P. S. S	% Humedad			
3"	76.200							500.0	492.0	1.6%			
2 1/2"	63.500						Ensayo Mala #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	200%			
2"	50.800							500.0	484.9	3.03			
1 1/2"	38.100						% Grava	-	0.0	%			
1"	25.400						% Arena	-	97.9	%			
3/4"	19.050						% Fino	-	2.1	%			
1/2"	12.700						MODULO DE FINURA	-	2.94	%			
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	100	EQUIV. DE ARENA	-	82.0	%			
#4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	95 - 100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:						
#8	2.360	89.6	18.1	18.1	81.9	80 - 100	P.E. Bulk (Base Seca)	-	2.579	gr/cm <sup>3</sup>			
#10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada)	-	2.613	gr/cm <sup>3</sup>			
#16	1.180	109.6	22.1	40.2	59.8	50 - 85	P.E. Aparente (Base Seca)	-	2.670	gr/cm <sup>3</sup>			
#30	0.600	96.0	19.4	59.6	40.4	25 - 60	Absorción	-	1.32	%			
#40	0.420												
#50	0.300	102.2	20.6	80.2	19.8	10 - 30	OBSERVACIONES:						
#80	0.180												
#100	0.150	75.6	15.3	95.5	4.5	2 - 10							
#200	0.075	12.0	2.4	97.9	2.1	0 - 5							
< #200	FONDO	15.0	3.0	100.9	-0.9								
FINO		500.0											
TOTAL		500.0											

CURVA GRANULOMÉTRICA



*[Handwritten Signature]*  
 Erwin Joel Castillo  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 CONSULTGEOPAV S.A.C.

*[Handwritten Signature]*  
 MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88  
 CONSULTGEOPAV S.A.C.

**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
 Sistema Integral de Geotecnia  
 Suolos y Pavimentos

Tel: 073-501000 Cal: 579199722 Mavietar - Cal: 986279811 Claro  
 Dirección: Calle Arequipa N° 305 - Daltaviata - Cullana - Piura  
 Email: geopav\_piura@protonmail.com / junior\_geotecnia@hotmail.com / consultgeopav@gmail.com

Indecopi  
 REGISTRO DE EMPRESAS  
 REGISTRO DE PRODUCTOS

**LABORATORIO DE HORMIGONES  
 ENSAYO DE MATERIALES**

**DISEÑO DE HORMIGÓN PATRON  
 CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES**

DOSIFICACIÓN : TRITURADO REG-002-008  
 TIPO : DOSIS 02  
 MEZCLA : 210 KG/CM2  
 Fecha de Ensayo : 04-Septiembre-2023  
 Marca de cilindro : DP-002

Cantidad de cemento en pasta : 370 Kg  
 Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
 Aire Incluido : 2.0 %  
 Arena : 50.0 %  
 Gravas : 50.0 %  
 Volumen de pasta : 0.347 m³  
 Volumen de agregados : 0.653 m³  
 Relación al(+ado) (SSS) : 0.588  
 Relación al(+ado) (Corregida) : 0.588

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>100.00</del>	Pacasmayo
	Tereftalato de polietileno		<del>0.00</del>	
Arido Fino	Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	100.00	50.00	cantera SANTA CRUZ
	Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	50.00	ARMANDO ZAPATA
Arido Grueso				
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m³)	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m³)	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m³)
										Corregida (Kg)	Mortero (Kg)		
Cemento Tipo I	<del>1.68</del>	Kg.	370	9.250	3150					9.250			378
Arena Sta Cruz Ø 4,76 - 0 mm	1.68	Kg.											
Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225			870
Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	-		879
	5.80	Kg.									-		
Agua	<del>1.68</del>	Kg.	210	5.250	1000					5.551			214
	<del>1.68</del>	Kg.											
	<del>1.68</del>	Kg.											

Masa Unitaria	Kg/m³	2294
---------------	-------	------

Observaciones :	Hora : 15H10	<b>RESULTADOS</b>		Diseño Unitario
<b>Pérdida de Revenimiento</b>	TIEMPO	Rev. cm	Resultado	Revenimiento : Temperatura del hormigón : % de Aire medido en el Hormigón : Peso volumétrico de la mezcla : Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.50 dm³ Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.50 dm³ Factor de corrección de la mezcla : 40.82
	5 min		-	
	15min			
	30 min			

**LABORATORIO DE HORMIGONES  
 ENSAYO DE MATERIALES**

**DISEÑO DE HORMIGÓN PATRON  
 CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES**

DOSIFICACIÓN : TRITURADO REG-002-006  
 TIPO : DOSIS 02  
 MEZCLA : 210 KG/CM2  
 Fecha de Ensayo : 04-Setiembre-2023  
 Marca de cilindro : DP-002

Cantidad de cemento en pasta : 370 Kg  
 Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
 Aire Incluido : 2.0 %  
 Arena : 50.0 %  
 Gravas : 50.0 %  
 Volumen de pasta : 0.347 m³  
 Volumen de agregados : 0.853 m³  
 Relación a(c+g) (SSS) : 0.568  
 Relación a(c+g) (Corregida) : 0.568

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>100.00</del>	
	Tereftalato de polietileno		<del>0.50</del>	
Arido Fino	Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	100.00	50.00	Cantera SANTA CRUZ
	Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	50.00	ARMANDO ZAPATA
Arido Grueso				
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos	RETARDANTE	0.50	0.5	SIKA - RETARDER

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m³)	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m³)	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m³)
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>1.68</del>	Kg.	370	9.250	3150					9.250			378
Arena Sta Cruz Ø 4,76 - 0 mm	1.68	Kg.											
Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225			870
Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	-		879
	5.80	Kg.									-		
Agua	<del>1.68</del>	Kg.	210	5.250	1000					5.551			214
RETARDANTE	<del>1.68</del>	Kg.	1.637	0.041	1.13					0.041			1.671

Masa Unitaria	Kg/m³	2294
---------------	-------	------

Observaciones :				Hora : 15H10		RESULTADOS		Diseño Unitario	
Pérdida de Revenimiento	TIEMPO	Rev. cm	Resultado			Revenimiento :			
	5 min		-			Temperatura del hormigón :			
	15min					% de Aire medido en el Hormigón :			
	30 min					Peso volumétrico de la mezcla :			
						Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :		24.50 dm³	
						Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :		24.50 dm³	
						Factor de corrección de la mezcla :		40.82	

**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20692407021  
 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos  
 Tel: 073-501000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 995279011 Claro  
 Dirección: Calle Armigosa N° 208 - Rolluliza - Sullana - Piura  
 Email: geopav\_mcastror@hotmail.com / junior\_castro@hotmail.com / consultgeopav@gmail.com



**LABORATORIO DE HORMIGONES  
 ENSAYO DE MATERIALES**

**DISEÑO DE HORMIGÓN PATRON  
 CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES**

DOSIFICACIÓN : TRITURADO REG-002-006  
 TIPO : DOSIS 02  
 MEZCLA : 210 KG/CM2  
 Fecha de Ensayo : 04-Setiembre-2023  
 Marca de cilindro : DP-002

Cantidad de cemento en pasta : 370 Kg  
 Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
 Aire Incluido : 2.0 %  
 Arena : 50.0 %  
 Gravas : 50.0 %  
 Volumen de pasta : 0.347 m³  
 Volumen de agregados : 0.653 m³  
 Relación al(çtado) (SSS) : 0.568  
 Relación al(çtado) (Corregida) : 0.568

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>100.00</del>	
Arido Fino	Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	100.00	50.00	Cantera SANTA CRUZ
Arido Grueso	Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	50.00	ARMANDO ZAPATA
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos	RETARDANTE	1.00	1.0	SIKA - RETARDER

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m³)	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m³)	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m³)
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>1.00</del>	Kg.	370	9.250	3150					9.250			378
Arena Sta Cruz Ø 4,76 - 0 mm	1.68	Kg.											
Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225			870
Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	-		879
	5.80	Kg.									-		
Agua	<del>1.00</del>	Kg.	210	5.250	1000					5.551			214
RETARDANTE	<del>1.00</del>	Kg.	3.274	0.082	1.13					0.082			3.341

Masa Unitaria	Kg/m³	2294
---------------	-------	------

Observaciones :	Hora : 15H10	RESULTADOS		Diseño Unitario
<i>Pérdida de Revenimiento</i>	TIEMPO	Rev. cm	Resultado	Revenimiento : Temperatura del hormigón : % de Aire medido en el Hormigón : Peso volumétrico de la mezcla : Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.50 dm³ Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.50 dm³ Factor de corrección de la mezcla : 40.82
	5 min			
	15min			
	30 min			

**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20802407021  
 Sistema Integral de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos

Tel: 073-601000 Cel: 979199722 Movistar • Cel: 986279811 Claro  
 Dirección: Calle Arequipa N° 308 - Rullaveño - Sullana - Piura  
 Email: geopav\_mcastro@hotmail.com / junior\_castro@hotmail.com / consultgeopav@gmail.com

Indecopi  
 REGISTRO NACIONAL DE ORGANIZACIONES  
 80010011100000000000000000000000



**LABORATORIO DE HORMIGONES  
 ENSAYO DE MATERIALES**

**DISEÑO DE HORMIGÓN PATRON  
 CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES**

DOSIFICACIÓN : TRITURADO REG-002-008  
 TIPO : DOSIS 02  
 MEZCLA : 210 KG/CM2  
 Fecha de Ensayo : 04-Setiembre-2023  
 Marca de cilindro : DP-002

Cantidad de cemento en pasta : 370 Kg  
 Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
 Aire Incluido : 2.0 %  
 Arena : 50.0 %  
 Gravas : 50.0 %  
 Volumen de pasta : 0.347 m³  
 Volumen de agregados : 0.853 m³  
 Relación a(c+adq) (SSS) : 0.588  
 Relación a(c+adq) (Corregida) : 0.588

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>100.00</del>	
	Tereftalato de polietileno		<del>0.00</del>	
Arido Fino	Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	100.00	50.00	Cantera SANTA CRUZ
	Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	50.00	ARMANDO ZAPATA
Arido Grueso				
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos	RETARDANTE	2.00	2.0	SIKA - RETARDER

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m³)	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m³)	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m³)
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>1.00</del>	Kg.	370	9.250	3150					9.250			378
Arena Sta Cruz Ø 4,76 - 0 mm	1.68	Kg.											
Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225			870
Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321			879
	5.80	Kg.											
Agua	<del>1.00</del>	Kg.	210	5.250	1000					5.551			214
RETARDANTE	<del>1.00</del>	Kg.	6.549	0.164	1.13					0.164			6.682

Masa Unitaria	Kg/m³	2294
---------------	-------	------

Observaciones:				Hora : 15H10		RESULTADOS		Diseño Unitario	
Pérdida de Revenimiento	TIEMPO	Rev. cm	Resultado			Revenimiento : Temperatura del hormigón : % de Aire medido en el Hormigón : Peso volumétrico de la mezcla : Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.50 dm³ Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.50 dm³ Factor de corrección de la mezcla : 40.82			
	5 min		-						
	15min								
	30 min								

**LABORATORIO DE HORMIGONES  
 ENSAYO DE MATERIALES**

**DISEÑO DE HORMIGÓN PATRON**  
 CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

DOSIFICACIÓN : TRITURADO REG-002-008

TIPO : DOSIS 02

MEZCLA : 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo : 04-Setiembre-2023

Marca de cilindro : DP-002

Cantidad de cemento en pasta : 370 Kg

Cantidad de agua en pasta : 210 Lts

Aire Incluido : 2.0 %

Arena : 50.0 %

Gravas : 50.0 %

Volumen de pasta : 0.347 m<sup>3</sup>

Volumen de agregados : 0.853 m<sup>3</sup>

Relación a(c+adc) (SSS) : 0.588

Relación a(c+adc) (Corregida) : 0.588

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>100.00</del>	
	Tereftalato de polietileno		<del>0.00</del>	
Arido Fino	Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	100.00	50.00	Cantera SANTA CRUZ
	Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	50.00	ARMANDO ZAPATA
Arido Grueso				
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos	RETARDANTE	2.50	2.5	SIKA - RETARDER

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>1.00</del>	Kg.	370	9.250	3150					9.250			378
Arena Sta Cruz Ø 4,76 - 0 mm	1.68	Kg.											
Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225			870
Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321			879
	5.80	Kg.											
Agua	<del>1.00</del>	Kg.	210	5.250	1000					5.551			214
RETARDANTE	<del>1.00</del>	Kg.	8.186	0.205	1.13					0.205			8.353

Masa Unitaria	Kg/m <sup>3</sup> 2294
---------------	---------------------------

Observaciones :	Hora : 15H10	RESULTADOS	Diseño Unitario
Pérdida de Revenimiento		Revenimiento :	
TIEMPO	Rev. cm	Resultado	Temperatura del hormigón :
5 min		-	% de Aire medido en el Hormigón :
15min			Peso volumétrico de la mezcla :
30 min			Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.50 dm <sup>3</sup>
			Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.50 dm <sup>3</sup>
			Factor de corrección de la mezcla : 40.82

DOSIFICACIÓN : TRITURADO REG-002-008

TIPO : DOSIS 02

MEZCLA : 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo : 04-Setiembre-2023

Marca de cilindro : DP-002

Cantidad de cemento en pasta : 370 Kg

Cantidad de agua en pasta : 184 Lts

Aire Incluido : 2.0 %

Arena : 50.0 %

Gravas : 50.0 %

Volumen de pasta : 0.321 m<sup>3</sup>

Volumen de agregados : 0.679 m<sup>3</sup>

Relación a(c+tdc) (SSS) : 0.497

Relación a(c+tdc) (Corregida) : 0.497

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>100.00</del>	
Arido Fino	Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	100.00	50.00	Cantera SANTA CRUZ
Arido Grueso	Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	50.00	ARMANDO ZAPATA
Agua		87.62	88	Potable Sullana
Aditivos	RETARDANTE	2.50	2.5	SIKA - RETARDER

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>3.74</del>	Kg.	370	9.250	3150					9.250			378
Arena Sta Cruz Ø 4,76 - 0 mm	<del>7.10</del>	Kg.											
Arena SANTA CRUZ Ø 4,76 - 0 mm	3.74	Kg.	853	21.314	2613	0.90	1.32	0.42	0.09	21.225			870
Grava TRITURADA Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	861	21.534	2640	0.40	1.40	1.00	0.21	21.321	-		879
		Kg.									-		
Agua	<del>184</del>	Kg.	184	4.600	1000					4.913			188
		Kg.											
RETARDANTE	<del>2.50</del>	Kg.	8.186	0.205	1.13					0.205			8.353
		Kg.											

Masa Unitaria	Kg/m <sup>3</sup> 2268
---------------	---------------------------

Observaciones:				Hora : 15H10		RESULTADOS		Diseño Unitario	
Pérdida de Revenimiento	TIEMPO	Rev. cm	Resultado			Revenimiento :			
	5 min		-			Temperatura del hormigón :			
	15min					% de Aire medido en el Hormigón :			
	30 min					Peso volumétrico de la mezcla :			
						Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :		23.85 dm <sup>3</sup>	
						Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :		23.85 dm <sup>3</sup>	
						Factor de corrección de la mezcla :		41.93	



**TESIS: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS RETARDANTES EN LA TRABAJABILIDAD, DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE SULLANA 2023"**

**SOLICITA:** Br. Marvin Castillo More y Br. Joel Guamizo Castillo.

En el siguiente cuadro se muestran los diseños de concretos empleados en dicha investigación desde el diseño patrón hasta el diseño:

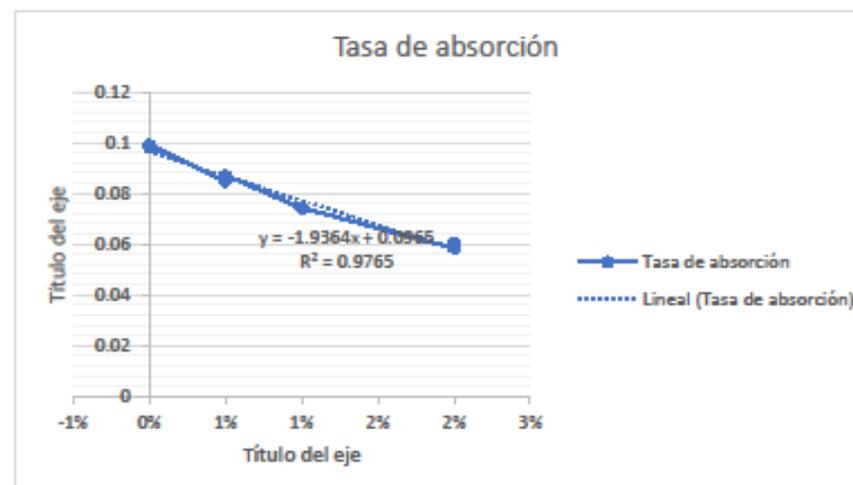
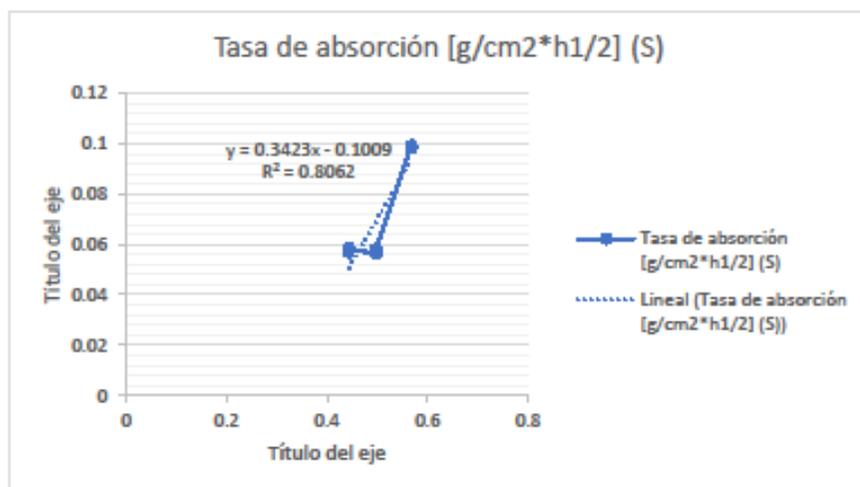
CANTIDADES POR DISEÑO $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ – ASSOCIATION CONCRETE INSTITUTE (ACI)								
CEMENTO	AGUA	AIRE INCLUIDO	ARENA	GRAVA	V. EN PASTA	V. AGREGADOS	RELACION a/(c+ads) (SSS)	RELACION a/(c+adc) (corregida)
370 kg	210 Lts	2.0 %	50.00 %	50.00%	0.347 m <sup>3</sup>	0.653 m <sup>3</sup>	0.568	0.568

*Tabla No. 01. Cantidades según tablas Association Concrete Institute. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.*

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS – DISEÑO PATRON ( $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ )				
Materiales		% Participación	% de Diseño	Procedencia
Material cementante	Cemento Tipo I	100	100	Pacasmayo
Arido Fino	Arena Zarandeada	100	50	Cantera Puente los Serranos
Arido Grueso	Grava Triturada	100	50	Cantera Sojo Armando Zapata Km 9
Agua		100	100	Potable Sullana

*Tabla No. 02. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño Patrón. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.*

Briqueña	% de aditivo	Relación a/o	Masa posterior a la Inmersión (72h)	Masa después del secado, previa Inmersión	Absorción después de Inmersión (%)	Absorción después de	Densidad global seca (g/cm3)	Densidad después de Inmersión (g/cm3)	Densidad después de	Densidad aparente (g/cm3)	Volumen de vaos (%)	Tasa de absorción [g/cm <sup>2</sup> *h <sup>1/2</sup> ] (S)
						Inmersión y ebullición (%)			Inmersión y ebullición (g/cm3)			
Patrón	0%	0.568	952.24	885.36	7.55	7.7	1.64	1.76	1.77	1.88	12.63	0.098377634
Patrón	0%	0.568	951.18	884.24	7.57	7.7	1.64	1.76	1.77	1.88	12.63	0.099053453
Tectigo 1	2.50%	0.497	925.76	886.34	4.45	4.63	1.74	1.82	1.82	1.89	8.04	0.057985142
Tectigo 1	2.50%	0.497	924.23	885.97	4.32	4.67	1.74	1.81	1.82	1.89	8.11	0.056278832
Tectigo 2	2.50%	0.443	923.96	884.41	4.47	4.64	1.74	1.82	1.82	1.89	8.07	0.058407454
Tectigo 2	2.50%	0.443	923.67	885.1	4.36	4.56	1.74	1.81	1.82	1.89	7.94	0.056734828





**TESIS: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS RETARDANTES EN LA TRABAJABILIDAD, DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE SULLANA 2023."**

**SOLICITA:** Br. Marvin Omar Castillo More y Br. Joel Guarnizo Castillo

En el siguiente cuadro se muestran las fechas de mezclado y de roturas para los 7; 14 y 28 días:

FECHAS DE MOLDEO Y ROTURAS					
DISEÑOS	FECHAS	Día de mezclado	7 días	14 días	28 días
Diseño Patrón		06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23
Diseño+0.5%A.R.		06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23
Diseño+1%A.R.		06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23
Diseño+2%A.R.		06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23
Diseño+2.5%A.R.		06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23
Diseño+2.5%A.R. Red.Agua12.38%		06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23
Diseño+2.5%A.R. Red.Agua21.90%		06/10/2023	13/10/23	20/10/23	03/11/23

## ANEXO 3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0228-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo calibrado	TAMIZ	
Marca	FORNEY	
Número de Serie	BS8F912083	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	No indica	
Procedencia	U.S.A.	
Abertura Nominal	75 µm	
Diámetro de bastidor	8 pulgadas	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Designación alternativa	#200	
5. Fecha de Calibración	2023-08-09	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



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

☑ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
☑ ventascalibratec@gmail.com  
☑ CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0230-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Equipo calibrado	MOLDE DE CONCRETO	
Marca	No indica	
Número de Serie	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	002 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0231-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Equipo calibrado	MOLDE DE CONCRETO	
Marca	No indica	
Número de Serie	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	003 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0234-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo calibrado	MOLDE DE CONCRETO	
Marca	No indica	
Número de Serie	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	008 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0237-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo calibrado	MOLDE DE CONCRETO	
Marca	No indica	
Número de Serie	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	009 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0240-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Equipo calibrado	MOLDE DE CONCRETO	
Marca	No indica	
Número de Serie	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	012 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-18

Jefe de Laboratorio



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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0242-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo calibrado	MOLDE DE CONCRETO	
Marca	No indica	
Número de Serie	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	014 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-18

Jefe de Laboratorio



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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0244-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Equipo calibrado	MOLDE DE CONCRETO	
Marca	No indica	
Número de Serie	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	018 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0245-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo calibrado	MOLDE DE CONCRETO	
Marca	No indica	
Número de Serie	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	017 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-18

Jefe de Laboratorio



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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0252-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	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.
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo calibrado	MOLDE CBR	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	No indica	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Número de Serie	No indica	
Modelo	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	006 (*)	
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	

Fecha de Emisión

2023-08-18

Jefe de Laboratorio



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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0253-2023

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Equipo calibrado	CALIBRADOR PROPORCIONAL	
Marca	PERUTEST	
Número de Serie	128	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	No indica	
Procedencia	Perú	
Identificación	No indica	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Relación de brazos	2:1 / 3:1 / 4:1 / 5:1	
5. Fecha de Calibración	2023-08-10	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



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

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0291-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Instrumento calibrado	COMPARADOR DE CUADRANTE	
Marca	INSIZE	
Modelo	2307-1	
N° de serie	1293	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	No indica	
Procedencia	Perú	
Alcance de indicación	0 pulgada a 1 pulgada	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Resolución	0,001 pulgada	
Tipo de indicación	Analogico	
5. Fecha de calibración	2023-08-21	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-28

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0292-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Instrumento calibrado	COMPARADOR DE CUADRANTE	
Marca	INSIZE	
Modelo	2310-30A	
N° de serie	0211399	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	No indica	
Procedencia	Perú	
Alcance de indicación	0 mm a 30 mm	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Resolución	0.01 mm	
Tipo de indicación	Análogo	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de calibración	2023-08-21	

Fecha de Emisión

2023-08-28

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0293-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 5

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	
4. Instrumento calibrado	PIE DE REY (VERNIER)	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.
Marca	KAMASA	
Modelo	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
N° de serie	345	
Identificación	No indica	
Procedencia	No indica	
Intervalo de indicación	0 mm a 200 mm	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Resolución	0.02 mm	
Tipo de indicación	Análogica	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de calibración	2023 - 08 - 21	

Fecha de Emisión

2023-08-28

Jefe de Laboratorio



Revision 00

RT03-F01

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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0294-2023

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA SULLANA BELLAVISTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo calibrado	TAMIZ	
Marca	FORNEY	
Número de Serie	20BS8F906614	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	No indica	
Procedencia	U.S.A.	
Abertura Nominal	850 $\mu$ m	
Diámetro de bastidor	8 pulgadas	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Designación alternativa	#20	
5. Fecha de Calibración	2023-08-24	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-28

Jefe de Laboratorio



977 997 385 - 913 028 622

913 028 623 - 913 028 624

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

ventas@calibratec@gmail.com

CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0296-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - MERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Equipo calibrado	TAMIZ	
Marca	FORNEY	
Número de Serie	50BS8F978887	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	No indica	
Procedencia	U.S.A.	
Abertura Nominal	300 µm	
Diámetro de bastidor	8 pulgadas	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Designación alternativa	#50	
5. Fecha de Calibración	2023-08-24	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-28

Jefe de Laboratorio



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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0124-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTAGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	MH-SERIES	
Modelo	MH-500	
N° de serie	No indica	
Identificación	CI-0171 (*)	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	500 g	
División de escala (d)	0,01 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Div. de verificación (e)	0,01 g	
Capacidad mínima	0,2 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2023-08-09	

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0125-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	MH-SERIES	
Modelo	MH-200	
N° de serie	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	BM-091-20 (*)	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	200 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,01 g	
Capacidad mínima	0.2 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2023-08-09	

Fecha de Emisión

2023-08-18

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0126-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	ELECTRONIC BALANCE	
Modelo	WT30000XJ	
N° de serie	210318091	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	30 kg	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de escala (d)	0,001 kg	
Div. de verificación (e)	0,01 kg	
Capacidad mínima	0,02 kg	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2023-08-09	

Fecha de Emisión

2023-08-18

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0127-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	ELECTRONIC BALANCE	
Modelo	WT30000XJ	
N° de serie	210318108	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	30 kg	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de escala (d)	0,001 kg	
Div. de verificación (e)	0,01 kg	
Capacidad mínima	0,02 kg	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2023-08-09	

Fecha de Emisión

2023-08-10

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0128-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
N° de serie	8338450482	
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	30000 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Capacidad mínima	50 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2023-08-09	

Fecha de Emisión

2023-08-18

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0129-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	T-SCALE	
Modelo	NHB-1500t	
N° de serie	3720052008	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	1500 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Capacidad mínima	0,2 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2023-08-09	

Fecha de Emisión

2023-08-18

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0130-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	<p>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).</p> <p>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.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	OHAUS	
Modelo	PAJ3102	
N° de serie	B418577375	
Identificación	No indica	
Procedencia	U.S.A.	
Capacidad máxima:	3100 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Capacidad mínima	0,2 g	
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2023-08-09	

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0150-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	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.
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	OHAUS	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	R21PE30ZH	
N° de serie	8356390779	
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Capacidad mínima	200 g	
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2023-08-21	

Fecha de Emisión

2023-08-28

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0151-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	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.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
N° de serie	8356300750	
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	30000 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Capacidad mínima	200 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2023-08-21	

Fecha de Emisión

2023-08-28

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-P-050-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo a calibrar	PROBADOR DE HUMEDAD (SPEEDY)	
Marca	PERUTEST	
Modelo	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
N° de serie	1166	
Identificación	No indica	
Procedencia	Perú	
5. Instrumento de medición	MANÓMETRO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	No indica	
Modelo	No indica	
Intervalo de indicación	0 % a 20 %	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Resolución	0.5 %	
Clase de exactitud	No indica	
Tipo de indicación	Analogico	
6. Fecha de calibración	2023-08-09	

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

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

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-P-051-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 1 de 4

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo a calibrar	PROBADOR DE HUMEDAD (SPEEDY)	
Marca	METROTEST	
Modelo	No indica	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
N° de serie	MH-864	
Identificación	No indica	
Procedencia	Perú	
5. Instrumento de medición	MANÓMETRO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	No indica	
Modelo	No indica	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Intervalo de indicación	0 % a 20 %	
Resolución	0,2 %	
Clase de exactitud	No indica	
Tipo de indicación	Analógico	
6. Fecha de calibración	2023-08-09	

Fecha de Emisión

2023-08-16

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

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

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - T - 014 - 2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento de medición	TERMOMETRO DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Alcance de Indicación	-50 °C a 300 °C	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Div. de escala / Resolución	0,1 °C	
Marca	EUROTECH	
Modelo	TBT-10H	
Número de Serie	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	CI-0188 (*)	
5. Fecha de Calibración	2023-08-26	

Fecha de Emisión

2023-08-28



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de medición	TERMOMETRO DIGITAL	
Alcance de Indicación	-50 °C a 300 °C	
Div. de escala / Resolución	0,1 °C	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	EUROTECH	
Modelo	TBT-10H	
Número de Serie	No indica	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	No indica	
Identificación	CI-0189 (*)	
5. Fecha de Calibración	2023-08-26	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-08-28



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

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

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



Laboratorio pp

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 069 - 2023

Página 1 de 2

Expediente : 1 057-2023  
Fecha de emisión : 2023-02-01

1. Solicitante : CONSULTGEOPAV S.A.C.

Dirección : CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO -  
BELLAVISTA - SULLANA - PIURA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : GEM INDUSTRIAL  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 180908  
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de Indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión S.A.C. no es responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO - BELLAVISTA - SULLANA - PIURA  
29 - ENERO - 2023

### 4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM F4.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	APP TRANSDUCERS HIGH WEIGHT	INF LE 129 2002	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	33.9	33.8
Humedad %	39	39

### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



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

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

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

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

 <b>CALIBRATEC S.A.C.</b> <small>Urb. Los Andes 1000</small>	PROGRAMA DE SERVICIO : PCAL-0092-2023	
	EXPEDIENTE N° 0205	
	FECHA 2023-06-24	
CLIENTE : CONSULTORÍAS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	Contacto de Atención : DIEGO CASTRO/MARIVEL CASTRO GALLO	
RUC : 2062047021	E-mail : <a href="mailto:ventas@calibratec.com">ventas@calibratec.com</a>	
Teléfono : 945 504 547/946 279 811		
Dirección : CAL. ANAQUELA NRO. 308 --- CERCAJO URBANO - PUERA SILLANA BELLAVISTA		
Atención vía : Solicitada por Teléfono		

REQUISITOS DEL SERVICIO							
ITEM	INSTRUMENTO	DESCRIPCION	SERVICIO	PROCEDIMIENTO	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL S/.
1	DIAL DE PRESION CER	SJ(**)	CALIBRACION	Procedimiento especifico de calibración por compensación directa con patrón.	1	S/ 120,00	S/ 120,00
2	TAMIZ	(**)	CALIBRACION	Procedimiento especifico de calibración por compensación directa con patrón.	1	S/ 50,00	S/ 50,00
<b>SUB TOTAL</b>							<b>S/ 170,00</b>
<b>IVA 11.5%</b>							<b>S/ 19,05</b>
<b>TOTAL</b>							<b>S/ 189,05</b>

**NOTA:** Taxis, transporte, otros gastos y/o probetas se calibran en las instalaciones de CALIBRATEC S.A.C.

- 1.- PROCEDIMIENTO DE UTILIZADOR**
- PC 001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de peso de funcionamiento no automático clase II y III" de N. - INACI
  - PC 011 "Procedimiento de calibración de básculas de funcionamiento no automático clase I y II" de N. - INACI
  - PC 018 "Procedimiento para la calibración y control de calidad de medidores de flujo de gases" de N. - INACI

- 2.- DOCUMENTOS A ENTREGAR**
- (\*) Se emitirá certificado de calibración con el sello de acreditación emitido por el INACI, o sea por los servicios brindados dentro de nuestro alcance de acreditación.
  - (\*\*) Se emitirá certificado de calibración sin el sello de acreditación (con patrón trazable a INACI - INE) para los servicios brindados fuera de nuestro alcance de acreditación.
  - (\*\*\*) Se emitirá informe de verificación sin el sello de acreditación.
  - (\*\*\*\*) Se emitirá informe de mantenimiento sin el sello de acreditación.
- La emisión de certificados de calibración será en formato digital, el cual incluye a su firma digital del personal que actúa en el estudio. (Deberá la Ley 17348 "Ley de Firmas y Certificados Digitales")

**3.- CONDICIONES DEL SERVICIO BRINDADO:**

- CALIBRATEC S.A.C. brinda servicios de segunda y tercera parte.
- El cliente debe proporcionar la descripción técnica de los equipos a calibrar de manera clara y legible y el manual de instrucciones de operación del equipo.
- En caso de equipar no contar con código de identificación Calibratec S.A.C. se entregará un código de identificación.
- El servicio de calibración se realiza en las instalaciones de mantenimiento y reparación de los equipos.
- Para el servicio de calibración se realiza la programación del servicio según la disponibilidad del laboratorio.
- Los equipos deben encontrarse en óptimas condiciones de funcionamiento y limpieza y no se realizarán servicios de calibración a equipos que presenten fallas y/o averías.
- Para el servicio, la recepción y entrega de los equipos a calibrar se realizan en las instalaciones de Calibratec S.A.C. en el siguiente horario:  
L a F de 08:00 horas a 12:00 horas y de 14:00 horas a 17:00 horas  
E de 08:00 horas a 12:00 horas
- Para el servicio, el cliente podrá tener acceso a nuestro laboratorio para presentar el servicio de calibración de sus equipos.
- En caso de servicio se prolonga más de las horas programadas para su ejecución por averías inherentes al cliente, se generará un costo adicional a las partes programadas.
- Para el servicio con el área comercial, el cliente puede registrar la fecha del servicio de calibración.
- En caso de personal de Calibratec S.A.C. no presente en las instalaciones del cliente, se debe registrar el servicio de calibración en un equipo y/o condiciones programadas de trabajo, sin embargo las partes programadas por el tiempo y traslado de nuestro personal y/o equipos.

- 4.- CERTIFICACION**
- Para el entrega de certificado  
 Para Lima: Miércoles a 17:00 horas (entre 1 a 15 servicios de calibración en una sola jornada)  
 Para Provincias: 7 días hábiles (entre 1 a 10 servicios de calibración en una sola jornada)
- Para sus servicios de calibración solicitados en una sola jornada, se coordinará con el cliente las fechas adicionales de entrega de certificado de calibración.
- Se considerarán las fechas de entrega del certificado de calibración (del cliente y Dirección) para cada equipo y/o instrumento, según solicitud del cliente.
- Los documentos emitidos en formato digital, serán emitidos al correo registrado, posterior al servicio realizado en las instalaciones del cliente.

CONFIRMAR SI LOS DATOS SON CORRECTOS		
Cliente	CERTIFICADO DE CALIBRACION A NOMBRE DE	DIRECCION DEL CERTIFICADO DE CALIBRACION
1	CONSULTORIAS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	CAL. ANAQUELA NRO. 308 --- CERCAJO URBANO - PUERA SILLANA BELLAVISTA

- 5.- COMPROMISOS DEL SERVICIO**
- CALIBRATEC S.A.C. asume la responsabilidad de salvaguardar la confiabilidad de toda la información y/o resultados obtenidos producto de la realización de actividades del laboratorio.
  - Cuando sea necesario, se proporcionará información confidencial del cliente al alcance del público y/o cuando la ley lo requiera, o sea autorizada por las disposiciones constitucionales, será emitido un correo electrónico con una notificación de 48 hrs. sobre esa información que será disponible (fuera del alcance del público y/o la ley lo prohíba).
  - En caso de un error debido a la responsabilidad, negligencia y/o retardo de acreditación del laboratorio y se tengan en cuenta las fechas de inicio, será emitido vía correo electrónico en un plazo no mayor a 15 días hábiles.
  - Con la finalidad de brindar un servicio transparente a nuestros clientes y/o partes interesadas, se pone a su disposición un canal de denuncia [cal@calibratec.com.pe](mailto:cal@calibratec.com.pe) ya que dicha función permite proporcionar automáticamente el historial detallado de la relación contractual con nuestros colaboradores, clientes, partes interesadas, y/o socios de negocio.
  - De requerir registrar una queja, sugerencia, denuncia de acto indebido, y/o otros puede realizarlo a través de los siguientes canales:  
 [Email Virtual] [denuncia@calibratec.com.pe](mailto:denuncia@calibratec.com.pe) / [Email presencial] [denuncia@calibratec.com.pe](mailto:denuncia@calibratec.com.pe) (fuera de horario de atención al cliente) o página web principal.
  - Las quejas sólo se aceptarán dentro de un período de 90 días después de haber concluido el servicio. Después de este plazo no se aceptará la queja bajo ninguna circunstancia. El cliente debe tener conocimiento sobre el proceso interno del laboratorio de quejas, comunicarse a través del correo [cal@calibratec.com.pe](mailto:cal@calibratec.com.pe)
  - CALIBRATEC S.A.C. ha dispuesto de los siguientes medios para que cualquier persona pueda denunciar cualquier tipo de hecho o conducta sospechosa, o puede plantear cualquier tipo de duda al respecto.

## ANEXO 4. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

*Figura 7. Extracción de agregado grueso - cantera armando zapata*



Nota. La imagen muestra la cantera Armando Zapata, lugar de donde se extrajo el agregado grueso utilizado en nuestro estudio. Esta cantera fue seleccionada siguiendo la recomendación de un especialista del laboratorio ConsultGeopav SAC, garantizando así la calidad y adecuación del material para los propósitos de la investigación.

*Figura 8. Extracción de agregado fino - cantera Santa Cruz*



Nota. La imagen muestra la cantera Santa Cruz, lugar de donde se extrajo el agregado fino utilizado en nuestro estudio. Esta cantera fue seleccionada siguiendo la recomendación de un especialista del laboratorio ConsultGeopav SAC, garantizando así la calidad y adecuación del material para los propósitos de la investigación.

Figura 9. Granulometría agregado grueso



Nota. En las imágenes se observa la realización de la prueba granulométrica en agregados gruesos, la cual fue esencial para determinar el tamaño nominal máximo y la distribución del tamaño de las partículas del agregado. La precisión de esta prueba impacta directamente en la calidad y las propiedades del concreto, como su resistencia, durabilidad y trabajabilidad. Este análisis forma parte de la investigación respecto a la calidad del material, que se utilizaría en las pruebas.

Figura 10. Granulometría agregado fino



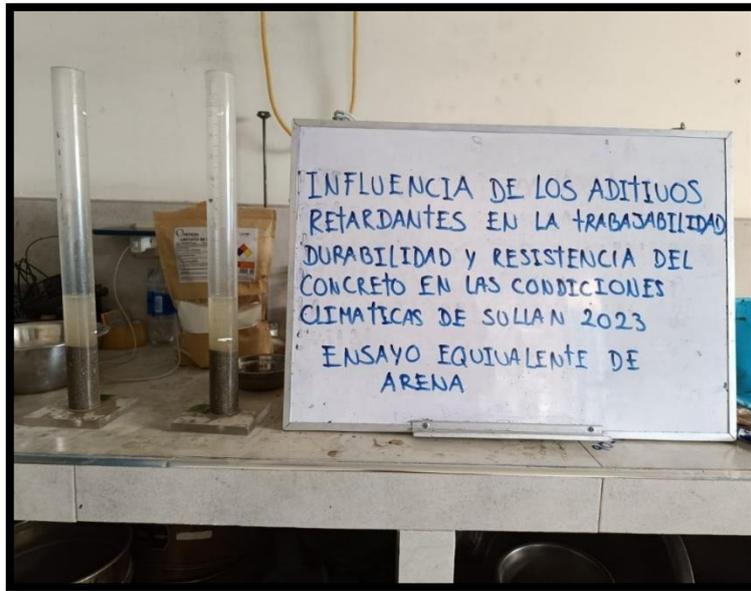
Nota. Las imágenes muestran la prueba granulométrica en el agregado fino, un procedimiento técnico primordial para calcular el módulo de fineza. Este parámetro, que es un indicador de la gradación media de las partículas del agregado fino el cual influye en la cantidad de agua requerida para obtener una trabajabilidad deseada en la mezcla de concreto. Un módulo de fineza más alto indica partículas más gruesas, lo que puede reducir la trabajabilidad, pero aumentar la estabilidad de la mezcla. Por otro lado, un valor más bajo sugiere una mayor finura, lo cual podría requerir más agua y cemento para mantener la cohesión adecuada de la mezcla.

Figura 11. Ensayo de contenido de humedad



Nota. En las imágenes se observa los ensayos de contenido de humedad de los agregados. Estos ensayos son importantes para evaluar la cantidad de agua presente tanto en agregados finos como gruesos, un factor determinante en la mezcla de concreto, debido a que el contenido de humedad influye directamente en las proporciones de los componentes de la mezcla, particularmente en la cantidad de agua y cemento necesarios para alcanzar la consistencia deseada. Una medición exacta del contenido de humedad permite ajustar las cantidades de agua adicionales, evitando así la alteración de la relación agua-cemento, que es fundamental para mantener las propiedades requeridas del concreto como su resistencia, trabajabilidad y durabilidad.

Figura 12. Ensayo equivalente de arena



Nota. En las imágenes se observa el ensayo de equivalente arena. Este ensayo es esencial para determinar la proporción de materiales finos no deseables presentes en el agregado, que pueden afectar adversamente las propiedades del concreto. El equivalente arena proporciona una indicación indirecta de la cantidad de arcilla y materiales finos, representada como un porcentaje que conforma el 'equivalente de arena' del agregado. Un valor alto en el ensayo indica una baja presencia de partículas finas y arcillosas, lo cual es deseable para asegurar la calidad del agregado y, por ende, del concreto o asfalto producido.

Figura 13. Ensayo de peso unitario



Nota. La figura muestra la realización del ensayo de peso unitario de los agregados, una prueba fundamental para determinar la densidad o masa unitaria de los agregados, tanto finos como gruesos, que son componentes clave en la mezcla de concreto. Este ensayo sirvió para obtener una estimación precisa del volumen que ocuparán los agregados en una mezcla de concreto, lo que a su vez es esencial para el diseño de mezclas de concreto. Cabe recalcar que el peso unitario es indicativo de la compactación y la porosidad del agregado, y afecta directamente a la cantidad de cemento, agua y otros componentes necesarios para obtener las propiedades deseadas en el concreto.

Figura 14. Ensayo de peso específico y absorción de agregados



Nota. La figura muestra el ensayo de peso específico y absorción de agregados. Este ensayo tuvo como objetivo determinar dos propiedades fundamentales de los agregados utilizados en la fabricación de concreto, su peso específico (o densidad relativa) y su capacidad de absorción de agua. Siendo esencial para calcular las proporciones correctas de los componentes en las mezclas de concreto dada su importancia para calcular cantidad de cemento, agua y aditivos necesarios. Un peso específico adecuado asegura que la mezcla tenga la densidad y las características de resistencia necesarias para las aplicaciones de construcción.

Figura 15. Elaboración mezcla patrón 1



Nota. En las imágenes se puede observar el proceso de elaboración de los testigos patrón, elaborados con el objetivo de establecer un punto de referencia para evaluar el impacto de los aditivos retardantes en la trabajabilidad, durabilidad y resistencia. Su utilización permitió una comparación objetiva y rigurosa, facilitando la determinación de si los aditivos retardantes aportan mejoras significativas en las propiedades del concreto.

Figura 16. Elaboración de testigos con adición de AR al 0.5%



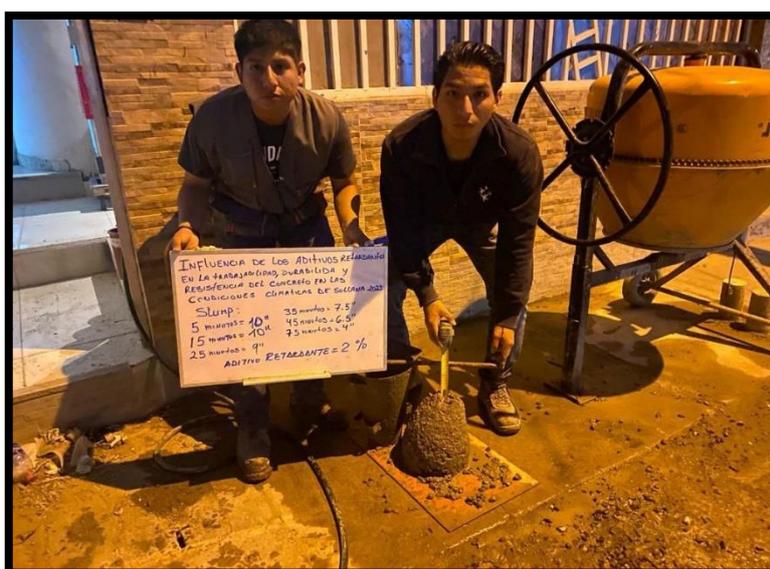
Nota. En las imágenes se observa el proceso de elaboración de los testigos, a los cuales se les incorporó un 0.5% de aditivo retardante fase del estudio que fue esencial para evaluar cómo este porcentaje específico de aditivo influencia las propiedades clave del concreto, como la trabajabilidad, durabilidad y resistencia. Este análisis se realizó a intervalos críticos: a los 7, 14 y 21 días después de la adición del aditivo, permitiendo una comprensión profunda de los efectos a corto y medio plazo.

Figura 17. Elaboración de testigos con adición de AR al 1.0%



Nota. En las imágenes se observa el proceso de elaboración de los testigos, a los cuales se les incorporó un 1.0% de aditivo retardante fase del estudio que fue esencial para evaluar cómo este porcentaje específico de aditivo influencia las propiedades clave del concreto, como la trabajabilidad, durabilidad y resistencia. Este análisis se realizó a intervalos críticos: a los 7, 14 y 21 días después de la adición del aditivo, permitiendo una comprensión profunda de los efectos a corto y medio plazo.

Figura 18. Elaboración de testigos con adición de AR al 2.0



Nota. En las imágenes se observa el proceso de elaboración de los testigos a los que se añadió un 2.0% de aditivo retardante de acuerdo a las indicaciones del fabricante, un porcentaje cuidadosamente elegido para evaluar su influencia en características esenciales del concreto como la trabajabilidad, durabilidad y resistencia. Se realizó en intervalos definidos de 7, 14 y 21 días tras la adición del aditivo, permitiendo un estudio profundo de los efectos del aditivo en el corto y mediano plazo.

Figura 19. Elaboración de testigos con adición de AR al 2.5 aditivo y reducción de agua (12.38%)



Nota. Las imágenes presentan de manera detallada el procedimiento de fabricación de testigos de concreto, a los cuales se incorporó un 2.5% de aditivo retardante y una reducción de agua del 12.38%, excediendo las recomendaciones del fabricante. Esta concentración fue seleccionada para investigar su impacto en propiedades clave del concreto, como la trabajabilidad, durabilidad y resistencia. Se llevó a cabo en intervalos específicos de 7, 14 y 21 días después de la adición del aditivo, proporcionando una evaluación exhaustiva de los efectos a corto y mediano plazo del aditivo en el concreto.

Figura 20. Elaboración de testigos con adición de AR al 2.5 aditivo y reducción de agua (de 21.90%)



Nota. Las imágenes presentan de manera el procedimiento de fabricación de testigos de concreto, a los cuales se incorporó un 2.5% de aditivo retardante y una reducción de agua del 21.90%, excediendo las recomendaciones del fabricante. Esta concentración fue seleccionada para investigar su impacto en propiedades clave del concreto, como la trabajabilidad, durabilidad y resistencia. Se llevó a cabo en intervalos específicos de 7, 14 y 21 días después de la adición del aditivo, proporcionando una evaluación exhaustiva de los efectos a corto y mediano plazo del aditivo en el concreto.

Figura 21. Ensayo de Absorción



Nota. Las fotografías muestran las pruebas de absorción realizadas en los testigos de concreto tras 21 días de fraguado. Este proceso comenzó con una fase de secado en horno durante 72 horas, seguido de una inmersión en agua, con el objetivo de evaluar de forma precisa la sorptividad del material. Esta prueba proporciona información fundamental sobre la porosidad y la capacidad de absorción del concreto, parámetros críticos que influyen en la durabilidad y el comportamiento del material en condiciones de servicio.

Figura 22. Rotura de probetas 7 días (patrón, 0.5%)



Figura 23. Rotura de probetas 7 días (1 y 2 %)



Nota. En las figuras se muestran las pruebas de resistencia a la compresión realizada a testigos de concreto después de 7 días de curado. Se midió la capacidad del concreto para soportar cargas compresivas, clave para determinar si los aditivos influyen en ella.

Figura 24. Rotura de probetas 14 días (patrón, 0.5)



Figura 25. Rotura de probetas 14 días (1 y 2 %)



Nota. En las figuras se muestran las pruebas de resistencia a la compresión realizada a testigos de concreto después de 14 días de curado. El análisis de la resistencia a los 14 días fue particularmente valioso para entender cómo el aditivo retardante utilizado en la mezcla afecta el desarrollo de la resistencia con el tiempo. Los aditivos pueden tener un impacto significativo en la tasa de ganancia de resistencia y en las propiedades finales del concreto, como la trabajabilidad, la durabilidad y la resistencia a condiciones ambientales adversas.

Figura 26. Rotura de probetas 21 días (patrón, 0.5)



Figura 27. Rotura de probetas 21 días (1 y 2 %)



Nota. Las figuras muestran las pruebas de resistencia a la compresión realizadas a testigos de concreto después de un periodo de curado de 21 días. Pruebas fundamentales para evaluar la maduración y el desarrollo de las propiedades mecánicas del concreto a lo largo del tiempo, particularmente en lo que respecta a su capacidad para soportar cargas compresivas. Siendo indispensables para el control de calidad y la confirmación de que el concreto, con sus aditivos específicos, cumplió con los requisitos de resistencia y durabilidad para su aplicación en obras de construcción.

Figura 28. Rotura de probetas 7 días - reducción de agua



Nota. En las figuras se muestran las pruebas de resistencia a la compresión realizada a testigos de concreto después de 7 días de curado, a los que se le añadió aditivo al 2.5% a los cuales se les redujo la cantidad de agua en un 12.38% y en un 21.90%. Se midió la capacidad del concreto para soportar cargas compresivas, clave para determinar si el aditivo retardante modificando la cantidad de agua modifica su comportamiento respecto a la trabajabilidad, durabilidad y especialmente la resistencia.

Figura 29. Rotura De Probetas 14 Días - Reducción de agua



Nota. En las figuras se muestran las pruebas de resistencia a la compresión realizada a testigos de concreto después de 14 días de curado, a los que se le añadió aditivo al 2.5% a los cuales se les redujo la cantidad de agua en un 12.38% y en un 21.90% midiendo la capacidad del concreto para soportar cargas compresivas y determinar cómo evoluciona el concreto al pasar los días de curado y verificar si cumple con la resistencia esperada.

Figura 30. Rotura de probetas 21 días con reducción de agua



Nota. En las figuras se observan las pruebas de resistencia a la compresión realizada a testigos de concreto después 21 días de curado, a los que se le añadió aditivo al 2.5% con reducción de la cantidad de agua en un 12.38% y en un 21.90% midiendo la resistencia a la compresión de cada testigo para determinar cómo evoluciona el concreto a los 21 días de curado y verificar si cumple con la resistencia esperada.

## ANEXO 5. PRESUPUESTO

COSTOS											
Nº	Testigos	Diametro cm	Altura cm	Area (Cm²)	Volumen (cm³)	TOTAL (cm³)	TOTAL (m³)	Materiales	Cantidad Kg	Precio unitario	Total S/.
1	Patrón 1	9.9999	20.04	78.54	1573.91	14216.83	0.014217	Agregado fino	12.37	S/ 0.20	S/ 2.47
2	Patrón 2	9.9995	20.20	78.53	1586.35			Agregado grueso	12.50	S/ 0.20	S/ 2.50
3	Patrón 3	10.0000	20.60	78.54	1617.92			Cemento	5.37	S/ 0.87	S/ 4.69
4	Patrón 4	9.9978	20.02	78.51	1571.68			Agua	3.04	S/ 0.00	S/ 0.00
5	Patrón 5	9.9995	20.04	78.53	1573.78			Aditivo	0.00	S/ 30.14	S/ 0.00
6	Patrón 6	9.9985	20.02	78.52	1571.90						
7	Patrón 7	9.9978	20.04	78.51	1573.25						
8	Patrón 8	9.9995	20.05	78.53	1574.57						
9	Patrón 9	9.9985	20.04	78.52	1573.47						
10	0.50%	10.0099	20.04	78.70	1577.06	14179.24	0.0141792	Agregado fino	12.34	S/ 0.20	S/ 2.47
11	0.50%	9.9975	20.05	78.50	1573.94			Agregado grueso	12.46	S/ 0.20	S/ 2.49
12	0.50%	9.9975	20.05	78.50	1573.94			Cemento	5.36	S/ 0.87	S/ 4.68
13	0.50%	9.9975	20.04	78.50	1573.15			Agua	3.03	S/ 0.00	S/ 0.00
14	0.50%	10.0099	20.03	78.70	1576.27			Aditivo	0.02	S/ 30.14	S/ 0.60
15	0.50%	10.0290	20.03	79.00	1582.29						
16	0.50%	9.9975	20.05	78.50	1573.94						
17	0.50%	10.0099	20.02	78.70	1575.49						
18	0.50%	9.9975	20.04	78.50	1573.15						
19	1.00%	9.9975	20.02	78.50	1571.58	14171.82	0.014172	Agregado fino	12.33	S/ 0.20	S/ 2.47
20	1.00%	9.9975	20.04	78.50	1573.15			Agregado grueso	12.46	S/ 0.20	S/ 2.49
21	1.00%	10.0230	20.02	78.90	1579.61			Cemento	5.36	S/ 0.87	S/ 4.68
22	1.00%	10.0099	20.02	78.70	1575.49			Agua	3.03	S/ 0.00	S/ 0.00
23	1.00%	9.9975	20.02	78.50	1571.58			Aditivo	0.05	S/ 30.14	S/ 1.43
24	1.00%	10.0099	20.03	78.70	1576.27						
25	1.00%	10.0099	20.01	78.70	1574.70						
26	1.00%	10.0099	20.02	78.70	1575.49						
27	1.00%	9.9975	20.05	78.50	1573.94						
28	2.00%	9.9975	20.02	78.50	1571.58	14176.54	0.014177	Agregado fino	12.33	S/ 0.20	S/ 2.47
29	2.00%	9.9975	20.04	78.50	1573.15			Agregado grueso	12.46	S/ 0.20	S/ 2.49
30	2.00%	10.0099	20.04	78.70	1577.06			Cemento	5.36	S/ 0.87	S/ 4.68
31	2.00%	10.0099	20.00	78.70	1573.91			Agua	3.03	S/ 0.00	S/ 0.00
32	2.00%	10.0099	20.04	78.70	1577.06			Aditivo	0.09	S/ 30.14	S/ 2.85
33	2.00%	10.0230	20.04	78.90	1581.19						
34	2.00%	9.9975	20.04	78.50	1573.15						
35	2.00%	10.0099	20.04	78.70	1577.06						
36	2.00%	9.9975	20.03	78.50	1572.37						
37	2.5% RA1	9.9989	20.04	78.52	1573.60	14167.89	0.014168	Agregado fino	12.32	S/ 0.20	S/ 2.46
38	2.5% RA1	9.9975	20.03	78.50	1572.37			Agregado grueso	12.45	S/ 0.20	S/ 2.49
39	2.5% RA1	10.0165	20.03	78.80	1578.35			Cemento	5.35	S/ 0.87	S/ 4.67
40	2.5% RA1	10.0040	20.04	78.60	1575.20			Agua	2.66	S/ 0.00	S/ 0.00
41	2.5% RA1	9.9975	20.01	78.50	1570.80			Aditivo	0.12	S/ 30.14	S/ 3.62
42	2.5% RA1	10.0067	20.05	78.65	1576.84						
43	2.5% RA1	10.0040	20.03	78.60	1574.41						
44	2.5% RA1	9.9910	20.01	78.40	1568.76						
45	2.5% RA1	10.0165	20.02	78.80	1577.56						
46	2.5% RA2	10.0040	20.05	78.60	1575.99	14165.78	0.0141658	Agregado fino	12.32	S/ 0.20	S/ 2.46
47	2.5% RA2	10.0135	20.02	78.75	1576.62			Agregado grueso	12.45	S/ 0.20	S/ 2.49
48	2.5% RA2	10.0176	20.02	78.82	1577.91			Cemento	5.35	S/ 0.87	S/ 4.67
49	2.5% RA2	10.0027	20.03	78.58	1574.01			Agua	2.32	S/ 0.00	S/ 0.00
50	2.5% RA2	9.9910	20.03	78.40	1570.33			Aditivo	0.12	S/ 30.14	S/ 3.62
51	2.5% RA2	10.0040	20.03	78.60	1574.41						
52	2.5% RA2	9.9975	20.02	78.50	1571.58						
53	2.5% RA2	10.0099	20.01	78.70	1574.70						
54	2.5% RA2	9.9982	20.00	78.51	1570.23						
TOTAL (cm³)					85078.1102	85078.11					
TOTAL (m³)					0.08507811	0.08508	0.08507811			TOTAL	S/ 69.94

Materiales	Cantidad kg	Precio unitario	Costo
Agregado fino	74.01	S/ 0.20	S/ 14.80
Agregado grueso	74.77	S/ 0.20	S/ 14.95
Cemento	32.15	S/ 0.87	S/ 28.06
Agua	17.12	S/ 0.00	S/ 0.00
Aditivo	0.40	30.14	S/ 12.12
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 69.94</b>

ABSORCIÓN															
Nº	Testigos	Masa final despues de la immersion	Masa seca final	i	h <sup>1</sup> /2	Diametro de cilindro (cm)	Area	Tasa de absorción	Absorción promedio (m <sup>3</sup> )	TOTAL (cm <sup>3</sup> )	TOTAL (m <sup>3</sup> )	Materiales	Cantidad Kg	Precio unitario	Total S/.
1	0%	952.24	885.36	66.88	8.48528137	10.10	80.1187	0.09837763	0.098715544	1586.35	0.00158635	Agregado fino	1.38	S/ 0.20	0.28
												Agregado grueso	1.39	S/ 0.20	0.28
												Cemento	0.60	S/ 0.87	0.52
												Agua	0.33	S/ 0.00	0
2	0%	951.18	884.24	66.94	8.48528137	10.07	79.6434	0.09905345	0.098715544	1586.35	0.00158635	Aditivo	0.00	S/ 30.14	0
3	0.50%	943.42	886.04	57.38	8.48528137	10.08	79.8017	0.0847388	0.085868656	1573.94	0.00157394	Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
												Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
												Cemento	0.59	S/ 0.87	0.52
												Agua	0.34	S/ 0.00	0.00
4	0.50%	945.01	886.45	58.56	8.48528137	10.05	79.3274	0.08699851	0.085868656	1573.94	0.00157394	Aditivo	0.00	S/ 30.14	0.08
5	1.0%	936.97	886.97	50.00	8.48528137	10.06	79.4853	0.07413391	0.074208483	1575.49	0.00157549	Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
												Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
												Cemento	0.50	S/ 0.87	0.44
												Agua	0.33	S/ 0.00	0.00
6	1.0%	936.18	885.88	50.30	8.48528137	10.08	79.8017	0.07428306	0.074208483	1575.49	0.00157549	Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.16
7	2.0%	927.89	888.34	39.55	8.48528137	10.07	79.6434	0.05852351	0.059504642	1581.19	0.00158119	Agregado fino	1.38	S/ 0.20	0.28
												Agregado grueso	1.39	S/ 0.20	0.28
												Cemento	0.60	S/ 0.87	0.52
												Agua	0.34	S/ 0.00	0.00
8	2.0%	929.24	888.12	41.12	8.48528137	10.10	80.1187	0.06048577	0.059504642	1581.19	0.00158119	Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.32
9	2,5% RA1	925.76	886.34	39.42	8.48528137	10.10	80.1187	0.05798514	0.057131987	1576.84	0.00157684	Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
												Agregado grueso	1.39	S/ 0.20	0.28
												Cemento	0.60	S/ 0.87	0.52
												Agua	0.30	S/ 0.00	0.00
10	2,5% RA1	924.23	885.97	38.26	8.48528137	10.10	80.1187	0.05627883	0.057131987	1576.84	0.00157684	Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.39
11	2,5% RA2	923.96	884.41	39.55	8.48528137	10.08	79.8017	0.05840745	0.057571141	1574.01	0.00157401	Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
												Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
												Cemento	0.59	S/ 0.87	0.52
												Agua	0.26	S/ 0.00	0.00
12	2,5% RA2	923.67	885.10	38.57	8.48528137	10.10	80.1187	0.05673483	0.057571141	1574.01	0.00157401	Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.39

Absorción								
Nº	Testigos	Masa final despues de la immersion	Masa seca final	i	h <sup>1</sup> /2	diametro de cilindro (cm)	Area	Tasa de absorción
1	0%	952.24	885.36	66.88	8.48528137	10.10	80.118654	0.098377634
2	0%	951.18	884.24	66.94	8.48528137	10.07	79.6434085	0.099053453
3	0.50%	943.42	886.04	57.38	8.48528137	10.08	79.8016666	0.084738805
4	0.50%	945.01	886.45	58.56	8.48528137	10.05	79.3273635	0.086998507
5	1.0%	936.97	886.97	50.00	8.48528137	10.06	79.4853074	0.074133909
6	1.0%	936.18	885.88	50.30	8.48528137	10.08	79.8016666	0.074283058
7	2.0%	927.89	888.34	39.55	8.48528137	10.07	79.6434085	0.058523515
8	2.0%	929.24	888.12	41.12	8.48528137	10.10	80.118654	0.06048577

Materiales	Cantidad kg	Precio unitario	Costo
Agregado fino	8.24	S/ 0.20	S/ 1.65
Agregado grueso	8.31	S/ 0.20	S/ 1.66
Cemento	4.27	S/ 0.87	S/ 3.73
Agua	2.17	S/ 0.00	S/ 0.00
Aditivo	0.04462	30.1363636	S/ 1.34
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 8.38</b>

PERMEABILIDAD											
Nº	Testigos	Masa final despues de la immersion	Masa seca final	Masa de H2O	Volumen de vacios (%)	TOTAL (cm³)	TOTAL (m³)	Materiales	Cantidad Kg	Precio unitario	Total S/.
1	Patrón 1	952.24	885.36	66.88	12.63	1573.91	0,00157391	Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
								Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
								Cemento	0.59	S/ 0.87	0.52
								Agua	0.34	S/ 0.00	0
2	Patrón 1	951.18	884.24	66.94	12.63	1573.91	0,00157391	Aditivo	0.00	S/ 30.14	0
								Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
								Agregado grueso	1.39	S/ 0.20	0.28
								Cemento	0.60	S/ 0.87	0.52
3	0.50%	943.42	886.04	57.38	11.05	1577.06	0.00157706	Agua	0.34	S/ 0.00	0.00
								Aditivo	0.00	S/ 30.14	0.08
								Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
								Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
4	0.50%	945.01	886.45	58.56	11.30	1577.06	0.00157706	Cemento	0.59	S/ 0.87	0.52
								Agua	0.34	S/ 0.00	0.00
								Aditivo	0.00	S/ 30.14	0.08
								Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
5	1.0%	936.97	886.97	50.00	9.46	1571.58	0.00157158	Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
								Cemento	0.59	S/ 0.87	0.52
								Agua	0.34	S/ 0.00	0.00
								Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.16
6	1.0%	936.18	885.88	50.30	9.44	1571.58	0.00157158	Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
								Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
								Cemento	0.59	S/ 0.87	0.52
								Agua	0.34	S/ 0.00	0.00
7	2.0%	927.89	888.34	39.55	8.22	1573.15	0.00157315	Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.31
								Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
								Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
								Cemento	0.59	S/ 0.87	0.52
8	2.0%	929.24	888.12	41.12	8.45	1573.15	0.00157315	Agua	0.34	S/ 0.00	0.00
								Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.31
								Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
								Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
9	2,5% RA1	925.76	886.34	39.42	8.04	1573.60	0.0015736	Cemento	0.59	S/ 0.87	0.52
								Agua	0.30	S/ 0.00	0.00
								Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.39
								Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
10	2,5% RA1	924.23	885.97	38.26	8.11	1573.60	0.0015736	Agregado grueso	1.38	S/ 0.20	0.28
								Cemento	0.59	S/ 0.87	0.52
								Agua	0.30	S/ 0.00	0.00
								Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.39
11	2,5% RA2	923.96	884.41	39.55	8.07	1575.99	0.00157599	Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
								Agregado grueso	1.39	S/ 0.20	0.28
								Cemento	0.60	S/ 0.87	0.52
								Agua	0.26	S/ 0.00	0.00
12	2,5% RA2	923.67	885.10	38.57	7.94	1575.99	0.00157599	Aditivo	0.01	S/ 30.14	0.40
								Agregado fino	1.37	S/ 0.20	0.27
								Agregado grueso	1.39	S/ 0.20	0.28
								Cemento	0.60	S/ 0.87	0.52

Materiales	Cantidad kg	Precio unitario	Costo
Agregado fino	8.22	S/ 0.20	S/ 1.64
Agregado grueso	8.30	S/ 0.20	S/ 1.66
Cemento	3.56	S/ 0.87	S/ 3.11
Agua	1.92	S/ 0.00	S/ 0.00
Aditivo	0.04	30.1363636	S/ 1.34
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 7.75</b>



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos

Tel: 073-501000 Cel: 979-199772 Movistar - Cel: 986279811 Claro  
Direccion : Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura  
Email: geopav\_mcastro@hotmail.com - junior\_castro@hotmail.com onultgeopav@gmail.com



CERTIFICADO N° 00130406  
Resolución N° 013368-2021/D50



SOLICITA Br CASTILLO MORE MARVIN OMAR Br GUARNIZO CASTILLO ERWIN JOEL  
RUC

ATENCION : CONSULTGEOPAV SAC  
RUC

DE NUESTRA CONSIDERACION :  
NOS ES GRATO DIRIGIRNOS A USTED PARA HACERLE LLEGAR LA COTIZACION DE ENSAYOS  
SE DEBE ENVIAR UNA ORDEN DE SERVICIO DEL SOLICITANTE PARA CONFIRMAR TRABAJOS.

Diseño de Concreto					
01	Analisis Granulometrico por tamizado	UND	2	20.00	40.00
02	Peso Especifico	UND	2	20.00	40.00
03	Peso Unitario Suelto	UND	2	10.00	20.00
04	Peso Unitario Compactado	UND	2	10.00	20.00
05	Equivalente de Arena	UND	3	17.00	51.00
06	Absorcion	UND	2	7.00	14.00
11	Diseño de Concreto Teorico	UND	7	100.00	700.00
Ensayos de Concreto					
01	Asentamiento de (slump)	UND	21	7.00	147.00
02	Testigo de Concreto	UND	66	2.00	132.00
03	Ensayo de compresión	UND	54	8.00	432.00
04	Ensayo de permeabilidad	UND	1	100.00	100.00
05	Ensayo de absorción	UND	1	100.00	100.00
					0.00

S/. 1,796.00

Nota: cada ensayo no incluye IGV, debe cancelar 50% antes de salir y otro 50% entrega de resultados

NUMERO DE CUENTAS

CUENTA DE TRACION DEL BANCO DE NACION 00-671-100794  
CUENTA INTERBANCARIA CCI 01867100067110079485  
CUENTA CORRIENTES DEL BANCO DE CREDITO : N° 5352432767042  
CUENTA INTERBANCARIA CCI 00253500243276704238

  
Manuel Castro Gallo  
GERENTE GENERAL  
CONSULTGEOPAV S.A.C.  
RUC. 20602407021